



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**Desenvolvimento e Implementação de
Ações de Melhoria na Gyptec Ibérica –
Gessos Técnicos S.A.**

Autor

Inês Rocha Nunes

Orientadores

Professor Doutor Hugo David Nogueira Raposo

Professora Doutora Ana Carla Vicente Vieira

INSTITUTO POLITÉCNICO DE
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro de 2022



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Desenvolvimento e Implementação de Ações de Melhoria na Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A.

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do
grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Inês Rocha Nunes

Orientadores

Professor Doutor Hugo David Nogueira Raposo

Professora Doutora Ana Carla Vicente Vieira

Supervisor na empresa Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A.

Engenheiro Luís Manuel Cardoso Mota

INSTITUTO POLITÉCNICO DE
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro de 2022

AGRADECIMENTOS

Todo o trabalho realizado e apresentado neste documento não seria possível de concretizar sem o apoio das pessoas, que de alguma forma contribuíram para a realização deste relatório e de todo o meu percurso académico.

Gostaria de começar por agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, que é a instituição que me formou ao longo dos meus três anos de licenciatura e dois anos de mestrado. Aos meus orientadores, Professor Hugo Raposo e Professora Ana Vieira, o meu agradecimento pela colaboração e orientação no desenvolvimento deste relatório, pelo incentivo incansável e confiança demonstrada.

Agradeço à Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A., nomeadamente ao Engenheiro Luís Mota, pela oportunidade de estágio concedida para a realização deste relatório e pela vontade demonstrada em implementar todas as melhorias propostas. Um agradecimento enorme, ao Engenheiro Paulo Gomes, por todo o apoio prestado ao longo dos nove meses de estágio, pela disponibilidade, pela paciência, pelas oportunidades e por me ensinar que para qualquer problema há sempre uma solução. Um agradecimento especial, à Engenheira Elisa Fajardo e à Engenheira Diana Travassos, o excelente ambiente de trabalho, a constante entreajuda e amizade, que existiu no gabinete que partilhámos. Não posso deixar de agradecer aos restantes colaboradores da fábrica por terem demonstrado sempre prontidão em me ajudar e apoiar em qualquer tarefa.

Aos meus amigos agradeço o apoio, o carinho e a motivação constante para que todo este percurso fosse possível. Um reconhecimento especial ao Nuno André pelo incentivo incansável, pela confiança que sempre demonstrou em mim, bem como por tudo o que representa para mim.

Por último, o meu maior agradecimento à minha família, aos meus pais e à minha irmã, por me terem dado a possibilidade de realizar o curso que escolhi, por todo apoio incondicional e insistência necessária ao longo de toda a minha vida. Obrigada por tudo.

RESUMO

Vivemos atualmente um período de alguma incerteza para as empresas, com uma escalada dos custos energéticos e uma escassez de matérias-primas. Simultaneamente, a sociedade é assombrada por sinais económicos que indicam períodos de menor fulgor, no que ao investimento diz respeito. Perante este cenário, as empresas terão de se ajustar, procurando estratégias que lhes permitam ser mais eficientes na utilização dos seus recursos, nomeadamente a filosofia *Lean*.

Este trabalho consiste no desenvolvimento e implementação de ações de melhoria nos procedimentos da Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A., existindo uma contribuição em várias áreas relativas à gestão industrial da empresa, como as atividades associadas ao Sistema de Gestão Integrado e à Gestão de Ativos. Para cada uma das ações de melhoria, é referido o problema que se tenciona resolver, é apresentado o desenvolvimento da melhoria e os resultados da sua implementação. As ações de melhoria desenvolvidas são: (i) melhoria dos registos do Sistema de Gestão Integrado, que resultou em registos com análises quantitativas mais elaboradas, em vez de apenas incluírem análises qualitativas, com preenchimento menos repetitivo e com a informação mais organizada; (ii) implementação da metodologia 5S, resultou em obter um armazém limpo, organizado e com marcações e identificação de zonas para todos os materiais nele armazenados; (iii) melhoria da gestão da Estação de Tratamento de Água (ETA), que resultou no desenvolvimento de um programa de registos de operações e entrada e saída de consumíveis, que permite a gestão de stocks e a perceção dos custos associados ao funcionamento da estação num determinado período de tempo; (iv) redução do custo da placa de gesso, que resultou na diminuição da quantidade de gesso utilizada na receita, diminuindo os custos associados ao gesso e à energia necessária à sua produção; (v) diminuição das perdas de energia no secador, que resultou na aplicação de um sistema de vedação diretamente nas portas do mesmo, permitindo um aumento da eficiência energética do processo produtivo.

Com as ações de melhoria implementadas foi possível obter ganhos significativos, tanto a nível monetário, como ao nível das condições de trabalho, devendo continuar-se com a procura de oportunidades para implementar as melhorias necessárias. Entende-se que o trabalho desenvolvido contribuiu para colocar a Gyptec mais perto da implementação da filosofia *Lean* em todos os seus processos, ainda que haja um caminho longo a percorrer.

Palavras-Chave: Filosofia Lean; Gestão de Ativos; Sistema de Gestão Integrado; Ações de Melhoria

ABSTRACT

We are currently experiencing a period of some uncertainty for companies, with escalating energy costs and a shortage of raw materials. At the same time, society is being buoyed by economic signals that indicate periods of less boom, as far as investment is concerned. Faced with this scenario, companies will have to adjust, seeking strategies that allow them to be more efficient in the use of their resources, namely the Lean philosophy.

This work consists in the development and implementation of improvement actions in the procedures of Gyptec Ibérica - Gessos Técnicos S.A., there is a contribution in several areas related to the industrial management of the company, such as activities associated with the Integrated Management System and Asset Management. For each of the improvement actions, it is referred the problem that is intended to be solved, the development of the improvement and the results of its implementation are presented. The improvement actions developed are: (i) improvement of the Integrated Management System records, which resulted in records with more elaborate quantitative analyses, instead of only including qualitative analyses, with less repetitive filling and with the information more organized; (ii) implementation of the 5S methodology, resulted in a clean, organized warehouse with markings and identification of zones for all materials stored in it; (iii) improved management of the Water Treatment Plant, which resulted in the development of a program to record operations and the input and output of consumables, which allows the management of stocks and the perception of costs associated with the operation of the plant in a given period of time; (iv) reduced cost of plasterboard, which resulted in the reduction of the amount of plaster used in the recipe, reducing costs associated with plaster and energy required for its production; (v) reduced energy losses in the dryer, which resulted in the application of a sealing system directly on the dryer doors.

With the improvement actions implemented, it was possible to obtain significant gains, both monetarily and in terms of working conditions, and the search for opportunities to implement improvements should continue. It is understood that the work developed contributed to bring Gyptec closer to working according to the Lean philosophy, although with a long way to go.

Palavras-Chave: Lean Philosophy; Asset Management; Integrated Management System; Improvement Actions

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xv
SIMBOLOGIA, SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xvii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento do Tema	1
1.2. Objetivos e Metodologia	1
1.3. Estrutura do Relatório	2
2. Enquadramento Teórico.....	3
2.1. Filosofia <i>Lean</i>	3
2.1.1. Origem e Evolução da Filosofia <i>Lean</i>	3
2.1.2. Princípios do <i>Lean</i>	8
2.1.3. <i>House of Lean</i>	10
2.1.3.1. Base – Bases do Lean	10
2.1.3.2. Pilares – Pilares do Lean.....	13
2.1.3.3. Topo – Objetivos do Lean.....	14
2.1.4. Metodologia <i>Kaizen</i>	15
2.1.4.1. Padronização das ações de melhoria.....	16
2.1.4.2. Metodologia Cinco S	16
2.1.4.3. Eliminação do Muda	18
2.2. Gestão de Ativos	19
2.2.1. Evolução da Gestão de Ativos.....	21
2.2.2. Gestão do Ciclo de Vida do Ativo.....	23
2.2.3. Custo do ciclo de vida do ativo	24
2.3. Sistemas de Gestão Integrados.....	25
2.3.1. Integração de Sistemas de Gestão	26
2.3.2. Certificação de Sistemas de Gestão.....	27
2.3.3. Abordagem por processos	29
2.3.4. Pensamento Baseado em Risco	29
3. Apresentação da Empresa	31
3.1. Grupo Preceram	31

3.2. Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, S.A.	32
3.2.1. Produtos.....	32
3.2.2. Processo Produtivo	33
3.2.2.1. Stock de Gesso e Matérias-Primas.....	34
3.2.2.2. Britagem.....	35
3.2.2.3. Calcinação.....	35
3.2.2.4. Mixer.....	35
3.2.2.5. Zona Húmida	36
3.2.2.6. Secador.....	36
3.2.2.7. Corte Final	36
3.2.2.8. Embaladora	36
3.2.3. Organigrama organizacional	37
4. Ações de Melhoria Desenvolvidas	39
4.1. Melhoria dos Registos do Sistema de Gestão Integrado.....	39
4.1.1. Sistema de Gestão Integrado de Qualidade e Ambiente da Gyptec	39
4.1.1.1. Interação de Processos	39
4.1.1.2. Estrutura da Informação Documentada	40
4.1.1.3. Gestão do Risco	40
4.1.1.4. Monitorização do desempenho	41
4.1.1.5. Revisão do Sistema.....	41
4.1.2. Procedimento de Planeamento e Revisão do SGI	41
4.1.2.1. Melhoria do Registo da Análise PESTEL	42
4.1.2.2. Melhoria do Registo da Análise das Cinco Forças de Porter.....	46
4.1.3. Procedimento de Design e Desenvolvimento.....	50
4.1.3.1. Redução do Número de Registos no Procedimento de Design e Desenvolvimento	50
4.1.4. Procedimento de Gestão de Compras e Fornecedores	51
4.1.4.1. Melhoria do Registo de Avaliação e Classificação de Fornecedores	53
4.2. Implementação da Metodologia 5S.....	54
4.2.1. <i>Seiri</i> – Organização	55
4.2.2. <i>Seiton</i> – Arrumação	56
4.2.3. <i>Seiso</i> – Limpeza.....	63
4.2.4. <i>Seiketsu</i> – Normalização	64
4.2.5. <i>Shitsuke</i> – Autodisciplina	64
4.3. Melhoria da Gestão da Estação de Tratamento de Água	65
4.3.1. Desenvolvimento de um Programa de Controlo de Operações e Consumíveis da ETA	66

4.3.2. Análise do Custo do Ciclo de Vida da ETA.....	70
4.3.2.1. Considerações Iniciais	70
4.3.2.2. Cálculo da Vida Útil	71
4.3.2.3. Cálculo do Custo de Operação.....	74
4.3.2.4. Cálculo do Custo de Fim de Vida	74
4.3.2.5. Cálculo do Custo do Ciclo de Vida.....	75
4.3.2.6. Análise dos Resultados Obtidos.....	75
4.4. Redução do Custo da Placa de Gesso	76
4.4.1. Previsão da Redução de Custos.....	77
4.4.1.1. Redução de Custos Associada à Redução do Gesso Utilizado na Produção das Placas	77
4.4.1.2. Redução de Custos Associada à Redução do Gás Utilizado na Produção das Placas	78
4.4.1.3. Redução de Custos Total na Produção das Placas	81
4.4.2. Análise Estatística da Gramagem das Placas	82
4.4.2.1. Gráficos de Dispersão	82
4.4.2.2. Descrição dos Dados.....	84
4.4.2.3. Teste das Médias.....	88
4.4.3. Análise Estatística da Resistência à Flexão das Placas	89
4.4.3.1. Gráficos de dispersão	89
4.4.3.2. Descrição dos dados.....	93
4.4.3.3. Teste das médias	99
4.4.3.4. Confirmação dos requisitos da norma EN 250	100
4.5. Diminuição das Perdas de Energia no Secador.....	104
4.5.1. Análise Termográfica das Portas do Secador.....	105
4.5.2. Solução encontrada para reduzir as perdas de energia das portas do secador	111
5. CONCLUSÕES	113
5.1. Conclusões Finais	113
5.2. Trabalho futuro.....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
ANEXOS	123
ANEXO 1 – Modelo do Registo do Procedimento de Design e Desenvolvimento	125
ANEXO 2 – Planta do Armazém da ETA	127
ANEXO 3 – Procedimento <i>Red Tagging</i>	129
ANEXO 4 – Lista de Itens Red Tag	133
ANEXO 5 – Padrão de Cores na Marcação do Pavimento	135

ANEXO 6 – Plano de Limpeza do Armazém da ETA	137
ANEXO 7 – Folha de Verificação para Auditoria 5S	139
ANEXO 8 – Relatório de Auditoria 5S	141
ANEXO 9 – Código do Programa de Controlo de Operações e Consumíveis da ETA	143
ANEXO 10 – Artigos Publicados.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – <i>House of Lean</i> (Silva, 2014).....	10
Figura 2 – Sequência da produção tradicional. Adaptado de Vieira (2014).....	11
Figura 3 – Sequência da produção com <i>Heijunka</i> . Adaptado de Vieira (2014).....	12
Figura 4 – Evolução da Gestão de Ativos (IBM, 2013).....	22
Figura 5 – Fluxograma do processo produtivo da Gyptec (Adaptado de documento interno da Gyptec)	34
Figura 6 – Linha de produção do processo produtivo da Gyptec (Documento interno da Gyptec)	34
Figura 7 – Organigrama geral da Gyptec (Documento interno da Gyptec)	37
Figura 8 – Modelo utilizado para a realização da análise PESTL.....	43
Figura 9 – Exemplo da matriz GUT da análise PESTEL	44
Figura 10 – Exemplo das tabelas de análise qualitativa da análise PESTEL	45
Figura 11 – Exemplo da análise PESTEL global	46
Figura 12 – Modelo utilizado para a realização da análise das Cinco Forças de Porter	47
Figura 13 -Exemplo da matriz de valorização da análise das Cinco Forças de Porter	49
Figura 14 – Exemplo da tabela de análise qualitativa da análise das Cinco Forças de Porter.....	49
Figura 15 – Exemplo da análise global das Cinco Forças de Porter	50
Figura 16 – Etiqueta <i>Red Tag</i>	55
Figura 17 – Planta do Armazém da ETA	57
Figura 18 – Zona de armazenamento dos materiais da ETA utilizados com maior frequência	58
Figura 19 – Zona de armazenamento dos materiais da ETA utilizados com menor frequência	58
Figura 20 – Zona de armazenamento dos materiais para a produção de placas compostas utilizados com maior frequência.....	59
Figura 21 – Zona de armazenamento dos materiais para produção de placas compostas utilizados com menor frequência.....	59
Figura 22 – Zona de produção de placas compostas	60
Figura 23 – Zona de armazenamento dos resíduos da produção de placas compostas	60
Figura 24 – Zona de armazenamento do produto acabado da produção de placas compostas	61
Figura 25 – Zona de armazenamento de aditivos para a produção de placas especiais	62
Figura 26 – Zona de armazenamento do material elétrico	63
Figura 27 – Menu do programa de controlo de operações e consumíveis da ETA.....	66
Figura 28 – Separadores do formulário	67
Figura 29 – Formulário para o registo de operações	67
Figura 30 – Formulário para o registo de entrada e saída de consumíveis.....	68
Figura 31 – Tabela de registos inseridos pelo programa	68
Figura 32 – Formulário de pesquisa	69
Figura 33 – Tabela de gestão de stocks gerada pelo programa	70
Figura 34 – Gráfico de determinação do período de vida útil da ETA	73
Figura 35 – Custos do ciclo de vida por categorias de custo.....	75
Figura 36 – <i>Data frames</i> gerados no <i>RStudio</i> relativos à gramagem das placas.....	82
Figura 37 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA13A	83

Figura 38 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA13H.....	83
Figura 39 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA15A.....	83
Figura 40 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA15H.....	84
Figura 41 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA13A.....	85
Figura 42 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA13H.....	86
Figura 43 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA15A.....	86
Figura 44 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA15H.....	87
Figura 45 – Data frames gerados no RStudio relativos à resistência à flexão das placas.....	89
Figura 46 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA13A.....	90
Figura 47 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA13A.....	90
Figura 48 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA13H.....	91
Figura 49 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA13H.....	91
Figura 50 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA15A.....	91
Figura 51 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA15A.....	92
Figura 52 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA15H.....	92
Figura 53 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA15H.....	92
Figura 54 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA13A.....	94
Figura 55 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA13A.....	94
Figura 56 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA13H.....	95
Figura 57 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA13H.....	96
Figura 58 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA15A.....	96
Figura 59 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA15A.....	97
Figura 60 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA15H.....	98
Figura 61 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA15H.....	98
Figura 62 – Curva de distribuição normal com valores críticos de Z.....	102
Figura 63 – Esquema da planta do secador.....	104
Figura 64 – Esquema das temperaturas das portas do secador.....	107
Figura 65 – Imagem termográfica da junção entre a porta 6 e a porta 5.....	108
Figura 66 – Imagem termográfica da junção entre a porta 2 e a porta 1.....	108
Figura 67 – Imagem termográfica da junção entre a porta 1 e a porta 2.....	108
Figura 68 – Imagem termográfica da junção entre a porta 3 e a porta 4.....	109
Figura 69 – Imagem termográfica da junção entre a porta 6 e a porta 7.....	109

Figura 70 – Imagem termográfica da junção entre a porta 15 e a porta 16	109
Figura 71 – Imagem termográfica da junção entre a porta 19 e a porta 20	110
Figura 72 – Imagem termográfica da junção entre a porta 20 e a porta 21	110
Figura 73 – Imagem termográfica da junção entre as portas da interligação	110
Figura 74 – Sistema Quick-Change Dryer Door Seal da Westmill Industries (Documentação técnica)	111
Figura 75 – Imagem termográfica da porta 2 depois da aplicação do sistema de vedação	112

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Escalas utilizadas na matriz GUT	44
Tabela 2 – Escala utilizada na matriz de valorização	48
Tabela 3 – Documentos relativos à implementação dos 5S	64
Tabela 4 – Valores anuais dos custos de manutenção	72
Tabela 5 – Valores anuais dos custos de manutenção (continuação da Tabela 4)	72
Tabela 6 – Determinação do período de vida útil da ETA	73
Tabela 7 – Valores dos custos com os consumíveis utilizados no tratamento da água.....	74
Tabela 8 – Valores dos custos e ganhos na fase de fim de vida da ETA	74
Tabela 9 – Valor do custo do ciclo de vida da ETA.....	75
Tabela 10 – Determinação da redução da quantidade de gesso	77
Tabela 11 – Determinação do valor do gesso reduzido.....	78
Tabela 12 – Determinação do valor do gás reduzido na calcinação.....	79
Tabela 13 – Determinação da quantidade de gás utilizada por hora no secador	80
Tabela 14 – Determinação do valor do gás reduzido no secador	81
Tabela 15 – Determinação da redução de custos global.....	81
Tabela 16 – Caracterização descritiva da variável “Peso”	84
Tabela 17 – Caracterização descritiva das variáveis “Resistência.T” e “Resistência.L” para as placas BA13A e BA13H	93
Tabela 18 – Caracterização descritiva das variáveis “Resistência.T” e “Resistência.L” para as placas BA15A e BA15H	93
Tabela 19 – Mínimos exigidos pela norma EN250	101

SIMBOLOGIA, SIGLAS E ABREVIATURAS

BA13A – Placa Standard com espessura de 13 milímetros

BA13H – Placa Hidrófuga com espessura de 13 milímetros

BA15A – Placa Standard com espessura de 15 milímetros

BA15H – Placa Hidrófuga com espessura de 15 milímetros

C – Concordância

CA – Custo de Aquisição

CCV – Custo do Ciclo de Vida

CFV – Custo de Fim de Vida

CM – Custo de Manutenção

CO – Custo de Operação

EPS – *Expanded Polystyrene*

G – Gravidade

GA – Gestão de Ativos

GCVTA – Gestão do Ciclo de Vida Total de Ativos

GUT – Gravidade x Urgência x Tendência

H₀ – Hipótese nula

H₁ – Hipótese alternativa

I – Importância

IAM – *Institute of Asset Management*

IT – Instrução de Trabalho

JIT – *Just-In-Time*

Kg – Quilogramas

kWh – Quilowatt-hora

m² – Metro Quadrado

m³ – Metro Cúbico

mm – Milímetros

MWh – Megawatt-hora

N – Newton

P – Prioridade

PAS 55 – *Publicly Available Specification 55*

PDCA – Plan-Do-Check-Act

PESTEL – fatores Políticos, Económicos, Sociais, Tecnológicos, Ecológicos e Legais

PESTL – fatores Políticos, Económicos, Sociais, Tecnológicos e Legais

ROI – Return Over Investment

SDCA – Standardize-Do-Check-Act

SGA – Sistema de Gestão de Ativos

SGI – Sistema de Gestão Integrado

SGIQA – Sistema de Gestão Integrado de Qualidade e Ambiente

SGRSE – Sistema de Gestão de Responsabilidade Social Empresarial

SGSST – Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho

SMED – Single Minute Exchange of Dies

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats

T – Tendência

TPS – Toyota Production System

U – Urgência

VBA – Visual Basic for Application

α – Nível de significância

θ – Taxa de Inflação

μ – Média

Iat – Indicador de apoio técnico e prontidão na resolução de ocorrências/solicitações

Icr – Indicador de capacidade de resposta

If – Índice de fornecedor

Ip – Indicador de preço

Ipc – Indicador da conformidade do produto fornecido

Ipcp – Indicador de preço e condições de pagamento

Ipe – Indicador prazo de entrega

Ips – Indicador prazo de prestação de serviço

Iqs – Indicador da qualidade do serviço

Ir – Indicador de reclamações a fornecedores

Ird – Indicador dos requisitos de desempenho

Irf – Indicador da relação direta com o fabricante

Irf – Indicador das reclamações a fornecedores

Isgqa – Indicador dos sistemas de gestão de qualidade e ambiente do fornecedor

i – Taxa de Capitalização

n – Número de observações

σ – Desvio Padrão

\bar{X} – Média de uma amostra

$z_{1-\alpha/2}$ – Valor crítico de *z*

5S – Cinco S (metodologia)

1. Introdução

O presente relatório, realizado no âmbito da unidade curricular de Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, detalha as atividades desenvolvidas durante o período de estágio na Gyptec.

1.1. Enquadramento do Tema

Diversos fatores determinantes para as organizações, como o aumento do nível de globalização, as alterações climáticas, a escassez de fornecimento de recursos, o aumento dos custos energéticos e a maior conscientização dos stakeholders sobre a responsabilidade social e ambiental, obrigam as organizações a se ajustar de forma a conseguirem manter, recuperar e sustentar as vantagens competitivas para subsistência a longo prazo (Tasdemir e Gazo, 2018). O Lean é uma das abordagens que as empresas podem adotar para conseguirem alcançar um melhor desempenho global e assim se manterem bastante competitivas nos mercados onde estão inseridas.

Nas últimas décadas, os mercados são caracterizados por serem cada vez mais competitivos à medida que exigem progressivamente produtos e serviços personalizados a preços mais baixos e com prazos de entrega mais curtos. Em resposta às novas exigências dos mercados, o Lean, sendo um sistema de gestão difundido, ao focar na eliminação de desperdícios, permite obter processos mais eficientes, prazos de entrega mais curtos e maior flexibilidade no fornecimento de uma ampla variedade de produtos e serviços, com menor custo e rapidez de resposta, à medida das exigências dos clientes (Gil-Vilda et al., 2021).

No contexto económico-empresarial atual, por um lado, as empresas sentem a necessidade de fazer crescer os seus negócios, por outro, a conjuntura financeira das mesmas não incentiva a investimentos que impliquem demasiados encargos financeiros, surgindo a necessidade de alcançar objetivos com a menor quantidade de recursos possível. A melhoria pode ser conseguida através da inovação, mas são necessários demasiados investimentos, com elevados custos e implementações longas, podendo ser uma opção impraticável para a maioria das empresas que procuram melhorar resultados com rapidez, na conjuntura atual (Vaz, 2016). Assim, surge a necessidade de recorrer ao Kaizen.

O Kaizen, sendo uma das bases da filosofia Lean, procura melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos e serviços, implementando uma cultura de melhoria contínua em toda a empresa (Desta et al., 2014). A melhoria contínua é conseguida através da implementação de várias melhorias ao longo do tempo.

É neste contexto, que surge a relevância de analisar quais os procedimentos, da Gyptec, que necessitem da implementação de ações de melhoria e quais os seus impactos globais dessas melhorias para a empresa.

1.2. Objetivos e Metodologia

O trabalho de estágio realizado e reportado no presente relatório foi desenvolvido durante um período de nove meses com início a 20 de setembro de 2021 e termo a 27 de maio de 2022. O objetivo principal deste estágio foi analisar quais as necessidades de implementação de ações de melhoria nos diversos procedimentos da empresa, seguido do seu desenvolvimento e

implementação. No decorrer das atividades do estágio, existiu a contribuição em várias áreas relativas à gestão industrial da organização, como as atividades associadas ao Sistema de Gestão Integrado (SGI) e à Gestão de Ativos (GA) da empresa.

Para o cumprimento do objetivo principal, é necessário cumprir um conjunto de objetivos parciais: (i) analisar todos os procedimentos, inerentes às áreas mencionadas, tendo em vista, a identificação de problemas e oportunidades de melhoria; (ii) elaborar a proposta de melhoria, baseada na filosofia Lean e nas ferramentas que lhe estão associadas, com o objetivo de diminuir os desperdícios e reduzir os custos associados aos vários procedimentos; (iii) estudar a viabilidade de implementação das propostas de melhorias desenvolvidas; (iv) implementar as propostas viáveis, recolher e analisar os resultados alcançados.

A metodologia utilizada neste projeto engloba a identificação de problemas, a tentativa de resolução destes e a avaliação dos resultados, promovendo mudanças dentro da empresa. No que diz respeito à pesquisa bibliográfica, esta foi efetuada através de diversas fontes, como artigos científicos e técnicos, livros, jornais e revistas, e também Google Scholar, Scopus e Web of Science.

1.3. Estrutura do Relatório

O relatório encontra-se dividido em cinco capítulos, nos quais são descritas as atividades realizadas durante o estágio, bibliografia e anexos. O capítulo 1, consiste na introdução ao desenvolvimento do relatório, sendo formado por três secções. Na primeira secção, é feito o enquadramento do tema do relatório. Na segunda secção, são descritos os objetivos fundamentais do estágio, assim como a metodologia adotada para a sua realização. Por último, na terceira secção, o capítulo fecha com a descrição da estrutura do relatório.

No capítulo 2, consta o enquadramento teórico, resumindo a pesquisa literária realizada para sustentar e completar a parte prática do projeto, sendo constituído por três secções. A primeira secção, é referente à filosofia Lean, onde é abordada a origem e evolução do Lean, os princípios e os pilares dessa filosofia. A segunda secção, refere-se ao conceito de GA, à sua evolução e em particular à Gestão do Ciclo de Vida de um Ativo. A terceira e última secção, foca-se no conceito de SGI, na sua integração e implementação numa empresa.

Segue-se o capítulo 3, dividido em 2 secções, onde é feita a apresentação da empresa Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A., do grupo de empresas em que se insere, dos seus produtos e processo produtivo, e, por último, da sua estrutura organizacional.

O capítulo 4, integra o conjunto de ações de melhoria desenvolvidas e implementadas durante o estágio. Este capítulo, é constituído por cinco secções, onde cada uma delas representa uma ação de melhoria. Para cada uma das ações de melhoria, é referido o problema que se tenciona resolver, é apresentado o desenvolvimento da melhoria e os resultados da sua implementação.

Por fim, no capítulo 5, expõem-se as conclusões obtidas com o trabalho realizado, sendo complementarmente efetuadas recomendações para o trabalho futuro.

Apesar de não serem capítulo numerados, as referências bibliográficas e os anexos encontram-se após as conclusões.

2. Enquadramento Teórico

No capítulo anterior, definiram-se quais os objetivos fundamentais da realização do trabalho de estágio, reportado no presente relatório, sendo o desenvolvimento e implementação de ações de melhoria, o principal objetivo. As ações de melhoria implementadas, têm como fundamento a filosofia Lean, e incluem-se na GA e no SGI da Gyptec. Assim, este capítulo tem como propósito caracterizar o estado da arte da filosofia Lean, da GA e dos SGI, estando dividido em três secções. A primeira, refere-se à origem e evolução da filosofia Lean, bem como aos princípios e pilares dessa filosofia. A segunda, foca-se no conceito de GA, na sua evolução e em particular na Gestão do Ciclo de Vida de um Ativo. A terceira e última secção, aborda o conceito de SGI, a sua integração e implementação numa empresa.

2.1. Filosofia Lean

A filosofia Lean deve ser encarada como uma direção pretendida, ou seja, como uma abordagem holística que ultrapassa os limites do chão de fábrica influenciando tanto a produção como todas as atividades operacionais, e não, no sentido estrito, como um conjunto de ferramentas, técnicas e práticas em resposta a um problema específico (Tiwari et al., 2011). O Lean é um termo cada vez mais encontrado atualmente nos mais variados artigos publicados, sendo uma estratégia em contínuo desenvolvimento, assente num conjunto de princípios e ferramentas para atingir o seu objetivo de eliminar desperdícios, de forma a melhorar o desempenho de uma empresa (Manea, 2013).

2.1.1. Origem e Evolução da Filosofia Lean

Na indústria automóvel, a Ford Motor Company, foi considerada uma referência máxima de sucesso ao utilizar o sistema de produção em massa, criado por Henry Ford. O sistema de produção em massa permite a produção de produtos standardizados em grande escala com recurso a linhas de montagem e processos de fabrico complexos, mas com a crescente procura por produtos diversificados, a principal dificuldade era a adaptação deste sistema às necessidades do mercado (Almeida, 2015).

Após a 2ª Guerra Mundial, a escassez de recursos e todas as consequências daí resultantes, levou a Toyota Motors Company a deter dificuldades financeiras. Depois de uma visita à Ford, a Toyota verificou que não tinha capacidade para sustentar um sistema de produção em massa, mas sim criar um novo sistema de produção com o objetivo de eliminar todo e qualquer desperdício nas linhas de montagem (Costa, 2013). Com as dificuldades financeiras e o baixo volume do mercado japonês, não se justificava a produção em grande escala, sendo a produção de grandes variedades de automóveis em pequenos volumes, a melhor solução para ganhar quota de mercado. Então, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda foram incumbidos de desenvolver um novo sistema de produção, para a Toyota, diferente dos sistemas de produção dos seus concorrentes ocidentais, que servisse de alternativa à produção em massa e que fundisse vários conceitos retirados das religiões e filosofias asiáticas com os melhores conceitos existentes de produção americanos (Farinha, 2015). Ao analisarem os sistemas de produção ocidentais, perceberam que a produção de grandes lotes de componentes gerava: níveis de componentes com defeitos maiores; níveis de stock elevados, que reduziam a liquidez da empresa e requeriam espaço adicional para armazenamento; e incapacidade das

empresas irem de encontro às necessidades dos consumidores em termos de diversidade (Rovisco, 2017).

Neste contexto, surgiu um sistema de produção unificado de alta produtividade e qualidade, que permitisse reduzir os desperdícios, e cuja eficiência fosse comparável aos sistemas de produção em massa, adaptando a produção às necessidades do mercado. O sistema, intitulado de Toyota Productive System (TPS), baseia-se na produção em fluxo contínuo, que não depende de longos ciclos de produção nem de elevados stocks para ser eficiente, sendo necessário apenas uma pequena parte do tempo e do trabalho total para gerar valor (Ismael, 2015). O TPS é um sistema com foco apenas no que gera valor e ao reduzir tudo o resto, permite eliminar metodicamente o desperdício, orientando a sua produção e atenção para a satisfação dos clientes.

Quando implementado por uma empresa, o TPS, passa pelo compromisso da gestão em investir continuamente nos seus colaboradores e promover uma cultura de melhoria contínua. Especialistas da Toyota, Wakamatsu e Kondo, explicaram que a essência do TPS é dar oportunidade a cada colaborador de encontrar problemas na maneira como executa a sua função, de forma a resolvê-los e a fazer melhorias, uma vez que são os colaboradores quem melhor conhece cada etapa dos processos, o que leva a que sejam os melhores a resolverem qualquer problema relacionado com os mesmos. A verdadeira vantagem da Toyota era a capacidade de usufruir do intelecto dos mais variados colaboradores, sempre tendo como foco a cultura de desafiar o status quo com melhoria contínua (Larman e Vodde, 2009). Para além disso, uma organização que pretenda implementar o TPS, tem de se comprometer a uma constante aprendizagem e melhoria, sem esquecer a necessidade de inovação, que é o que permite valorizar os produtos e serviços, de forma a torná-los atrativos e competitivos num mercado saturado de exigências (Costa, 2013).

O sucesso do TPS, fez com que a Toyota crescesse, tornando-se numa empresa modelo, e levou a que, nas décadas seguintes, o sistema fosse gradualmente adotado por outras empresas japonesas e, nos anos 90, se tivesse generalizado mundialmente (Mourato, 2019). Com efeito, quando o TPS chegou aos Estados Unidos, vários autores começaram a definir esta filosofia de produção. Foi em 1990, que o termo “Lean” foi totalmente adotado para fazer referência ao TPS, após a publicação do livro “The machine that changed the world”, escrito por James Womack, Daniel Roos e Daniel Jones (Womack et al., 1990). O termo Lean, deve-se ao facto de o princípio subjacente a esta filosofia ser a redução de recursos e a utilização de apenas o necessário, sendo menor o esforço de trabalho, menor o número de equipamentos, menor tempo e espaços necessários e menor stock. A sua aplicação reforça a qualidade, a flexibilidade, a variedade e o serviço ao cliente, procurando sempre satisfazer os seus desejos e se possível exceder as suas expectativas em relação a um determinado produto ou serviço (Almeida, 2015).

De 1988 a 1995, o termo “Lean”, começou a ser mencionado na literatura maioritariamente como “Lean Production”, em artigos que descreviam as primeiras experiências com a utilização da abordagem Lean e os limites dessa prática. No ano 1991, Delbridge introduziu o termo “Lean Manufacturing” como sinónimo para “Lean Production”, sendo que este termo passou a ser mais utilizado após o ano 2000. De 1992 a 1996, alguns autores atualizaram a abordagem Lean para um nível mais conceitual, introduzindo os termos “Lean Management”, “Lean Enterprise” e “Lean Thinking”, abrindo portas para o uso destes termos em contextos não industriais. Em simultâneo, de 1994 a 2000, foram publicadas as primeiras tentativas de aplicar o Lean em diferentes contextos: no contexto da produção, utilizou-se o termo “Lean

Construction”; fora do contexto da produção propriamente dita, utilizou-se “Lean Logistics” e “Lean Supply Chain”; e combinando o Lean com tópicos complementares, utilizou-se “Lean and Green”, “Lean Product” e “Lean Six Sigma”. Foi apenas em 2005, que o conceito Lean abriu fronteiras para o setor dos serviços, principalmente com o “Lean Six Sigma”, “Lean Office”, “Lean Healthcare” e recentemente “Lean Startup”. Finalmente, em 2017, o termo “Lean 4.0” apareceu como um caminho promissor para novos desenvolvimentos ao fundir as tecnologias da Indústria 4.0 à filosofia Lean (Gil-Vilda et al., 2021).

Todos os termos utilizados para referir o Lean, mencionados anteriormente, são especificadores que explicam a aplicação do Lean em vários contextos. Os termos são apresentados de seguida por ordem cronológica de surgimento, segundo uma pesquisa realizada na base de dados da Scopus e da Web Of Cience:

- ***Lean Production (1988)***

O termo *Lean Production*, foi introduzido por Krafcik (1988), no artigo “Triumph of the Lean Production System”, mas foi em 1990, que o termo foi totalmente adotado após a publicação do livro “The Machine that Changed the World”, dos autores Womack, Jones e Roos, que descreve a produção *Lean* como uma alternativa à produção em massa, utilizando as debilidades, deste último, como inspiração para o avanço do novo sistema de produção *Lean* (Womack et al., 1990). Entre 1992 e 1996, verificou-se um crescente interesse no *Lean Production*, sendo que, entre 1997 e 2007, se verificou um diminuição desse interesse. Foi em 2008 que, este termo, voltou a ganhar novamente interesse académico, simultaneamente com o *Lean Manufacturing* (Gil-Vilda et al., 2021).

- ***Lean Manufacturing (1993)***

O termo *Lean Manufacturing*, foi introduzido por Hogg (1993), no artigo “Lean Manufacturing”, onde o conceito é utilizado para definir uma nova geração de empresas industriais que apresentavam melhorias significativas na eficiência e na eficácia dos processos produtivos. O *Lean Manufacturing* pode ser considerado um sinónimo de *Lean Production*, mas abordando mais o campo das operações industriais. O *Lean Manufacturing* é mais utilizado ao referir a produção de bens e o *Lean Production* é mais utilizado ao referir as indústrias de serviços.

- ***Lean Management (1993)***

O termo *Lean Management*, foi introduzido por Wynne e Marovac (1993), no artigo “Lean Management, Group Support Systems, and Hypermedia: A Combination Whose Time has come”, que considera o *Lean Management* uma extensão do *Lean* para a gestão de operações, para o comportamento organizacional e para a gestão estratégica, onde se verifica uma conversão da gestão centralizada para uma gestão distribuída.

- ***Lean Logistics (1994) e Lean Supply Chain (1999)***

O termo *Lean Logistics*, foi introduzido por Fynes e Ennis (1994), com o artigo “From Lean Production to Lean Logistics: The Case of Microsoft Ireland”. O termo *Lean Supply Chain*, foi introduzido por Ó hUallacháin e Wasserman (1999), no artigo “Vertical Integration in a *Lean Supply Chain*: Brazilian Automobile Component Parts”. Estes dois termos são considerados equivalentes, uma vez que ambos incidem na reorganização vertical das cadeias de produção, na eficiência dos fluxos de materiais dentro e fora da instalação industrial, na integração e no desenvolvimento de fornecedores.

- ***Lean Enterprise (1994)***

O termo *Lean Enterprise*, foi introduzido por Womack e Jones (1994), no artigo “From Lean Production to the Lean Enterprise”, onde o conceito *Lean* passa a ser um conceito mais abstrato. O conceito *Lean Enterprise* consiste num novo modelo organizacional onde a cadeia de valor forma um fluxo contínuo de valor que produz, vende e presta serviços a um conjunto de produtos, ou seja, se todas as atividades que geram valor se unirem, o desempenho global pode ser significativamente mais elevado.

- ***Lean Construction (1994)***

O termo *Lean Construction*, foi introduzido em 1994, por Koskela, no artigo “Lean Production in Lean Construction”. O’Brien (1996), no artigo “Lean Production, Lean Construction new paradigma goes with the flow”, coloca o *Lean Production* como uma sugestão de utilização dos objetivos *Lean* nos objetivos da construção, onde a construção pode ser vista como uma coleção hierárquica de fluxos que geram valor, ou seja, fluxos que satisfazem os requisitos dos clientes. O *Lean Construction* adapta princípios e ferramentas *Lean* a este processo de produção específico.

- ***Lean and Green (1994)***

O termo *Lean and Green*, foi introduzido por Davids (1994), no artigo “Lean and Green”. Mais tarde, Florida (1996), aprofundou mais o tema no artigo “Lean and Green: The Move to Environmentally conscious manufacturing”, onde o termo *Lean and Green* representa a otimização dos processos de produção de forma a melhorar simultaneamente o desempenho industrial e o impacto ambiental. O conceito *Lean and Green* surgiu como uma combinação do *Lean* com conceitos ambientais e de sustentabilidade, centrando-se nas práticas *Lean* que podem contribuir para reduzir o impacto ambiental, mantendo o desempenho operacional.

- ***Lean Thinking (1996)***

O termo *Lean Thinking*, foi introduzido em 1996, por Womack e Jones, no livro “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”. No mesmo ano, Helper (1996), publicou uma crítica ao livro de Womack e Jones, onde menciona que os autores do livro, quando se referem ao *Lean Thinking*, generalizam o conceito do *Lean Production*, ou seja, o termo *Lean Thinking* representa uma abordagem mais abstrata. O conceito *Lean Thinking* adota uma forma de pensar que faz melhorias radicais em qualquer organização.

- ***Lean Product (1996)***

O termo *Lean Product*, foi introduzido por Karlsson e Åhlström (1996), no artigo “The Difficult Path to Lean Product Development”, onde o desenvolvimento de produtos *Lean* melhora significativamente a posição competitiva de uma empresa. A implementação do *Lean Product* oferece o potencial para o desenvolvimento mais rápido do produto, para uma melhor produção do produto, para uma melhor qualidade do produto, para menores problemas no arranque da produção e para menor tempo de colocação do produto no mercado. Este termo representa uma extensão do desenvolvimento de produtos, em que o desenvolvimento é caracterizado como rápido, eficiente e de baixo custo.

- ***Lean Service (1998)***

O termo *Lean Service*, foi introduzido por Bowen e Youngdahl (1998), no artigo “Lean Service: In Defense of a Production-line Approach”, onde são descritos os atributos que

definem uma abordagem *Lean* da linha de produção ao serviço. O conceito *Lean Service* refere-se ao pensamento de que as empresas de serviços devem recorrer à lógica de produção *Lean*, ou seja, devem recorrer à aplicação de princípios e ferramentas *Lean* que melhorem a eficiência da produção de serviços.

- ***Lean Six Sigma (2003)***

O termo *Lean Six Sigma*, foi introduzido por Buell e Turnipseed (2003), no artigo “Application of Lean Six Sigma in Oilfield Operations”, onde o termo representa uma abordagem focada em obter conhecimento do processo e obter resultados mais seguros, mais rápidos, com melhor qualidade e a um menor custo. O conceito *Lean Six Sigma* é uma combinação dos princípios e ferramentas *Lean*, que permitem a redução de desperdícios, com os princípios e ferramentas Six Sigma, que permitem a redução da variabilidade e a promoção de liderança.

- ***Lean Maintenance (2004)***

O termo *Lean Maintenance*, foi introduzido em 2004, por Howard Cooper, no artigo “Lean maintenance maximizes cost savings”. Yile *et al.* (2008), no artigo “Lean Maintenance Framework and its Application in Clutch Maintenance”, citam Cooper, que define que o objetivo do *Lean Maintenance* é permitir que os equipamentos sejam fiáveis, que cumpram com 100% do tempo de funcionamento, enquanto permite reduzir, em mais de 50%, os custos associados à manutenção. O conceito do *Lean Maintenance* consiste numa manutenção pró-ativa que aplica atividades de manutenção planificadas e programadas, através de práticas de manutenção produtiva total, utilizando estratégias de manutenção desenvolvidas, através da aplicação da lógica de decisão de manutenção centrada na fiabilidade.

- ***Lean Office (2005)***

O termo *Lean Office*, foi introduzido em 2005, no livro “The Lean Office: Collected Practices and Cases”, onde o termo representa a extensão do *Lean* para ambientes não industriais, como ambientes comerciais e administrativos (Productivity Press Development Team, 2005). O conceito *Lean Office* consiste na transferência do *Lean* para ambientes não fabris com foco na melhoria da eficiência no nível administrativo (Gil-Vilda *et al.*, 2021).

- ***Lean Healthcare (2008)***

O termo *Lean Healthcare*, foi introduzido por Portioli-Staudacher (2008), no artigo “Lean Healthcare. An Experience in Italy”, onde o termo representa uma abordagem *Lean* para o setor da saúde, sendo que o objetivo não é melhorar o serviço, mas sim reduzir os stocks de medicamentos e outros suplementos de saúde com a apoio de ferramentas *Lean Logistics*. Em 2011, o *Lean Healthcare* passou a ser um sistema mais holístico com o objetivo de melhorar as organizações de saúde e o atendimento ao paciente, incluindo gestão hospitalar (Gil-Vilda *et al.*, 2021).

- ***Lean Startup (2011)***

O termo *Lean Startup*, foi introduzido por Ries, em 2011, no livro “The Lean Startup”. Mais tarde, Blank (2013), expandiu o conceito do *Lean Startup*, em “Why the Lean Startup Changes Everything”, onde propõe uma nova metodologia para promover o lançamento de empresas de forma mais rápida e com menores custos, comparativamente aos métodos de um plano de negócios tradicional. O conceito *Lean Startup* consiste na utilização de princípios *Lean* no lançamento de novos modelos de negócios, com o objetivo de reduzir o tempo de

colocação no mercado e minimizar o investimento inicial e os riscos associados (Gil-Vilda *et al.*, 2021).

- **Lean 4.0 (2017)**

O termo *Lean 4.0*, foi introduzido por Metternich, Muller, Meudt e Schade, em 2017, no artigo “Lean 4.0: Between Contradiction and Vision”. Mayr *et al.* (2018), publicou o artigo “Lean 4.0 – A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0”, onde combinam o conceito *Lean* com a Indústria 4.0, concluindo que o *Lean* é um pré-requisito para a digitalização. O conceito *Lean 4.0* consiste na combinação dos princípios e ferramentas do *Lean Manufacturing* e do *Lean Production* com as tecnologias da Indústria 4.0, reduzindo o desperdício e a complexidade (Gil-Vilda *et al.*, 2021).

Atualmente, a filosofia *Lean* continua a demonstrar ser um sistema capaz de gerar melhorias significativas, tanto em termos de produtividade, como de qualidade, não apresentando quaisquer sinais de desaceleração em termos de evolução. Esta filosofia alcançou uma enorme reputação mundial, sendo aplicada em todas as atividades económicas e recebendo contributos de entidades espalhadas por todo o mundo, que vão colaborando para o crescimento e desenvolvimento da mesma (Farinha, 2015). Essa evolução pode ser atribuída aos mecanismos: de expansão, ao alargar o conceito do *Lean* na área das operações; de transferência, ao aplicar o conceito além da produção; de *targeting*, ao focar o conceito em um determinado setor; e a combinação, ao fundir o conceito com outros conceitos (Gil-Vilda *et al.*, 2021).

2.1.2. Princípios do *Lean*

Segundo, Womack e Jones (1996), a filosofia *Lean* permite às organizações “determinar valor, alinhar as ações que acrescentam valor na melhor sequência, conduzir essas atividades sem interrupções quando houver procura e executá-las de forma cada vez mais eficaz”. Esta afirmação citada conduz à determinação dos cinco princípios fundamentais do *Lean* (Silva, 2014). Estes cinco princípios integram cinco passos sequenciais que constituem a base de uma implementação correta da filosofia *Lean*. De seguida, são apresentados os princípios (Tiwari *et al.*, 2011; Womack and Jones, 1996):

1. Especificação de valor

O valor está relacionado com a criação de razões para que o cliente opte pelo consumo de um produto ou serviço, sendo, por isso, determinado pelo cliente final. Algumas vezes a perceção desse valor é distorcido pelas empresas pré-existentes, nomeadamente por engenheiros e especialistas, que adicionam complexidade sem interesse para o cliente. Assim, tudo aquilo que não gera valor na perspetiva do cliente, deve ser eliminado.

2. Identificação da cadeia de valor

A cadeia de valor é o percurso a que o produto é submetido, desde a transformação da matéria-prima até ao produto ou serviço final, ou seja, a cadeia de valor é o conjunto de ações de conversão, da matéria-prima em produto acabado, necessárias para entregar o produto ao cliente, de acordo com as suas especificações. No processo de identificação da cadeia de valor, é possível reconhecer, dentro do processo global, tanto as atividades que efetivamente acrescentam valor, como as que não acrescentam valor, mas que são necessárias para a produção de um determinado produto ou para a prestação de um serviço específico. As atividades de agregação de valor, incluem todas as atividades que o cliente reconhece como

valiosas, isto é, pelas quais está disposto a pagar. As atividades que não agregam valor, incluem todas as atividades que o cliente considera sem valor, isto é, são atividades que envolvem ações desnecessárias, consideradas desperdício, e que devem ser eliminadas. As atividades necessárias, mas sem valor agregado, incluem todas as atividades que são necessárias sob as condições operacionais, mas que são consideradas não valiosas pelo cliente final, o que indica que devem ser melhoradas ao máximo.

3. Fluxo de valor

O conceito de fluxo consiste na eficiência do conjunto de interações entre as várias etapas da cadeia de valor. O objetivo é organizar as etapas, que criam valor para o produto final, num fluxo de materiais e informação, de modo a evitar perdas de tempo e paragens ou deslocamentos desnecessários.

4. Sistema Pull

O sistema pull consiste num sistema em que é o cliente final que lidera o processo de produção, ou seja, apenas são produzidas as quantidades desejadas pelo cliente e no momento que o cliente pretende, evitando, assim, desperdícios com o excesso de produção e consequente acumulação de stocks. Este sistema deve funcionar em sincronia com o fluxo de valor para satisfazer o cliente.

5. Procura da perfeição

A procura da perfeição é a procura contínua da identificação de desperdícios e das razões pelas quais o fluxo sincronizado de produção e valor funcionam. Então, não deverá existir um fim para os procedimentos de redução de tempo, espaço, custos e erros nos processos de eliminação de desperdícios e de criação de valor, para que seja possível oferecer ao cliente um produto ou serviço cada vez mais personalizado. Assim, devido à iteração dos quatro princípios anteriores, os desperdícios vão sendo identificados, até que todas as atividades ao longo do fluxo acrescentem valor.

Os cinco princípios, mencionados anteriormente, apresentam algumas lacunas por resolver, sendo, por esse motivo, proposta a adoção de mais dois princípios (Almeida, 2015):

6. Conhecer os *stakeholders*

Conhecer pormenorizadamente todos os *stakeholders* de um negócio, como os seus interesses e necessidades, e não apenas a satisfação do cliente final, é bastante importante para o sucesso do negócio.

7. Inovar continuamente

Inovar continuamente significa que devem ser desenvolvidas ações no sentido da criação de novos produtos, serviços e processos. A atividade de inovação, tal como a de eliminação do desperdício, é uma atividade fundamental na criação de valor para a organização, visto que a inovação é uma fonte de competitividade.

Estes princípios não são mais do que uma abordagem de solução de problemas para eliminar o desperdício, sendo que podem ser aplicadas em qualquer setor (Tiwari et al., 2011). Assim, é de extrema importância identificar corretamente os três principais tipos de atividades que não acrescentam valor para uma organização. Esses três tipos de atividades, denominadas com termos de origem japonesa, são (Farinha, 2015):

- **Muda** – que significa desperdício, refere-se a todas as atividades de um processo que consumam recursos e não acrescentem valor, impedindo a cadeia de valor de fluir até ao cliente final sob a forma de um produto ou serviço produzido com a qualidade certa, a quantidade certa, no momento certo e ao preço certo;
- **Muri** – que significa excesso, refere-se tanto a sobrecarga física, de equipamentos ou operadores, quando se produz mais do que a capacidade disponível. Através da uniformização dos processos, a produção ficará mais estável e controlada, diminuindo os desperdícios associados a esta atividade;
- **Mura** – que significa variação e variedade, refere-se às variações indesejáveis do produto ou processo difíceis de controlar, ou seja, a capacidade, às vezes excede o que se produz e outras vezes fica abaixo. Qualquer variação num produto ou processo deve ser reduzida para padrões toleráveis de maneira a prever resultados.

2.1.3. House of Lean

O Lean, inicialmente denominado modelo TPS, pode ser apresentado como uma casa, “House of Lean”, com diversas divisões interligadas internamente, cada uma com funções bem definidas, representando um sistema estruturado e organizado (Vieira, 2014). À semelhança de uma casa, a Toyota projetou a sua, da base para o topo, estando a estrutura do modelo dependente da base, dos pilares e do teto, sendo que se algum destes elementos for frágil, complicará a sustentação de toda esta filosofia numa organização (Barros, 2018).

Como se pode observar na Figura 1: na base da casa, existem diversas práticas e conceitos que conferem o suporte necessário ao Lean; no corpo da casa, existem dois pilares necessários à sustentação do Lean; e no teto da casa, ou seja, no topo do desenho, está o que todas as empresas procuram com a implementação da filosofia Lean.



Figura 1 – House of Lean (Silva, 2014)

2.1.3.1. Base – Bases do Lean

Na base da casa, encontram-se os aspetos fundamentais da filosofia Lean, que assentam em princípios e valores básicos, integrando todos os colaboradores da organização. A Estabilidade, o Heijunka, o Trabalho Padronizado e o Kaizen são as partes constituintes da base da casa. É através da aplicação da estabilidade e da normalização dos processos, que se

alcança o objetivo de reduzir a variabilidade da produção, de nivelar a produção (Heijunka) e de melhorar continuamente (Kaizen) (Vieira, 2014).

- **Estabilidade**

A Estabilidade é a consistência operacional dos equipamentos, a organização e arrumação dos espaços, o “fazer bem à primeira”, o alinhamento permanente com objetivos, propósito e missão disseminados na organização. A Estabilidade encontra-se na base da casa, uma vez que representa o resultado da aplicação simultânea de todos os elementos da parte superior da casa (Barros, 2018).

- **Nivelamento da produção – Heijunka**

O *Heijunka* é uma palavra de origem japonesa, que significa programação nivelada, e consiste num método de nivelamento de produção, que inclui a priorização de critérios de produto para alcançar um fluxo de produção uniforme e previsível sobre todos os possíveis tipos de produtos, resultando na redução do efeito chicote. Este método visa equilibrar, tanto o volume de produção como o mix de produção, e aumentar a eficiência da produção, possibilitando produzir todos os produtos encomendados, de acordo com o tempo definido e na quantidade necessária (Korytkowski *et al.*, 2013).

O sistema de produção com *Heijunka* não produz de acordo com a chegada dos pedidos de encomendas, mas sim de acordo com um volume total de encomendas, num determinado período, o que proporciona a produção em pequenos lotes. De forma a exemplificar o sistema de produção com *Heijunka*, adaptou-se um exemplo, dado por (Vieira, 2014), que consiste numa encomenda de 6 placas de gesso standard, 3 placas de gesso hidrófugas e 3 placas de gesso antifogo. A produção tradicional seria feita na sequência representada na Figura 2, ou seja, a sequencia seria a produção de todas as placas de gesso standard, seguida de um *setup*, depois a produção de todas as placas de gesso hidrófugas, seguida de um *setup* e, por último, a produção de todas as placas de gesso antifogo. Assim, na produção tradicional, bastavam apenas três *setups* para satisfazer a procura, mas iriam-se acumular elevadas quantidades de stock de diferentes produtos e a flexibilidade do processo produtivo seria menor, caso ocorresse algum imprevisto.



Figura 2 – Sequência da produção tradicional. Adaptado de Vieira (2014)

Já a produção com Heijunka seria feita na sequência representada na Figura 3, ou seja, iriam ser necessários mais setups, mas iria haver uma maior flexibilidade do processo produtivo ao produzir pequenos lotes de cada vez. Portanto, na produção com Heijunka, seriam evidentes as seguintes vantagens: diminuição do potencial de produção em grandes quantidades de produtos com defeito, redução significativa do capital investido em materiais, aumento da capacidade de resposta a eventuais problemas de produção e redução do espaço para inventário. Com este tipo de produção é necessário que o tempo de setup seja o menor possível e para isso deve-se aplicar a ferramenta Single Minute Exchange of Dies (SMED), que será explicada com detalhe mais à frente. O Heijunka é um conceito central que ajuda a trazer estabilidade ao processo de produção, e que melhora a eficiência operacional em vários objetivos relacionados à flexibilidade, velocidade, custo, qualidade e nível de atendimento ao cliente (Korytkowski et al., 2013).

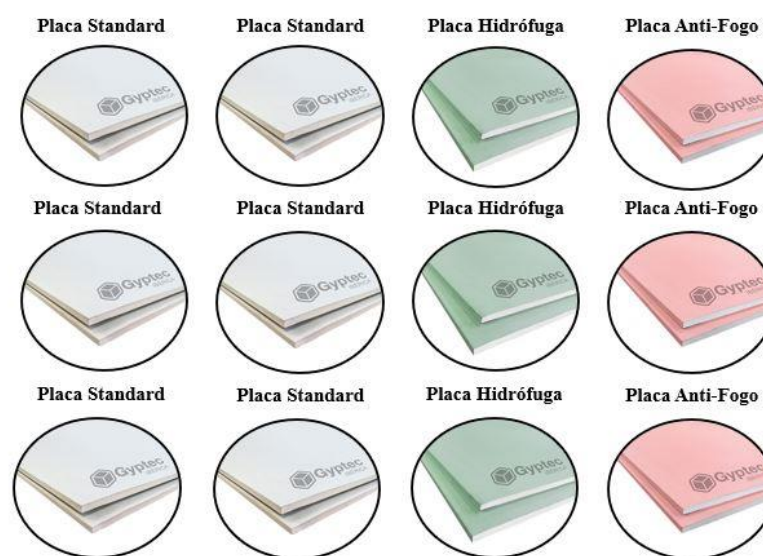


Figura 3 – Sequência da produção com *Heijunka*. Adaptado de Vieira (2014)

- **Trabalho Padronizado – *Standardize Work***

O Trabalho Padronizado é o processo de desenvolvimento e implementação regular de conceitos, métodos e operações uniformes e facilmente repetidos, adaptados à conceção de produtos distintos, resultando num modelo único de produção estável onde qualquer colaborador é capaz de executar qualquer operação (Barros, 2018). A documentação e padronização de cada etapa de trabalho de um processo produtivo completo, visa maximizar o desempenho e minimizar o desperdício em cada processo.

São vários os benefícios resultantes da implementação do Trabalho Padronizado numa organização, uma vez que permite a estabilizar a qualidade e a produção, permite facilitar a identificação e eliminação de desperdícios, estabilizar os custos de produção, reduzir a variabilidade dos processos de produção, simplificar a formação e o treinos dos colaboradores da equipa e estabelecer uma linha de base para a melhoria. A linha de base para a melhoria está no facto deste método de trabalho permitir avaliar as condições normais de trabalho, detetando as operações que podem ser melhoradas, no facto de identificar os vários tipos de desperdícios, assegurando a segurança e qualidade. Este método é usado como uma forma de definir métodos de trabalho para obter reduções de custos e agregar qualidades ao produto de forma consistente (Marksberry et al., 2011).

Os elementos que constituem o Trabalho Padronizado são (Vieira, 2014): o Takt Time, que é o tempo disponível de produção de acordo com a procura dos clientes em um determinado período de tempo, nivelando, assim, a quantidade de produção; a Sequência de trabalho, que consiste na execução repetitiva de tarefas que levam à produção com qualidade e da forma mais eficiente e segura, proporcionando um padrão que todos os trabalhadores devem cumprir, o que facilita a visualização de melhorias; e, por último, os Stocks Standards em Processo (Standard Work in Process), que consiste na quantidade mínima de unidades não acabadas que devem estar em processo para garantir o fluxo contínuo de produção de forma mais eficiente e segura, dependendo do número de postos de trabalho, do layout fabril, da capacidade dos equipamentos e do Takt Time.

- **Melhoria Contínua – *Kaizen***

O Kaizen, termo japonês que significa “mudar para melhor”, é uma das bases da filosofia Lean, que tem como objetivo assegurar a qualidade superior de produtos e serviços e a implementação de uma cultura de permanente melhoria, caracterizada pela insatisfação e pela constante procura de melhores resultados. A melhoria contínua estimula a proatividade dos colaboradores, de forma que estes adquiram hábitos que lhes permitem ser capazes de resolver problemas e desafios. Um hábito de melhoria contínua consiste na interseção: do conhecimento, necessário para que colaborador perceba o porquê de fazer a melhoria contínua e o que fazer nesse sentido; com o desejo, necessário para que se gere vontade de o fazer; e com o saber fazer, necessário para o colaborador tenha as habilitações para que a melhoria contínua aconteça (Pinto, 2014).

A melhoria contínua não é uma solução rápida, nem de implementar nem de dar resultados, é caracterizada por ser uma evolução gradual, dando tempo a todos para se ajustarem e aprenderem.

2.1.3.2. Pilares – Pilares do Lean

Os pilares da “House of Lean”, são fundamentais na sustentação da filosofia Lean, uma vez que se concentram em maximizar a qualidade e em minimizar o custo e o tempo de produção, enquanto eliminam os desperdícios, de forma a satisfazer as necessidades dos clientes (Barros, 2018). O Just-In-Time (JIT) e o Jidoka são os dois pilares constituintes da casa.

- ***Just-In-Time***

O primeiro pilar é o JIT e está intimamente ligado ao conceito de zero defeitos, uma vez que a produção de produtos sem defeitos é um pré-requisito para a obtenção de entregas ao cliente “just in time”. Para trabalhar em regime JIT, uma organização precisa de adotar o sistema pull, que inclui a ideia de que todo e qualquer processo só é ativado quando o processo a jusante o permitir, ou seja, o sistema apenas produz o que é necessário, no momento e quantidade necessária, com mínimo custo, em todos os processos do produto ou serviço (Silva, 2014; Tiwari et al., 2011; Manea, 2013). A aplicação prática do sistema pull requer a presença do sistema Kanban para controlo das operações de produção. Segundo (Pinto, 2014), um Kanban é “uma autorização para fazer ou mover algo, é um ponto de armazenamento de stock que permite responder aos pedidos dos clientes”, sem ele o sistema pull entra em rutura de stock e, conseqüentemente, o produto não será entregue ao cliente no prazo devido, ou seja, as quantidades de stock mantidas no Kanban permitem o fornecimento contínuo dos clientes, ao mesmo tempo que se disciplina a produção e a movimentação de materiais.

Assim, o JIT é uma técnica do sistema de produção pull segundo a qual todos os outputs são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao paradigma pull e ao Kanban para controlar e disciplinar o fluxo contínuo de materiais, pessoas e informação. O objetivo do sistema JIT é descobrir, identificar e eliminar os desperdícios, garantindo um fluxo contínuo de produção, sendo fundamental para garantir a estabilidade da produção e diminuir o efeito da flutuação da procura do mercado (Vieira, 2014).

Ainda dentro deste pilar, existe o conceito de Takt Time, já mencionado anteriormente, que corresponde a um tempo de ciclo variável definido de acordo com a procura, ou seja, para uma maior procura requer-se um menor tempo entre componentes consecutivos (menor Takt Time). Então, o Takt Time pode ser calculado através do quociente entre o tempo disponível e a procura nesse tempo disponível, resultando no ritmo a que o sistema de produção tem de funcionar para que a procura seja satisfeita. Para se conseguir alcançar um fluxo de produção contínuo, dentro dos limites da procura, o tempo de ciclo de uma sequência não pode ser, em momento algum, superior ao Takt Time, para que não haja atrasos nas entregas, nem muito inferior, para que não haja desperdícios no processo.

Portanto, as organizações deverão constantemente ajustar o tempo de ciclo dos seus processos ao Takt Time para satisfazer a procura e garantir uma adequada taxa de ocupação dos seus recursos (Pinto, 2014).

- **Automação – Jidoka**

O Jidoka, segundo (Manea, 2013), é um processo de controlo autónomo de qualidade referente à automatização das funções de supervisão da produção, em que os colaboradores são avisados em caso de uma situação anormal para interromper a linha de produção, evitando desperdícios e identificando as causas dos problemas e as soluções para que os mesmos sejam evitados futuramente. Este conceito consiste num mecanismo que evita a ocorrência ou propagação de uma não conformidade no processo, defendendo que é preferível parar a produção quando há indícios de uma anormalidade, em vez de continuar a produção com a presença dessa anormalidade, que produzirá mais desperdício. A implementação do Jidoka é tão bem sucedida quanto menor for a taxa de não conformidades na inspeção do produto final, pois quererá dizer que os problemas foram resolvidos na fonte (Vieira, 2014).

O Jidoka é auxiliado por sistemas Poka-Yoke, que são qualquer mecanismo que ajude os colaboradores a detetar e evitar erros, tendo como objetivo eliminar defeitos do produto, prevenindo, corrigindo ou alertando para erros dos colaboradores (Manea, 2013). Assim, a automação apoia o JIT, no que diz respeito ao impedimento de formação e propagação de defeitos, possibilitando que a devida inspeção ao problema seja realizada para que este não se repita, reduzindo, conseqüentemente, as paragens da produção (Vieira, 2014).

2.1.3.3. *Topo – Objetivos do Lean*

No topo da casa estão incluídos os principais objetivos do Lean, que são: a maximização da qualidade, a minimização dos custos e a minimização do tempo de entrega, o que resulta numa otimização do lucro. A juntar a estes objetivos já mencionados, inclui-se o objetivo de alcançar maior segurança e otimizar a moral dos trabalhadores. Estes objetivos são alcançados enquanto se eliminam os desperdícios, de modo a ir ao encontro das necessidades dos clientes (Barros, 2018). Assim, o foco do Lean está em reduzir o desperdício, através dos colaboradores que estão formados de maneira a identificarem desperdícios e a resolverem os problemas que os originam (Mourato, 2019).

2.1.4. Metodologia *Kaizen*

O *Kaizen*, como referido na secção 2.1.3.1., é um termo japonês que significa “mudar para melhor”, ou seja, é uma filosofia de melhoria contínua que envolve toda a organização, assumindo que é sempre necessário implementar pequenas melhorias, de forma a não estagnar a evolução (Vaz, 2016). A metodologia *Kaizen* consiste num conjunto de ciclos de atividades que se focam em processos orientados ao cliente, de modo a melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos e serviços, acumulando melhorias ao longo do tempo (Desta et al., 2014). Estas atividades *Kaizen* requerem a participação de todos os colaboradores para que se identifique com maior facilidade os problemas e as respetivas soluções, através da divisão de processos complexos em processos mais simples e posterior melhoramento gradual, que resulta em pequenos incrementos para tornar o processo mais eficiente e adaptável (Srinivasan e Shah, 2018). O objetivo da metodologia *Kaizen* é construir uma cultura de compromisso contínuo com a melhoria, ao melhorar continuamente os processos de produção através da eliminação dos fatores, que não acrescentam valor, nos métodos de produção (Arya e Choudhary, 2015).

Segundo Imai (1997), a melhoria pode ser conseguida através de duas formas: inovação e *Kaizen*. A melhoria através da inovação implica mudanças radicais e grandes investimentos, por outro lado, a melhoria através do *Kaizen* envolve a realização de pequenas melhorias nas situações atuais, numa base de mudanças de senso comum e baixo custo. Portanto, Imai (1986), defende que as organizações devem resolver os problemas através de soluções de baixo custo, que eliminem os desperdícios, uma vez que, com a resolução através das tecnologias mais sofisticadas, nos períodos em que a inovação não existe, a organização vai estagnar, devido ao facto de não haver esforços contínuos por manter o sistema. Ainda assim, com a aplicação da inovação, que também é necessária para a evolução de uma organização, o *Kaizen* encarrega-se de implementar pequenas melhorias nessas aplicações (Imai, 1997).

A estratégia *Kaizen* assenta em três princípios: orientação para o processo, melhorias contínuas e cultura baseada nas pessoas. O primeiro princípio, orientação para o processo, indica que as ações de melhoria são aplicadas aos processos, uma vez que é através de processos sólidos que se verificam melhorias de desempenho e qualidade. O segundo princípio, melhorias contínuas, indica que o *Kaizen* se foca em pequenas melhorias dos padrões de trabalho como resultado de esforços contínuos. O terceiro princípio, cultura baseada nas pessoas, indica que todos os colaboradores devem estar envolvidos e comprometidos nos projetos de melhoria contínua (Rossini et al., 2019).

A implementação da metodologia *Kaizen* requer que haja um plano de ação estruturado, assim como do respetivo acompanhamento, dado que o *Kaizen* engloba um conjunto de eventos isolados, que possuem um âmbito e duração limitados e que abrangem uma área ou departamento de forma individual. Os eventos *Kaizen* transmitem informação e conhecimento para que os colaboradores e respetivas equipas de trabalho estejam comprometidos em alcançar os objetivos de cada área e os objetivos estratégicos da organização. Estes eventos permitem a criação de planos de melhoria, através da verificação de resultados e da correção de desvios que dificultem a obtenção dos resultados esperados, sendo, também, utilizados no acompanhamento da implementação e na análise de melhoria que satisfazem as necessidades dos clientes, quer internos quer externos (Gomes, 2019).

De acordo com Imai (2012), a metodologia *Kaizen* deve abranger três atividades importantes: a primeira é a padronização das ações de melhoria, através dos ciclos *Plan-Do-Check-Act*

(PDCA) e *Standardize-Do-Check-Act* (SDCA); a segunda é a aplicação da ferramenta 5S e a terceira é a eliminação do *Muda*.

2.1.4.1. Padronização das ações de melhoria

A melhoria pode ser alcançada através da revisão periódica de padrões, da recolha e análise de dados referentes a defeitos e da motivação das equipas para encontrar soluções que resolvam os problemas. Quando os processos são padronizados, os colaboradores têm maior facilidade em identificar um problema, caso se verifique algum desvio relativamente ao padrão definido, e posteriormente, rever e modificar esse padrão ou corrigir o desvio (Srinivasan e Shah, 2018). Este é um processo cíclico, explicado a partir do ciclo PDCA ou ciclo de Deming, que defende que a melhoria contínua começa com a análise dos problemas existentes, de forma a analisar, avaliar e eliminar as não-conformidades encontradas. Após esta etapa, o processo desenvolve-se em quatro fases: Planear (*Plan*), Fazer (*Do*), Verificar (*Check*) e Agir (*Act*). Onde a fase “Planear” se refere à definição dos objetivos de melhoria e à elaboração dos planos de ação, que permitem atingir esses objetivos. Na fase “Fazer”, devem ser testadas mudanças no processo ao implementar o plano estabelecido, de forma a aumentar a produtividade e a qualidade e eliminar as causas dos problemas. Na fase “Verificar” é averiguado se os resultados das melhorias vão de encontro aos objetivos definidos, de modo a comparar com os valores estimados no plano de ação. Por fim, na fase “Agir” são implementadas as soluções. Caso as soluções sejam adequadas, a organização deverá adotá-las como padrão, trocando a fase “Planear” pela “Padronizar” (*Standardize*) do ciclo SDCA, onde se garante que o processo seja sempre executado da mesma forma e de acordo com o padrão definido. No caso das soluções não serem adequadas, a organização deve retornar o ciclo, começando na primeira fase “Planear” do ciclo PDCA (Gomes, 2019).

A padronização das ações de melhoria contínua serve para estabelecer a melhor forma de realizar um processo, assegurando a qualidade do produto ou serviço e prevenindo o surgimento de defeitos. Assim, após a execução do ciclo PDCA e encontrar o resultado esperado, é necessário padronizar a melhoria através do ciclo SDCA, de forma a garantir a sistematização do processo. A padronização das ações de melhoria permite representar a melhor forma de executar um processo, fornecer uma forma de medir o desempenho, mostrar a relação causa-efeito, fornecer uma base para a manutenção e melhoria, criar uma base para auditoria ou diagnóstico de problemas e fornecer fontes para prevenir a recorrência de erros e, consequentemente, minimizar a variabilidade (Srinivasan and Shah, 2018).

2.1.4.2. Metodologia Cinco S

A metodologia Cinco S (5S) é um método que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho e que utiliza processos visuais para obter resultados operacionais mais consistentes, sendo utilizado com o objetivo de criar um ambiente de trabalho ordenado, arrumado e organizado, de forma a reduzir o desperdício e a aumentar a produtividade dos colaboradores e dos processos (Al-Aomar, 2011). Os cinco componentes do 5S, que se referem às cinco fases necessárias para a implementação integral de todas as premissas da metodologia, são (Falkowski e Kitowski, 2013):

- **Seiri (organização)** – A organização serve para identificar quaisquer materiais desnecessários no posto de trabalho, de forma que estes sejam eliminados e que apenas reste o que é necessário, nas quantidades necessárias, quando é necessário.
- **Seiton (arrumação)** – A arrumação serve para manter todos os materiais em ordem e rotulados, de forma que seja possível encontrar facilmente o que é necessário. Esta

identificação rápida dos materiais pode ser obtida através da utilização de etiquetas de identificação, da definição de um local para cada material e da delimitação de áreas específicas.

- **Seiso (limpeza)** – A limpeza no local de trabalho serve para melhorar a sensação de conforto, de segurança e para reduzir o risco de falha dos equipamentos. Nesta etapa, a responsabilidade e o envolvimento comum de todos os colaboradores é bastante importante.
- **Seiketsu (normalização)** – A normalização é uma forma de implementação e manutenção das três fases anteriores da metodologia através da uniformização dos processos. A introdução de um conjunto de regras provenientes das fases de organização, arrumação e limpeza, define uma norma geral que ajuda os funcionários a entender as suas tarefas e objetivos a serem alcançados com a introdução do método 5S.
- **Shitsuke (autodisciplina)** – A autodisciplina é a atuação contínua em conformidade com os procedimentos de organização, arrumação e limpeza estabelecidos, tendo como objetivo eliminar a variabilidade, ou seja, fazer sempre bem à primeira. Para manter a autodisciplina pode-se utilizar, por exemplo, auditorias internas periódicas sobre a implementação das tarefas atribuídas, que ajudem na identificação de discrepâncias nos procedimentos e esquemas de recompensa para os colaboradores.

Os primeiros três ‘S’ incidem sobre o chão de fábrica, isto é, sobre o local de trabalho, o quarto e quinto ‘S’ incidem sobre a gestão, ou seja, sobre a transferência de conhecimentos e a inspeção das atividades implementadas. Algumas empresas acrescentam ainda um sexto ‘S’ de segurança, que não pode ser dissociado dos anteriores nem de qualquer atividade realizada, uma vez que a segurança está muito associada aos resultados do método 5S (Soltaninejad et al., 2021).

Geralmente, o 5S é o primeiro método Lean a ser implementado pelas organizações para facilitar a aplicação de outras técnicas Lean que melhoram e otimizam a estrutura e os parâmetros dos processos. Uma correta aplicação deste método melhora as condições de trabalho e incentiva os colaboradores a serem mais produtivos e a reduzir o desperdício, o tempo de inatividade não planeado e os stocks do processo (Al-Aomar, 2011).

A implementação do método 5S é da responsabilidade da direção e de toda a equipa de colaboradores, devendo ser realizado após a formação e conscientização prévia sobre a validade e eficácia desse mesmo método. As atividades a serem implementadas, através da metodologia 5S, trarão benefícios tanto aos colaboradores quanto à organização, por esse motivo, toda a equipa deve contribuir para o planeamento e implementação das diversas fases do método, controlando-as de forma contínua de acordo com todo o conceito (Falkowski e Kitowski, 2013).

Através de uma correta disposição dos elementos necessários ao processo produtivo, obtém-se um melhor desempenho, o que traz benefícios tangíveis para a organização. Assim, os principais benefícios resultantes da implementação do 5S são (Falkowski e Kitowski, 2013): a redução do desperdício no local de trabalho; a otimização do consumo de recursos; a redução da perda de tempo na procura de materiais; a melhoria da qualidade dos produtos e das atividades desempenhadas; a melhoria da organização do trabalho e da utilização do espaço na área de trabalho; a redução dos resíduos e conseqüente redução do impacto ambiental; a redução dos custos operacionais associados à redução de stocks; a melhoria da comunicação e

da cooperação dentro da empresa; a redução das taxas de acidentes e melhoria da segurança; e a melhoria das condições e ambiente de trabalho.

2.1.4.3. *Eliminação do Muda*

Muda, como referido na secção 2.1.2., é um termo japonês que significa desperdício e que se refere a todas as atividades de um processo que não acrescentam valor. O tipo de atividade Muda, inclui vários tipos de desperdícios, sendo as principais fontes as seguintes (Mourato, 2019; Almeida, 2015):

- **Transporte** – O transporte é a fonte de desperdício que se refere às movimentações desnecessárias ou excessivas de recursos, como equipamentos, materiais ou pessoas. As consequências desta fonte de desperdício são o facto de os sistemas de transporte ocuparem muito espaço, apresentarem custos de aquisição e manutenção significativos, aumentarem o tempo de produção e poderem danificar os produtos durante as movimentações. Qualquer transporte, do ponto de vista do cliente final, não cria valor, por isso, estas atividades devem ser reduzidas ao máximo, através, por exemplo, da implementação de melhorias no *layout* da instalação fabril, na forma como é feita a arrumação e a organização dos locais de trabalho, assim como na escolha dos métodos de transporte.
- **Excesso de stock** – O excesso de stock é a fonte de desperdício que se refere as existências que não são necessárias naquele momento para satisfazer as encomendas dos clientes. A consequência do stock excessivo é o facto de aumentarem o custo do produto, ao consumir recursos desnecessários em termos de espaço e mão de obra para o manuseamento do stock. Para evitar este desperdício deve ser utilizado um sistema de produção pull, que apenas produz o necessário para satisfazer os pedidos dos clientes.
- **Movimentação** – A movimentação é a fonte de desperdício que se refere a todos os movimentos efetuados que não acrescentam valor ao produto, geralmente, associados à má organização dos locais de trabalho. As consequências desta fonte de desperdício são diminuição do desempenho e da eficiência dos colaboradores. Para evitar este desperdício devem ser realizados estudos de métodos e tempos, planeamentos da localização e da posição de ferramentas e materiais, de forma a tornar os postos de trabalho mais eficientes e eficazes.
- **Tempo de espera** – O tempo de espera é a fonte de desperdício que se refere ao tempo que os colaboradores ou equipamentos se encontram em inatividade, à espera de algo, provocando perdas de produtividade no sistema. Para evitar este desperdício devem ser realizadas modificações no *layout* dos postos de trabalho e realizar um balanceamento do processo produtivo de acordo com a procura.
- **Processamento em excesso** – O processamento em excesso é a fonte de desperdício que se refere a qualquer operação ou processo que não acrescente valor ao produto, potenciando o aparecimento de defeitos e a utilização desnecessária de recursos. Para evitar o processamento excessivo deve ser assegurada a formação necessária dos colaboradores, a normalização dos processos e a automatização de algumas tarefas.
- **Produção em excesso** – A produção em excesso é a fonte de desperdício que se refere à produção do que não é necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias. A consequência desta fonte de desperdício é o facto de se utilizar vários recursos sem que haja o esperado retorno financeiro. Para evitar a produção excessiva e as suas consequências, devem ser implementadas metodologias de

produção *Lean*, como por exemplo, o mapeamento da cadeia de valor, os sistemas de produção *pull*, entre outras.

- **Defeitos** – Os defeitos são a fonte de desperdício que se refere aos produtos defeituosos, ou que não estão conforme os padrões de qualidade estabelecidos, que têm de ser retrabalhados ou eliminados. As consequências dos produtos com defeitos são o facto de se receber queixas por parte dos clientes e o facto de ocorrerem inspeções e reparações, conduzindo a uma diminuição da produtividade. Para evitar esta fonte de desperdício devem ser implementados métodos à prova de erros, fluxos de produção contínuos, operações padronizadas e automatizadas.

A metodologia *Kaizen* concentra-se na eliminação do desperdício nos locais onde se acrescenta valor, em vez de investir na esperança de o acrescentar, ou seja, concentra-se nas atividades que acrescentam valor e elimina as restantes (Vaz, 2016). Assim, a eliminação do Muda garante que haja esforços para melhorar os processos mantendo apenas as atividades que acrescentem valor.

2.2. Gestão de Ativos

De acordo com a ISO 55000, um ativo é “um bem, uma coisa ou uma entidade, que tem um valor potencial ou real para uma organização”, sendo esse valor um fator de carácter variável perante diferentes organizações e respetivos *stakeholders* (ISO, 2014). Segundo a *Public Available Specification 55* (PAS 55), é possível identificar cinco tipos de ativos: os ativos físicos, os ativos financeiros, os ativos humanos, os ativos de informação e os ativos intangíveis (IMA e BSI, 2008). Os ativos físicos são instalações, equipamentos, edifícios, cabos e outras infraestruturas. Os ativos financeiros correspondem ao lucro, ao capital financeiro, às ações, ao fundo de maneio e às dívidas. Os ativos humanos correspondem ao conhecimento, as competências, à responsabilidade e à experiência. Os ativos de informação são os dados em formato digital, a informação empresarial da organização e dos clientes, marcas e software desenvolvido, entre outros. Por fim, os ativos intangíveis são aqueles que, embora não apresentem uma forma física, representam valor para a organização, podendo ser considerado ativo intangível a reputação, a moral, o impacto social e as relações externas (Pereira *et al.* (2021); Pais *et al.* (2019))

Uma vez que este trabalho irá incidir principalmente na vertente da Gestão de Ativos Físicos, é importante que estes sejam definidos com maior rigor. Assim sendo, um ativo físico é considerado um objeto que tem valor, ou seja, é algo tangível e valioso por si só ou que produz valor para o proprietário, sendo parte constituinte do valor de um negócio. A PAS 55, define como ativo físico “instalações, máquinas, imóveis, edifícios, veículos ou outros itens que apresentem um valor distinto para a organização” (IMA and BSI, 2008). Os ativos físicos, devido ao desgaste, perdem valor ao longo da sua vida útil podendo chegar a tornarem-se obsoletos. Assim, as organizações devem centrar-se na rentabilização do valor dos ativos durante o respetivo ciclo de vida.

O controlo e a gestão eficazes dos ativos, por parte das organizações, são essenciais para perceber e produzir valor, gerindo os riscos e as oportunidades, a fim de alcançar o equilíbrio entre custo, risco e desempenho. Assim, a GA é definida na ISO 55000, como uma “atividade coordenada de uma organização para perceber e produzir valor a partir dos ativos”, sendo que a perceção e a produção de valor, envolve normalmente o balanço de custos, riscos, oportunidades e benefícios de desempenho. Outra definição para a GA, segundo Shahidehpour e Ferrero (2005), é “processo de maximização do retorno do

investimento do equipamento, através da maximização do desempenho e da minimização do custo total do ciclo de vida do equipamento”. Hastings (2015), defende que a GA, dado um negócio ou objetivo organizacional, é “o conjunto de atividades associadas: à identificação de quais os ativos necessários; à identificação das necessidades de financiamento; à aquisição dos ativos; ao fornecimento de apoio logístico e de manutenção aos sistemas de ativos; à eliminação ou renovação dos ativos”, para atingir o objetivo desejado, de forma eficaz e eficiente.

A GA traduz os objetivos da organização em decisões de carácter técnico e financeiro, em planos e em atividades, de forma a satisfazer as necessidades relacionadas com os ativos, usando uma abordagem apoiada no risco. A GA possibilita que uma organização analise a necessidade e o desempenho dos ativos e dos sistemas de ativos a diferentes níveis, de forma a aplicar abordagens analíticas de gestão em diferentes estágios do seu ciclo de vida, que pode começar na perceção da necessidade do ativo até à sua alienação (ISO, 2014). Decisões, planos e atividades relacionadas com a GA são realizadas com base num ciclo de aprendizagem, que constantemente monitoriza e revê o desempenho dos ativos decorrente de decisões passadas, fornecendo informação da evolução dos riscos e oportunidades, que irá servir de apoio a decisões futuras (Pais *et al.*, 2019).

A otimização dos processos da GA e a minimização do custo do ciclo de vida dos ativos, de modo a permitir decidir quais os ativos necessários para o cumprimento dos objetivos organizacionais, é uma necessidade comum a todas as organizações. A qualidade, sustentabilidade, eficácia e eficiência das funções de um ativo depende da sua adequada gestão. Sendo os principais benefícios da GA os seguintes (ISO, 2014):

- **Melhoria do desempenho financeiro** – a GA melhora o retorno dos investimentos e reduz os custos, sem que o valor dos ativos e o cumprimento dos objetivos organizacionais de curto e longo prazo sejam afetados;
- **Decisões fundamentadas de investimento em ativos** – a GA melhora a tomada de decisão e permite atingir um equilíbrio entre custo, risco, oportunidade e desempenho;
- **Gestão do risco** – a GA reduz perdas financeiras, melhora a segurança e a reputação, minimiza o impacte ambiental e social;
- **Melhoria dos serviços e dos resultados** – a GA assegura o desempenho dos ativos, podendo melhorar serviços ou produtos;
- **Demonstração de responsabilidade social** – a GA melhora a capacidade da organização para reduzir emissões, preservar recursos, demonstrar responsabilidade social e condução ética dos negócios e gestão;
- **Demonstração da conformidade** – a GA exige que haja transparência da conformidade para com os requisitos legais, estatutários e regulamentares;
- **Melhoria da reputação** – a GA melhora a satisfação dos clientes e a consciencialização e confiança dos *stakeholders*;
- **Melhoria da sustentabilidade da organização** – a GA gere eficazmente os resultados, gastos e desempenho a curto e longo prazo, melhorando a sustentabilidade operacional e da organização;

- **Melhoria da eficiência e da eficácia** – a GA melhora os processos, os procedimentos e o desempenho dos ativos, resultando numa melhoria da eficiência e eficácia.

Devido ao crescente aumento das exigências de entidades reguladoras nas várias áreas de aplicação, a necessidade de otimização da GA é cada vez maior. Os responsáveis pela GA devem ser capazes de usar os ativos de modo a satisfazer as exigências dos *stakeholders*. Sendo as necessidades de cada organização específicas e os recursos para investimento limitados, o desafio para os responsáveis pela GA é optar por práticas que melhor convêm à organização, de um ponto de vista operacional, estratégico e financeiro (Coelho, 2015).

A GA é baseada num conjunto de princípios fundamentais (ISO, 2014): o valor, visto que a GA não tem como foco o ativo propriamente dito, mas sim o valor que o ativo pode oferecer à organização e aos *stakeholders*; o alinhamento, uma vez que a GA, através das suas decisões, planos e atividades, permite atingir os objetivos organizacionais; a liderança, dado que é através do comprometimento de todos os níveis da gestão que se estabelece, utiliza e melhora a GA no seio da organização; por fim, a garantia, visto que a GA constitui a garantia de que os ativos assegurarão a sua função.

O desempenho, a qualidade e a disponibilidade da linha de produção são uma prioridade para as empresas, visto que uma falha de um equipamento pode provocar grandes implicações organizacionais e financeiras, causando variações na taxa de produção e na qualidade do produto. Tendo em conta a importância de uma boa gestão da disponibilidade e uso dos equipamentos, do uso dos recursos disponíveis e da manutenção dos equipamentos e recursos, é imprescindível para as empresas utilizar Sistemas de Gestão de Ativos (SGA) (Coelho, 2015). Um SGA, de acordo com a ISO 55000, é um “conjunto de elementos interrelacionados de uma organização, cuja função é estabelecer a política e os objetivos de GA bem como os processos necessários para atingir esses objetivos”. Os elementos de um SGA devem ser considerados como um conjunto de ferramentas, que se encontram integrados para assegurar que as atividades de GA são realizadas. O SGA proporciona um meio de coordenar os contributos e a interação entre as diversas unidades funcionais de uma empresa, uma vez que a GA interage com numerosas funções de uma organização (ISO, 2014).

2.2.1. Evolução da Gestão de Ativos

A GA é uma disciplina antiga que perante a influência de vários fatores, como a tecnologia, os clientes e os concorrentes, é forçada a evoluir constantemente, obrigando os gestores a avaliar, entender e aplicar constantemente novas práticas para manter as organizações competitivas (IBM, 2013). O termo GA, como atualmente é conhecido, começou a ser utilizado na Europa, no Reino Unido, desde o início dos anos 1990, graças à formação do IAM, que é o órgão profissional que desenvolve e dissemina as boas práticas da GA. Este instituto surgiu da procura de métodos que permitissem prestar serviços com maior eficiência, através de altos índices de produtividade e de terceirização de serviços. Este tipo de prática tornou-se difícil de sustentar, então as empresas tiveram de criar programas de forma que a periodicidade de substituição de ativos ou a periodicidade de manutenção fossem adiadas. Foi necessário, para as empresas desenvolverem esses programas, que existisse um maior conhecimento sobre cada ativo e um controlo sobre os processos de gestão de trabalho (Duarte, 2018).

De acordo com (IBM, 2013), há trinta anos a GA era realizada de forma fragmentada e por isso era designada por “manutenção de fábrica” (*Plant Maintenance*), há quinze anos era considerada uma “gestão de equipamentos” (*Equipment Management*), e hoje em dia, é vista

como “gestão de ativos empresariais” (*Enterprise Asset Management*), sendo que, ao longo destas mudanças semânticas, é nas funções e responsabilidades que estão as mudanças mais significativas. Através da Figura 4, pode-se observar que a GA evoluiu de um processo simples com registos em papel considerado um “mal necessário”, para um processo que analisa todo o ciclo de vida dos ativos e que se alinha com os objetivos estratégicos das empresas. Nos últimos anos, o conceito de GA tem vindo a desenvolver-se em todos os setores da indústria, viabilizando a aprendizagem cruzada entre os diversos setores e a partilha de boas práticas de otimização do valor do ciclo de vida dos ativos (Duarte, 2018). Futuramente, espera-se que a GA evolua ainda mais ao integrar-se cada vez mais com as novas tecnologias de gestão integradas nos próprios ativos (IBM, 2013).

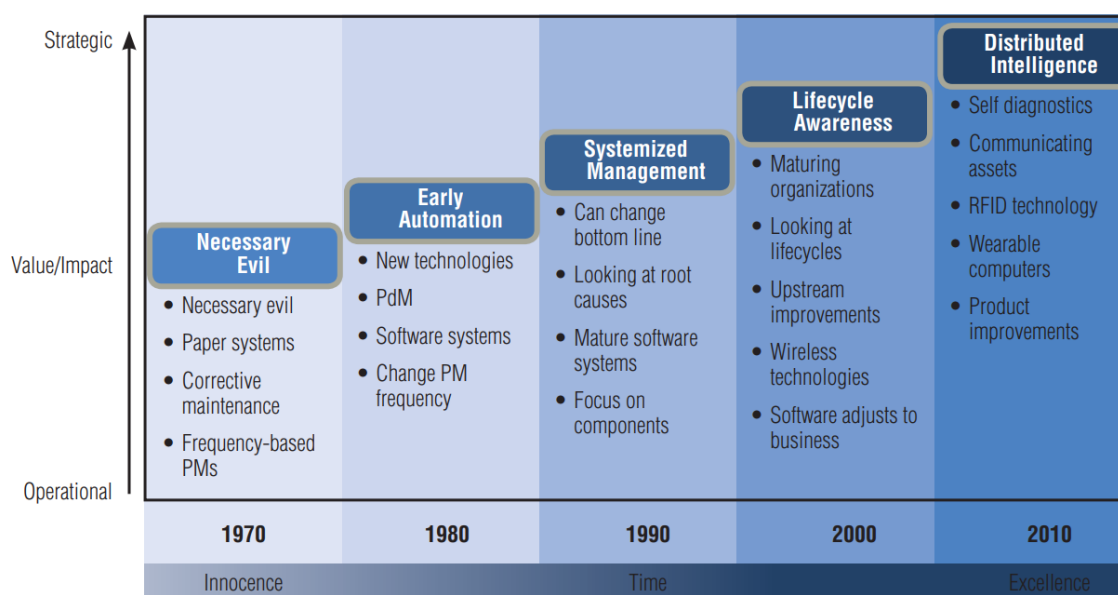


Figura 4 – Evolução da Gestão de Ativos (IBM, 2013).

Devido ao facto da GA estar em constante evolução, é importante que os gestores de ativos tenham consciência de que a sua função está em constante mudança, o que implica que estes tenham de aplicar novas práticas e novas tecnologias de forma a melhorar as suas operações. Os gestores de ativos são peças fundamentais, uma vez que estes não só acompanham a evolução da GA, como também ajudam a criá-la. É crucial que os gestores tenham uma boa capacidade de adaptação à mudança para que se consigam manter competitivos, mas também que tenham a capacidade de encontrar oportunidades nas mudanças e na tecnologia, de forma a impulsionar a diferenciação competitiva, acompanhar os requisitos dos clientes, criar e manter boas relações com fornecedores e distribuidores, de modo a obter um melhor desempenho e reduzir custos. Cada empresa tem as suas necessidades específicas e recursos limitados para investimento, o papel de um gestor de ativos passa por decidir quais as melhores práticas para a organização, de um ponto de vista operacional, estratégico e monetário, ou seja, encontrar as melhores práticas que se alinhem com a estratégia global organizacional (IBM, 2013).

2.2.2. Gestão do Ciclo de Vida do Ativo

O ciclo de vida de um ativo, segundo (Pais *et al.*, 2019), é definido como o período que uma entidade pode utilizar um ativo de forma economicamente eficaz e eficiente para promover a prestação de serviços. Este período abrange todas as fases da vida de um ativo: aquisição, operação, manutenção e eventual alienação. É necessário um acompanhamento e uma análise permanente durante o ciclo de vida dos ativos para que estes operem na sua máxima disponibilidade e eficiência (Raposo e Farinha, 2020).

Para a tomada de decisão e para a definição de estratégias de GA, tem de se ter em conta todo o ciclo de vida dos ativos. De acordo com a IBM (2013), a Gestão do Ciclo de Vida Total de um Ativo (GCVTA), tem uma ampla visão de como os ativos são projetados e desenvolvidos, como são utilizados, mantidos e, finalmente, eliminados. A estrutura da GCVTA é constituída por oito fases do ciclo de vida dos ativos:

- **Estratégia** – definição de uma estratégia relativa aos ativos que faça sentido para a classe de ativos e para os requisitos de negócio da organização. Esta estratégia pode incluir atividades como a avaliação de práticas de GA, o desenvolvimento de uma estratégia global de GA e o desenvolvimento de um programa de medição de desempenho;
- **Planeamento** – definição de objetivos, padrões, políticas e procedimentos com foco na estratégia de GA definida na fase anterior;
- **Avaliação/Projeto** – no caso da aquisição de ativos, faz-se a avaliação dos mesmos, desenvolvendo modelos de avaliação do programa financeiro, que apoia as decisões de compra. Já no caso da criação de ativos, recorre-se à realização do projeto desses mesmos ativos, integrando os planos de projeto ao ciclo de vida do produto, de forma a compreender melhor as despesas em infraestruturas, relativamente à rentabilidade global do produto, bem como assegurar que as atividades de GA apoiam os prazos de lançamento do produto;
- **Aquisição/Conceção** – ato planeado de criar, construir ou adquirir ativos. Esta fase pode ter dos impactos mais notáveis, visto que é a primeira fase onde é aplicado um valor monetário significativo;
- **Operação** – operar os ativos de acordo com a estratégia, os padrões, as políticas e os procedimentos definidos anteriormente. É nesta fase onde o desempenho dos ativos é mais afetado. A operação de ativos pode incluir atividades como a gestão de tecnologias de informação, de estratégias de gestão de desempenho e de soluções de visibilidade total de ativos;
- **Manutenção** – ações de manutenção aplicadas aos ativos de acordo com a estratégia, os padrões, as políticas e os procedimentos definidos anteriormente. Os custos e recursos necessários a estas atividades de manutenção podem alterar significativamente o custo total de propriedade dos ativos, devido aos custos de reparação e aos tempos de inatividade. A manutenção preditiva é um pilar nesta fase, uma vez que, baseada em históricos e observações anteriores, permite prever a ocorrência de um problema no normal funcionamento dos ativos, evitando que estes ocorram ou que interfiram com a produtividade do ativo;
- **Modificação** – modificar os ativos quando for necessário, assegurando que essas modificações são refletidas na estratégia, nos padrões, nas políticas e nos procedimentos definidos anteriormente. A modificação permite que os ativos sejam

reequipados, reaproveitados e permite adaptar tecnologia para facilitar processos mais recentes, sendo, esta atividade, a solução para a extensão da vida útil dos ativos;

- **Eliminação** – descartar ou liquidar os ativos de acordo com a estratégia, os padrões, as políticas e os procedimentos anteriormente definidos. Esta atividade pode ter implicações financeiras significativas para além dos custos com a substituição, alguns ativos têm custos ambientais e regulatórios a serem considerados.

Com o objetivo de os ativos operarem na sua máxima disponibilidade e eficiência, é crucial que seja realizada uma análise ao ciclo de vida dos ativos, o que implica uma adequada seleção dos ativos, uma adequada operação e manutenção e, no fim da sua vida, uma decisão apropriada para a renovação ou retirada de funcionamento (Raposo e Farinha, 2020).

2.2.3. Custo do ciclo de vida do ativo

Quando uma organização pretende adquirir um ativo, pretende fazê-lo sempre ao menor preço possível. No entanto, a avaliação e otimização económica do ciclo de vida de um ativo, desde a sua aquisição ou conceção até a sua eliminação, passando por todas as etapas do ciclo de vida do mesmo, resulta em benefícios significativos e poupanças atrativas. A perceção dos benefícios que resultam da utilização de uma abordagem global do ciclo de vida dos ativos, leva a que surja o conceito de Custo do Ciclo de Vida (CCV) (Matos, 2016).

O CCV de um ativo é o custo decorrente de todo o seu ciclo de vida, desde a fase de aquisição ou conceção até ao final da sua vida útil, passando pelo custo da fase de operação, custo derivado da manutenção e custo de eventuais intervenções de reabilitação ou eliminação, ou seja, abrange todas as despesas consideráveis durante o período de posse do ativo. O custo de aquisição (CA) correspondem aos custos associados à entrega, instalação e colocação em funcionamento do ativo. O custo de operação (CO) corresponde aos custos decorrentes do funcionamento e da gestão do ativo, incluindo os custos administrativos associados. O custo de manutenção (CM) são todos os custos relativos a trabalhos e material relacionados com atividades cuja finalidade for manter um ativo num estado em que este consiga corresponder às suas funções. O custo de fim de vida (CFV) consistem nos custos associados à eliminação do ativo no final da sua vida útil ou período de interesse. O cálculo do CCV, tanto pode ser aplicado aos principais ativos, como aos componentes e materiais individuais que constituem os principais ativos (Langdon, 2007).

A análise do CCV, segundo (Langdon, 2007), é uma ferramenta para avaliar o desempenho do custo total de um ativo ao longo do tempo, de forma a avaliar diferentes cenários de investimentos, entre vários projetos e entre várias especificações, de maneira a atingir os objetivos do cliente. O principal objetivo da análise do CCV é identificar e minimizar os custos do ciclo de vida dos ativos, de forma a sinalizar as áreas onde existe ou não acréscimo de valor ao ativo, permitindo assim intervir nos pontos onde não há acréscimo de valor e que possam constituir um objetivo de melhoria contínua. A análise do CCV pode ser realizada durante qualquer etapa do ciclo de vida de um ativo, uma vez que fornece informações para decisões relacionadas com o projeto, compra, operação, manutenção e com o desmantelamento do ativo. A complexidade da análise deve refletir a complexidade dos ativos a analisar, permitindo obter uma estimativa dos custos e da importância destes na tomada de decisões da organização (Dionísio, 2020). A análise do CCV é aplicada de forma mais eficaz na fase inicial do projeto, uma vez que pode impedir que se tome uma decisão errada de aquisição de um ativo, evitando que a organização sofra com as consequências dessa decisão. No entanto, a análise também pode ser realizada durante qualquer fase do ciclo de vida do

ativo, com o objetivo de identificar áreas de incerteza e risco significativos, servindo de apoio para qualquer tomada de decisão (Pais *et al.*, 2020).

Como a análise do CCV de um ativo é uma previsão do futuro, geralmente, são utilizados diferentes métodos para realizar as estimativas de custos. Neste tipo de análise, e em particular, na tomada de decisão de aquisição, substituição ou eliminação de um ativo, devem ser tidos em consideração os métodos de investimento. De forma a estimar o período completo da vida útil do ativo em análise, é necessário determinar o momento certo de substituição do ativo. Existem modelos matemáticos que nos permitem fazer a caracterização adequada de forma a determinar o momento certo para substituir o ativo. As variáveis utilizadas na tomada de decisão de substituição baseiam-se em dados históricos, à exceção do valor de eliminação do ativo, que terá de ser obtido através dos valores de mercado para cada ativo específico. E essas variáveis são (Raposo *et al.*, 2017):

- Custo de Aquisição – CA;
- Custo de Fim de Vida – CFV;
- Custo de Operação – CO;
- Custo de Manutenção – CM;
- Taxa de Inflação – θ ;
- Taxa de Capitalização – i

O decreto regulamentar nº25/2009, de 14 de setembro, corresponde ao regime regulamentar das depreciações e amortizações e estabelece o método de depreciação adequado, bem como as taxas de depreciação e amortização, para cada ativo de ativo imobilizado (Pereira *et al.*, 2021). Em alternativa a este decreto-lei, podem utilizar-se vários tipos de métodos de desvalorização (Raposo *et al.*, 2017):

- Método Linear de Depreciação – a desvalorização do ativo é constante ao longo dos anos;
- Método da Soma dos Dígitos – a desvalorização anual não é linear;
- Método Exponencial – a taxa de depreciação anual é decrescente ao longo da vida útil do ativo.

Outro método, usualmente, utilizado para estimar o momento certo de substituição é o método da “vida útil”, que define que a vida útil de um equipamento termina quando o CM supera o CM acrescido da amortização do capital de um novo equipamento equivalente (Raposo *et al.*, 2021).

2.3. Sistemas de Gestão Integrados

A globalização da economia, a crescente exigência dos mercados e as crises financeiras, condicionam as organizações a operar num ambiente competitivo, incerto e turbulento. Neste contexto, as organizações sentem a necessidade de aumentar a sua competitividade, através de uma gestão eficaz e da satisfação das necessidades de todos os *stakeholders*. Para isso, as organizações têm aumentado cada vez mais a implementação de Sistemas de Gestão (SG), com realce para os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), Sistemas de Gestão Ambiental

(SGA), Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) e, mais recentemente, Sistemas de Gestão de Responsabilidade Social Empresarial (SGRSE) (Nunhes *et al.*, 2019).

À medida que mais SG são implementados e mantidos numa organização, a gestão como um todo torna-se mais difícil, uma vez que os sistemas operam cada um de forma autónoma e com diferentes equipas de gestão, envolvendo um maior número de atividades a serem geridas, de custos e de problemas de execução e controlo. Assim, uma estratégia adequada para a gestão das várias necessidades e expectativas dos *stakeholders* é a implementação de um SGI, que consiste num conjunto de processos interligados que compartilham informações com o intuito de atingir objetivos de satisfação dos diversos *stakeholders* (Barbosa *et al.*, 2022). A integração de SG consiste na união de vários procedimentos, diretrizes, documentos de suporte que são parte integrante de cada sistema, de forma independente, num único sistema de gestão, tornando a gestão mais eficiente, economizando recursos, tempo e esforços, eliminando a duplicação de informação, procedimentos e burocracias (Nunhes *et al.*, 2019). Com o objetivo de agregar valor para a organização, o SGI melhora a interação entre os diversos processos e departamentos da empresa, de forma a aprimorá-los, tornando a implementação de políticas, objetivos, procedimentos e práticas mais eficiente, em comparação com os SG individuais a funcionar separadamente. Neste sentido, os SGI são ferramentas de gestão que auxiliam as organizações a reavaliar os modelos de gestão e a incitar a melhoria contínua do nível de desempenho (Barbosa *et al.*, 2022).

A implementação de um SGI visa promover a melhoria contínua dos seus processos, produtos e serviços, fornecendo a informação correta que permite melhorar o processo de tomada de decisões, tornando-o mais rápido e mais próximo da realidade onde se insere. Regra geral, quanto maior for a abrangência do SGI, maior será o seu contributo para a melhoria da competitividade da empresa (CTCP, 2012).

2.3.1. Integração de Sistemas de Gestão

A quantidade de organizações, que utilizam a integração de SG para satisfazer as necessidades dos *stakeholders* e alcançar a máxima eficiência, é cada vez maior. A integração de SG consiste no alinhamento dos sistemas através da eliminação de conteúdos sobrepostos mútuos, valorizando o uso de uma linguagem uniforme para melhorar a satisfação dos *stakeholders*. Neste contexto, os benefícios, gerados com a implementação de um SGI, são maiores em comparação com os SG aplicados separadamente. Esses benefícios incluem a melhoria da eficácia das operações e comunicação interna, a diminuição da burocracia através do alinhamento dos procedimentos, a diminuição dos custos associados à gestão, a melhoria da qualidade dos produtos e serviços e a melhoria da satisfação dos clientes (Nunhes e Oliveira, 2020). Kraus e Grosskopf (2008), acrescenta ainda, os seguintes benefícios:

- Gestão holística de processos e criação de sistemas de processos alinhados com a intenção geral dos padrões do SG;
- Desenvolvimento de objetivos e metas que não sejam concorrentes ou contraditórios entre si, mas sim consistentes e alinhados com os objetivos organizacionais;
- Melhoria da cooperação interfuncional, prevenindo a duplicação de responsabilidades e esforços;
- Incentivo e identificação de soluções coordenadas para problemas, promovendo abordagens multidisciplinares para ações corretivas e preventivas desses mesmos problemas;

- Apoio à tomada de decisões, proporcionando uma visão mais completa e aprofundada do impacto que os diferentes programas incluídos no SG têm no desempenho organizacional;
- Permite a realização de auditorias integradas, permitindo a redução de esforços durante as fases de planeamento, de execução e de acompanhamento da auditoria.

Relativamente às dificuldades referentes à implementação dos SGI, são identificados quatro grupos de dificuldades, que são: a falta de recursos para a integração; dificuldades na implementação e certificação dos SG, segundo as respetivas normas; dificuldades internas; e dificuldades de compreensão e uso das normas pelos colaboradores. O primeiro grupo de dificuldades, que está relacionado com a falta de recursos para a integração, refere-se à falta de capital financeiro, de conhecimento, de tecnologia, de tempo, de consultores e de orientações específicas para a integração de sistemas, levando a que a integração dos SG ocorra de forma limitada, com base na experiência dos gestores, que embora comprometidos com o projeto, muitas vezes não possuem o know-how necessário. Quanto ao segundo grupo de dificuldades, que está relacionado com as complicações de implementação e certificação do SG, refere-se às diferenças que ainda existem entre as várias normas, dificultando a integração. Relativamente ao terceiro grupo, relacionado com as dificuldades internas, este refere-se à resistência à mudança, conflitos culturais e falta de comunicação por parte dos colaboradores. Por fim, o quarto grupo, relacionado com as dificuldades de compreensão e uso das normas pelos colaboradores, refere-se à falta de motivação, atitude e conhecimento dos colaboradores na utilização das normas, afetando a execução das tarefas de forma integrada (Nunhes *et al.*, 2019).

Várias metodologias de integração de SG já foram propostas, mas a literatura não apresenta um consenso de uma metodologia única e padronizada. Assim, as organizações implementam o seu SGI com base numa metodologia que melhor se adapte às suas necessidades, o que leva os SG a atingir diferentes níveis de integração. Segundo Nunhes e Oliveira (2020), existem três níveis de ambição de integração: o nível de correspondência, caracterizado por aumentar a compatibilidade entre os SG paralelos; o nível coordenado, caracterizado por trabalhar com processos genéricos, focado nas tarefas do ciclo de gestão; e o nível estratégico, caracterizado por o SGI apresentar uma cultura organizacional de aprendizagem, melhorias contínuas de desempenho e envolvimento dos stakeholders nos desafios internos e externos. De acordo com Nunhes e Oliveira (2020), o processo de integração de SG tem que ser direcionado com base em elementos estruturais que guiarão todas as ações e recursos na mesma direção, sendo os elementos que devem ser integrados em primeiro lugar o âmbito, a política, os objetivos e as responsabilidades.

Focando especificamente nos SGQ, SGA e SGSST, uma vez que são os SG mais utilizados pelas organizações, a integração dos mesmos possibilita uma atuação coerente e sistemática face às necessidades de cada área, reforçando a eficiência da organização e evitando conflitos de interesses entre os sistemas. Em conjunto, estes sistemas atuam sinergicamente influenciando o grau de satisfação de todos os *stakeholders* (CTCP, 2012).

2.3.2. Certificação de Sistemas de Gestão

Normalmente, a implementação dos SG é efetuada de forma faseada e não simultânea, sendo o primeiro sistema a ser implementado aquele que serve de base para a construção e integração dos restantes sistemas. Cada sistema é gerido por áreas diferentes, sendo necessário o desenvolvimento de metodologias próprias, utilização dos mesmos elementos

base e utilização das mesmas abordagens (CTCP, 2012). Assim, sendo a certificação de um SG o reconhecimento de que o sistema corresponde a um padrão normativo específico (Nunhes e Oliveira, 2020), a certificação permite que os vários sistemas tenham natureza idêntica e compartilhem conceitos-chave que facilitem a implementação e integração de outros sistemas (Nunhes et al., 2019).

Atualmente, existem diversas normas, reconhecidas internacionalmente, que determinam os elementos que deverão constituir cada um dos SG, funcionando como ferramentas de organização das empresas e como base para a obtenção de certificação dos SG (CTCP, 2012). Neste sentido, a certificação dos SGQ e SGA tornou-se uma prioridade para muitas organizações (Nunhes e Oliveira, 2020).

O SGQ é uma ferramenta que apoia o sucesso da organização na satisfação dos clientes e a melhoria contínua dos seus processos internos, visando uma maior eficácia e eficiência. A norma ISO 9001 é a norma que define os requisitos necessários para a implementação de um SGQ e para a sua certificação. Esta norma baseia-se no ciclo de melhoria contínua PDCA e indica quais os requisitos que as organizações deverão assegurar no que diz respeito à gestão da qualidade, sendo que cada empresa é que determina as metodologias a utilizar para garantir o seu cumprimento (CTCP, 2012). Para além da norma ISO 9001 foram desenvolvidas outras normas de apoio à implementação, manutenção e melhoria do SGQ, das quais se destacam (CTCP, 2012): a NP EN ISO 9000 – Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e Vocabulário; a NP EN ISO 9004 – Gestão do sucesso sustentado de uma organização – Uma abordagem da gestão da qualidade; e a NP EN ISO 19011 – Orientações para auditorias a sistemas de gestão, que se aplica a qualquer SG, bem como a SGI. Os principais problemas associados à norma ISO 9001 são a resistência dos funcionários, a falta de compreensão da norma por todos os departamentos e outros problemas relacionados à cultura organizacional (Nunhes e Oliveira, 2020).

O SGA foca-se na melhoria contínua do desempenho ambiental de uma organização e na forma de gestão dos aspetos ambientais. A norma ISO 14001 é a norma que define os requisitos necessários para a implementação de um SGA e para a sua certificação. Esta norma determina o que as organizações deverão assegurar no que diz respeito à gestão ambiental, sendo que cada empresa, à semelhança da norma ISO 9001, é que determina as metodologias a utilizar para garantir o seu cumprimento. Para além da norma ISO 14001 foram desenvolvidas outras normas de apoio à gestão ambiental, das quais se destacam (CTCP, 2012): a NP EN ISO 14031 – Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Linhas de orientação; a NP EN ISO 14040 – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e enquadramento; e a NP ISO 14050 – Gestão ambiental – Vocabulário. Os principais problemas associados à norma ISO 14001 são o aumento de custos, com pessoas e fundos, e a dificuldade em compreender melhorias no desempenho ambiental (Nunhes e Oliveira, 2020).

Estes dois sistemas, o SGQ e o SGA, são os mais escolhidos pelas organizações para a implementação do SGI. As normas ISO 9001 e ISO 14001, após melhorias mais recentes, foram simplificadas e harmonizadas para facilitar a integração das mesmas, sendo os requisitos comuns às duas normas uma estrutura não só para integrar esses sistemas mas também para auditá-los (Kraus e Grosskopf, 2008). A adoção de qualquer uma destas normas permite uma abordagem sistemática às diversas funções que constituem o respetivo sistema de gestão, numa perspetiva de melhoria contínua, o que resulta numa melhor organização,

eficácia e eficiência interna, sendo que também existem benefícios externos, como melhoria da reputação da organização no mercado (CTCP, 2012).

Portanto, a certificação dos SG é um fator de melhoria de competitividade, uma vez que permite às organizações ter um maior impacto no mercado, devido ao reconhecimento por uma entidade externa. Por outro lado, as auditorias realizadas pelo organismo certificador contribuem para a dinamização do sistema e para a procura da melhoria contínua. Uma empresa que tenha um SG que integre diferentes áreas, os resultados de cada área interatuam de forma sinérgica aumentando significativamente os benefícios esperados (CTCP, 2012).

2.3.3. Abordagem por processos

As normas ISO 9001 e ISO 14001 fomentam uma abordagem por processos combinada com o ciclo PDCA e o pensamento baseado no risco, de forma a alinhar e integrar os requisitos dos vários SG num único SGI. A abordagem por processos consiste numa gestão sistemática dos processos e das suas interações, de forma a obter os resultados pretendidos de acordo com as políticas da qualidade e do ambiente e da orientação estratégica da organização (Tavares, 2019). A adoção da abordagem por processos contribui para a integração dos SG, visto que tem como ponto de partida a análise das diversas atividades da empresa e suas interações, definindo métodos de trabalho e controlo de modo a minimizar os riscos inerentes a cada processo (CTCP, 2012).

As organizações existem para transformar entradas em saídas, que são fornecidas aos clientes, através de uma rede interligada de processos que vai acrescentar valor às entradas. Na gestão tradicional, as organizações são vistas como um conjunto de departamentos, cada um com funções específicas, muitas vezes com falhas de comunicação entre eles, dificultando que toda a organização se oriente num único sentido e aumentando a distância face ao principal objetivo, de fornecer produtos ou serviços desejados pelo mercado. Na gestão utilizando a abordagem por processos, as organizações são vistas como uma rede de processos que cruzam os vários departamentos, sendo a resposta da empresa ao exterior o ponto de partida para a definição desta rede. Os processos, neste tipo de gestão, são definidos de forma a que as saídas de uns processos sejam as entradas dos seguintes, permitindo identificar a interligação entre eles (CTCP, 2012).

A abordagem por processos permite desenvolver, implementar e melhorar a eficácia dos SG, oferecendo vários benefícios às organizações (Tavares, 2019). Assim como a certificação da organização e o cumprimento dos requisitos normativos dos diversos SG, a abordagem por processos não deve ser considerada como um fim, mas sim como uma ferramenta que deverá contribuir para a eficácia da gestão e para a melhoria contínua (CTCP, 2012).

2.3.4. Pensamento Baseado em Risco

Num ambiente cada vez mais dinâmico e complexo, satisfazer continuamente os requisitos e ter em consideração expectativas e necessidades futuras constitui um desafio para as organizações. Assim, é importante prever riscos e oportunidades associados às diferentes atividades, bem como tomar medidas para reduzir os riscos e tirar o máximo proveito das oportunidades. O conceito de risco é inerente a todo o SG, processos e funções, sendo que os riscos e causas devem ser abordados. A incorporação do risco de forma integral no SG oferece às organizações a possibilidade de obter um melhor desempenho e mais benefícios, permitindo lidar agilmente com a mudança (Costa, 2017).

O pensamento baseado no risco consiste na identificação dos riscos e oportunidades associados a todas as atividades da organização, de forma a utilizar essa informação como apoio na tomada de medidas para reduzir os riscos de produzir produtos e serviços não-conformes. Desta forma, ao considerar-se o risco ao longo de todo o sistema e processos, a probabilidade de atingir os objetivos dificilmente é afetada pelo impacto dos mesmos (Costa, 2017). O pensamento baseado no risco deve ser transversal a toda a organização, dado que normalmente todos os processos se encontram relacionados. Como vantagem da implementação deste pensamento deverão existir menos ocorrências não planeadas. Devem ser estabelecidos métodos de identificação e de tratamento dos riscos e oportunidades que surjam, reduzindo ou mitigando o efeito das incertezas ou retirando vantagem das oportunidades de melhoria descobertas (Sá, 2017).

3. Apresentação da Empresa

O presente capítulo irá incidir sobre a empresa Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A., apresentando o grupo de empresas em que está inserida. Neste capítulo são, também, apresentados os produtos produzidos pela Gyptec e descrito o processo produtivo que lhes dá origem.

3.1. Grupo Preceram

O Grupo Preceram é um grupo constituído por várias empresas portuguesas com vasta experiência e um amplo conhecimento do setor da construção e do mercado dos materiais de construção. As empresas integrantes do grupo produzem uma ampla gama de produtos para construção e reabilitação, dispondo ainda de uma completa e versátil frota de distribuição cobrindo a totalidade do território nacional. A sustentabilidade está presente em todos os processos e ciclo de vida dos materiais de construção fabricados pelas empresas do Grupo Preceram, desde a obtenção da matéria-prima à reciclagem no pós-obra. Conciliar o progresso e o crescimento económico com uma adequada preservação e proteção do meio ambiente é um objetivo declarado do Grupo.

As empresas pertencentes ao Grupo Preceram, com unidades fabris distribuídas pelo centro do país, são a Preceram – Indústrias de Construção, S.A., a Preceram Norte – Cerâmicas, S.A., a Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, S.A., a Argex – Argila Expandida, S.A., a Volcalis – Isolamentos Minerais, S.A. e a Só Argilas – Comércio de Barros, S.A..

- **Preceram – Indústrias de Construção, S.A. e Preceram Norte – Cerâmicas, S.A.**

Os complexos industriais da Preceram – Indústrias de Construção, S.A. e da Preceram Norte – Cerâmicas, S.A. estão localizados em Pombal e Águeda, respetivamente. Estas unidades industriais estão inseridas no setor da cerâmica estrutural e são consideradas, atualmente, as maiores produtoras de tijolo cerâmico em Portugal. A Preceram e Preceram Norte têm vindo a diversificar os seus produtos através da adoção de uma política de constante inovação, disponibilizando ao mercado, além do tijolo tradicional, o tijolo térmico e o tijolo acústico Preceram.

- **Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, S.A.**

O complexo industrial da Gyptec. está localizado na zona industrial da Figueira da Foz. A Gyptec dedica-se à produção de placas de gesso através de métodos não poluentes e ambientalmente sustentáveis, desenvolvendo soluções para construção e reabilitação, resistentes ao fogo, impacto e humidade, com elevado desempenho térmico e acústico.

- **Argex – Argila Expandida, S.A.**

O complexo industrial da Argex – Argila Expandida, S.A. está localizado na zona industrial de Bustos, em Aveiro. Esta unidade industrial dedica-se à produção de argila expandida para uma vasta gama de aplicações, possibilitando uma maior economia de energia, conforto térmico e acústico e proteção do ambiente. Exemplos de aplicações pode ser na regularização e isolamento de pisos, enchimentos, coberturas planas e inclinadas, drenagem dos solos, entre outras.

- **Volcalis – Isolamentos Minerais, S.A.**

O complexo industrial da Volcalis – Isolamentos Minerais, S.A. está localizado na zona industrial de Bustos, em Aveiro. Esta unidade industrial está inserida no setor da construção e dedica-se à produção de lã mineral, fabricada com recurso à utilização de tecnologia de ponta, disponibilizando ao mercado uma ampla gama de soluções ecológicas e de alta qualidade, que contribuem para o conforto e eficiência térmica e acústica dos edifícios.

- **Só Argilas – Comércio de Barros, S.A.**

A Só Argilas – Comércio de Barros, S.A. está localizada na zona industrial de Bustos, em Aveiro. A empresa dedica-se à exploração, extração e comercialização de argilas em bruto e barros preparados. Detém um importante centro de exploração de argilas, com elevada relevância na indústria cerâmica estrutural a nível nacional, tendo ao seu dispor uma completa e versátil frota de distribuição própria, que possibilita uma distribuição eficaz na totalidade do território nacional.

3.2. Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, S.A.

A Gyptec, pioneira na produção de placas de gesso em Portugal, está situada no Parque Industrial e Empresarial da Figueira da Foz, que está integrado no mais completo nó de distribuição de tráfego da região centro, em que as redes marítima, ferroviária e rodoviária estão interligadas entre si. A Gyptec acumula a vantagem de estar integrada num grupo de capital nacional que reúne várias empresas produtoras de materiais de construção. Esta particularidade, bem como as várias parcerias que tem estabelecido, permite à Gyptec estar na linha da frente quando se trata de soluções integradas para o mercado da construção e reabilitação, sendo as placas de gesso Gyptec uma presença incontornável nas principais obras dos últimos anos, em toda a Península Ibérica.

As placas de gesso Gyptec têm a melhor classificação (A+) na qualidade do ar interior, sendo certificadas e reconhecidas internacionalmente pela sua excelente qualidade. Esta qualificação provém da regulamentação francesa para as emissões de poluentes voláteis, sendo a categoria A+, a melhor classificação de qualidade de ar interior, significando emissões muito baixas ou nulas de substâncias no ar interior. Produzidas utilizando matérias-primas ecológicas, métodos não poluentes e ambientalmente sustentáveis, as placas de gesso Gyptec são reconhecidas com a marca [N] AENOR de Produto, que é uma marca de conformidade aplicada por uma entidade reconhecida que declara que o produto, placa de gesso laminado, satisfaz os requisitos ou especificações técnicas estabelecidas pela norma EN 520. Consequentemente, a Gyptec é a única empresa, de capital nacional, a produzir placas de gesso de elevado desempenho energético e acústico, destacando-se: a substancial redução do peso da placa de gesso; a diminuição considerável da condutibilidade térmica; o aumento da resistência mecânica; e a maior durabilidade da placa de gesso.

3.2.1. Produtos

As placas de gesso laminado, também conhecidas como placas de gesso cartonado, são um produto cada vez mais utilizado na construção de divisórias interiores e no revestimento e isolamento de paredes e tetos. São um material resistente, seguro, eficiente, económico, eficaz e versátil, fabricado industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de papel. As placas produzidas são

diferenciadas em quatro tipos: standard, hidrófuga, antifogo e alta dureza. Para acrescentar a estas últimas, são produzidas também dois tipos de placas compostas: Gypcork e EPS.

- **Standard – Placa A:** A placa Standard é uma placa de gesso formada por duas lâminas de papel com gesso de alta qualidade no interior, sendo indicada para todo o tipo de obra seca em interiores, como divisórias, revestimentos de alvenaria, tetos suspensos, sancas de iluminação e outros elementos de decoração.
- **Hidrófuga – Placa H:** A placa Hidrófuga é uma placa de gesso tratada com um agente hidrófugo para diminuir a absorção de água, sendo indicada para o tipo de obra em zonas húmidas, como cozinhas e casas de banho.
- **Antifogo – Placa F:** A placa Antifogo é uma placa de gesso reforçada com fibra de vidro para melhorar a reação ao fogo da alma de gesso, sendo indicada para o tipo de obra em zonas que precisem de alta resistência ao fogo.
- **Alta dureza – Placa D:** A placa Alta dureza é uma placa de gesso com maior densidade e resistência ao impacto, sendo indicada para o tipo de obra em zonas que seja necessária maior resistência ao impacto e maior conforto acústico, como escolas, hotéis, hospitais, escritórios, centros comerciais e pavilhões. A maior densidade da placa D potencia um melhor comportamento acústico dos sistemas de placas de gesso, resultando numa maior e mais eficiente proteção contra o ruído.
- **Placa Protect:** A placa Protect é uma placa de gesso revestida com uma tela especial em fibra de vidro em vez do tradicional papel, assegurando a máxima proteção às zonas sensíveis que necessitem de cuidados redobrados e específicos em que não é aconselhada a utilização das placas de gesso cartonado tradicionais. Essas zonas são zonas que exijam uma melhor reação ao fogo e zonas mais húmidas e de exposição ocasional à água, como balneários, piscinas, varandas e alpendres.
- **Placa Composta:** As placas compostas são constituídas por uma placa de gesso e uma camada de isolamento incorporado, sendo indicadas para o tipo de obra seca em interiores, para o isolamento térmico e acústico de elementos construtivos, como o revestimento pelo interior de paredes exteriores. A Gypcork é uma placa constituída por uma placa de gesso tipo A (Standard) ou uma placa de gesso tipo H (Hidrófuga) e uma camada de isolamento em Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB), sendo indicada para a reabilitação sustentável com alto desempenho térmico e acústico. A EPS é uma placa constituída por uma placa de gesso tipo A (Standard) ou uma placa de gesso tipo H (Hidrófuga) e uma camada de isolamento em Poliestireno Expandido (*Expanded Polystyrene (EPS)*), sendo indicada para isolamento térmico de paredes.

3.2.2. Processo Produtivo

O processo produtivo da Gyptec pode ser esquematizado através do fluxograma representado na Figura 5, que vai desde o stock de gesso e matérias-primas até ao armazém de produto acabado.

A linha de produção do processo tem início no Mixer e fim na Embaladora, como exibido na Figura 6. De seguida, são explicados os principais passos integrantes no processo produtivo de fabricação de placas de gesso cartonado.

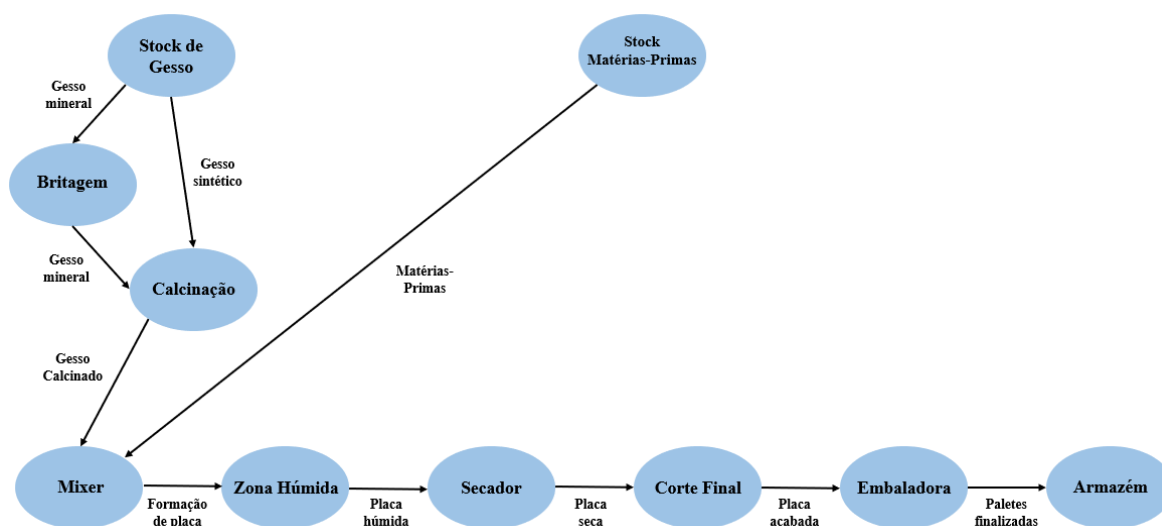


Figura 5 – Fluxograma do processo produtivo da Gyptec (Adaptado de documento interno da Gyptec)

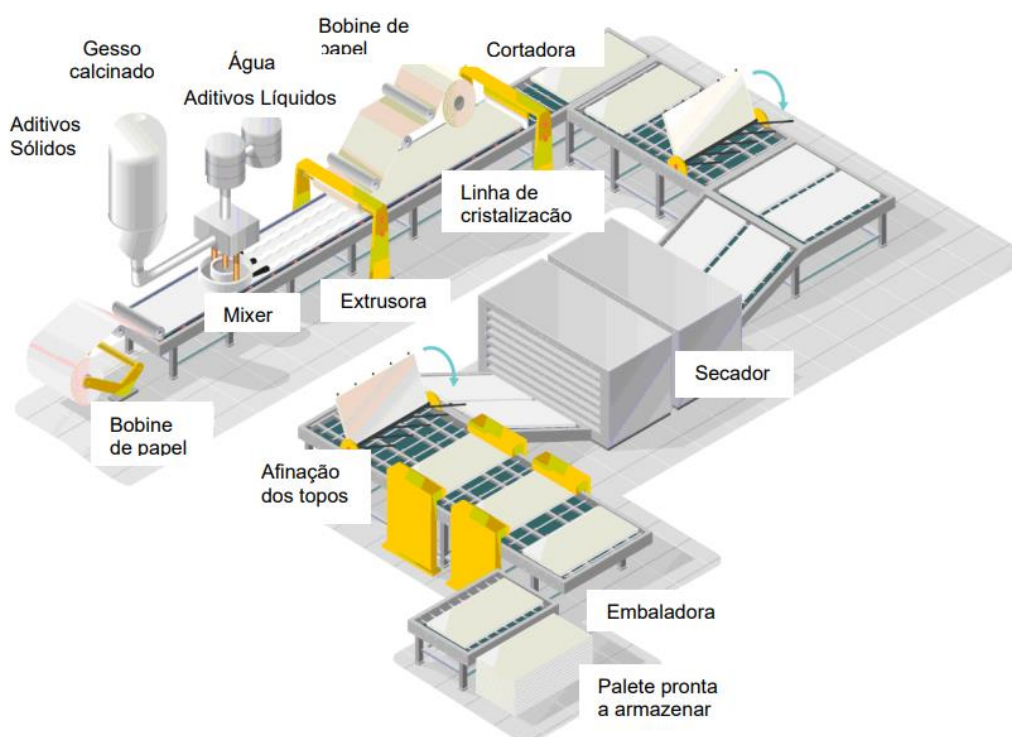


Figura 6 – Linha de produção do processo produtivo da Gyptec (Documento interno da Gyptec)

3.2.2.1. Stock de Gesso e Matérias-Primas

No armazém de gesso são armazenados dois tipos de gesso: o gesso sintético, proveniente de centrais termoelétricas; e o gesso mineral, proveniente de Marrocos. Neste armazém, o gesso é distribuído de acordo com a sua proveniência e grau de pureza. Uma vez que gessos de proveniências distintas são utilizados em percentagens específicas de cada um deles no processo produtivo, a sua armazenagem é efetuada em separado. Depois de analisadas a pureza e humidade do gesso recebido, pode ser necessária a mistura de mais do que um lote do mesmo se for verificada a existência de uma flutuação excessiva destes parâmetros entre

os vários lotes. Com esta mistura pretende-se a homogeneização do gesso à entrada do processo, quer em termos de pureza quer em termos de humidade, para garantir uma maior constância do processo ao longo do tempo.

Na receção das restantes matérias-primas são verificadas as cargas e etiquetadas as matérias-primas, sendo-lhes atribuída uma referência interna, que permite a rastreabilidade do produto. De seguida, as matérias-primas são armazenadas em locais predeterminados para o efeito, que garantam uma melhor conservação do produto.

3.2.2.2. *Britagem*

Na fase inicial do processo produtivo ocorre a britagem do gesso mineral, que consiste na transformação do gesso em tamanhos mais reduzidos. O processo de britagem começa com o transporte do gesso, por uma tela, até ao crivo. O crivo funciona como um filtro, onde é separado o gesso com uma determinada granulometria, aceite para poder integrar no processo produtivo, do gesso que ainda não atingiu essa granulometria e, que necessita de passar ainda por um moinho.

O gesso sintético, uma vez que já se encontra com a granulometria necessária para integrar o processo produtivo, não necessita de passar pelo processo de britagem, sendo que segue diretamente para o processo de calcinação.

3.2.2.3. *Calcinação*

O processo de calcinação ocorre em linhas gémeas, começando pelo carregamento da tolva de alimentação com gesso. O gesso é conduzido, em telas, até ao moinho de martelos, que se encontra a uma temperatura pré-estabelecida e definida como set-point. Depois de sujeito a esta temperatura o gesso encontra-se calcinado e por efeito dos martelos do moinho, as partículas de gesso foram moídas até tamanhos menores do que o original, dando entrada no arrefecedor. No arrefecedor, o gesso calcinado entra a uma temperatura e através da sua mistura com ar recolhido do exterior vê a sua temperatura ser reduzida.

O gesso é então conduzido através de sem-fins que efetuam a sua distribuição por dois silos de armazenagem de gesso calcinado. No fundo destes silos existem válvulas rotativas que vão controlar o caudal de gesso a alimentar o restante processo produtivo.

3.2.2.4. *Mixer*

O mixer é o dispositivo onde são misturados os vários componentes da receita necessários à formação da massa de fabrico da placa. Este dispositivo é alimentado de gesso, água e restantes aditivos, encontrando-se em permanente rotação, promovendo assim a homogeneização da mistura necessária à formação da massa constituinte do core da placa.

O gesso é encaminhado até ao mixer através de sem-fins, sendo durante este caminho que são adicionados, ao gesso, os aditivos sólidos. Quando os componentes sólidos entram no mixer, vão encontrar a água e os outros aditivos líquidos, formando uma massa, que será depositada sobre o papel. Na produção da placa, utilizam-se dois tipos de papel distintos, sendo um deles destinado à face e outro ao verso da placa. O papel destinado à face da placa é o que segue por baixo, sendo sobre ele que é depositada a massa proveniente do mixer, enquanto o do verso segue por cima, sendo forçado de encontro à massa na extrusora.

3.2.2.5. Zona Húmida

Após a formação da placa, na zona do mixer, esta é deslocada através da zona húmida onde decorrem diversas fases da reação, com um endurecimento progressivo da placa ao longo de uma tela que conduz a placa até à cortadora.

Nesta primeira fase de estágio da placa, após o mixer, o produto, apesar de ter já uma forma definida, encontrasse ainda com forma variável. No final desta tela, a placa expandiu a sua largura por completo, relativamente à dimensão que possuía no início da mesma e encontra-se já com uma dureza suficiente para que se possa proceder ao corte sem a danificar, quer estruturalmente, quer em termos de aspeto.

Na cortadora a placa é seccionada com o comprimento desejado, e posteriormente conduzida em pares até à mesa dos viradores. Os viradores consistem em duas fileiras de barras metálicas, que com um movimento coordenado provocam a viragem das placas para que estas se apresentem nos estágios seguintes com a face virada para cima. Procede-se desta forma, para evitar qualquer dano que possa ser infligido à face da placa pelos rolos transportadores. Após viradas de face para cima, as placas são agrupadas em grupos de quatro, numa zona de estágio prévia à entrada do secador, sendo distribuídos pelos oito níveis verticais do secador.

3.2.2.6. Secador

O secador é constituído por duas zonas principais: Zona 1 e Zona 2. As placas ao entrarem no secador têm o primeiro contacto com o fluxo de ar quente, sofrendo um pré-aquecimento. Ao avançarem dentro do secador, as placas chegam à Zona 1, que é aquecida por um fluxo de ar proveniente do seu final, que se desloca assim em sentido contrário ao de deslocamento das placas. Desta forma, as placas, na Zona 1, vão sendo sujeitas a uma temperatura crescente ao longo do seu percurso, garantindo uma cadência de crescimento da temperatura ao longo da secagem.

Depois das placas passarem a Zona 1, entram na Zona 2, que tem uma configuração idêntica à da Zona 1, mas com o ar quente a entrar no seu início. Desta forma, as placas, ao longo do seu percurso nesta zona, são submetidas a uma temperatura decrescente, o que favorece a sua pré-estabilização, antes de estas serem de novo expostas à temperatura exterior.

3.2.2.7. Corte Final

As placas, após ordenadas num mesmo nível novamente, são conduzidas até às serras, cujo objetivo é o apuramento da qualidade final do corte, quer em termos de aspeto, quer providenciando à placa um apuramento da esquadria. Depois da passagem das placas pelas serras, estas são depositadas no acumulador, onde estagiam alguns segundos, aguardando a sua vez de seguirem para o embalamento.

3.2.2.8. Embaladora

À saída do acumulador, os pares de placas são depositados sobre as correias da paletização, onde são alinhados cada par, com a deposição de pares acima uns dos outros. Após agrupados com o número de pares desejado, são conduzidos à zona de colocação dos tacos. Simultaneamente com a colocação dos tacos, inicia-se a fase de plastificação da palete, cujo princípio de funcionamento contempla a passagem da palete no interior de um anel, servido por um rolo de filme que gira sobre este anel, enquanto vai sendo dispensado para o enrolamento da palete. Após plastificada, a palete segue até ao final da linha, onde é etiquetada. Finalizado este procedimento a palete de produto acabado é levada para o armazém pelo operador.

3.2.3. Organigrama organizacional

De forma a cumprir com os objetivos definidos, a Gyptec, apresenta uma estrutura organizada em departamentos, cada um com um objetivo específico. Cada departamento é constituído por várias subunidades, com diversos trabalhadores especializados. Existe um responsável para cada departamento, cuja função é procurar uma redução dos tempos dos seus processos, procurar constantemente reduzir os desperdícios e coordenar o melhor possível os colaboradores e as operações. O organigrama geral da Gyptec está representado na Figura 7.

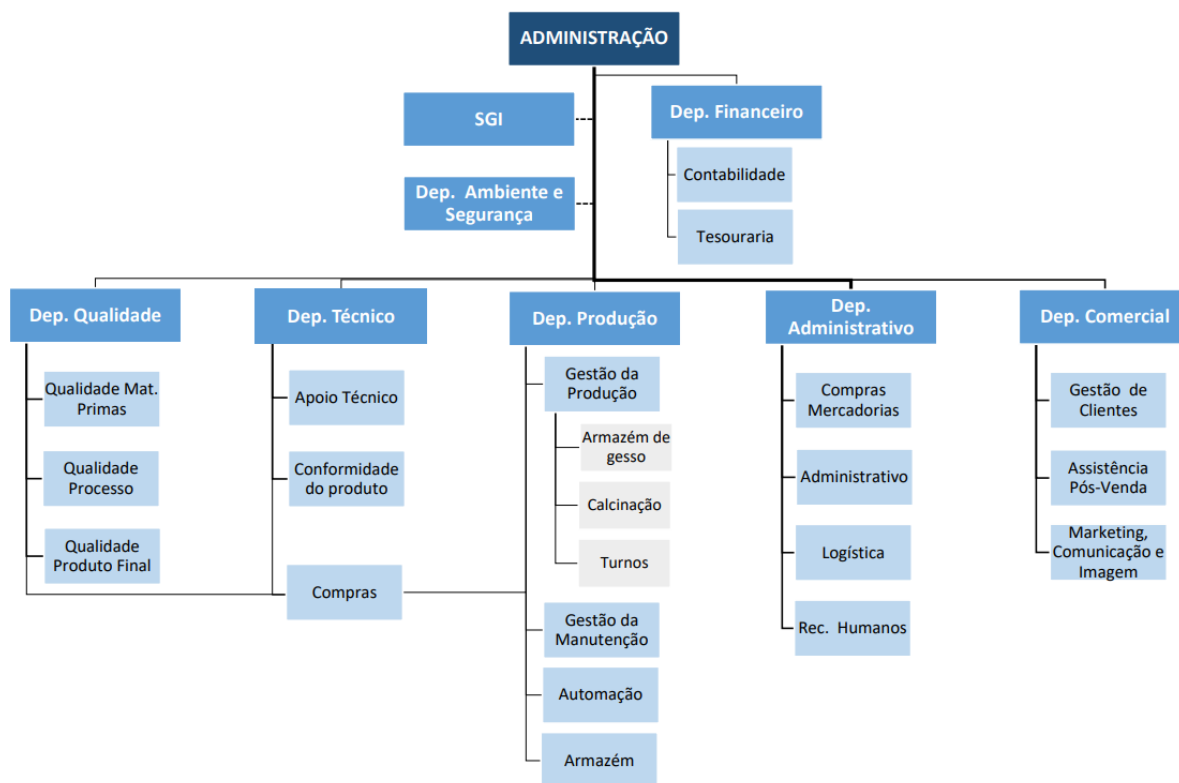


Figura 7 – Organigrama geral da Gyptec (Documento interno da Gyptec)

4. Ações de Melhoria Desenvolvidas

Neste capítulo, apresentam-se as ações de melhoria desenvolvidas e implementadas durante a realização do estágio. As ações de melhoria apresentadas de seguida, na sua maioria, foram analisadas e implementadas pelo responsável do Departamento de Qualidade, pela autora e por alguns colaboradores das áreas referentes às ações de melhoria. A visão das várias partes, é essencial para a diversidade de propostas e para a sugestão de melhorias que garantissem o sucesso da implementação das ações desenvolvidas.

4.1. Melhoria dos Registos do Sistema de Gestão Integrado

O Sistema de Gestão Integrado de Qualidade e Ambiente (SGIQA) da Gyptec, é constituído por diversos procedimentos, como o procedimento Controlo Documental, o procedimento Planeamento e Revisão do SGI, do procedimento Auditorias Internas, o procedimento Tratamento de Não Conformidades e Ações Corretivas, o procedimento Monitorização, Medição e Avaliação da Conformidade Legal, o procedimento Comunicação, o procedimento Satisfação de Clientes, o procedimento Design e Desenvolvimento, o procedimento Prevenção e Resposta a Emergência, o procedimento Resíduos e o procedimento Aspectos Ambientais. Todos estes procedimentos implicam a realização de vários registos, de forma que toda a informação seja devidamente documentada e guardada. Para que a informação seja documentada e guardada, sem que haja repetição ou dissipação da mesma, é necessário que os documentos, onde são realizados os registos, sejam simples, diretos, intuitivos e fáceis de preencher. Alguns dos registos do SGIQA da Gyptec, não correspondem ao que deve ser um registo simples, direto, intuitivo e fácil de preencher, sendo, por esse motivo, necessário realizar algumas melhorias nesses mesmos registos.

4.1.1. Sistema de Gestão Integrado de Qualidade e Ambiente da Gyptec

Atualmente é cada vez mais notória a preocupação empresarial em produzir com qualidade, satisfazendo as crescentes exigências de mercado sem prejudicar o meio ambiente e aplicando conceitos de responsabilidade social empresarial, contribuindo para um desenvolvimento sustentável. Deste modo, a Gyptec decidiu regulamentar o funcionamento e as responsabilidades de todos aqueles que colaboram de forma direta e indireta nas atividades da empresa, implementando assim um SGIQA, resultado da integração do SGQ com o SGA, de acordo com as normas ISO 9001 E ISO 14001. Com isto, a empresa pretende assegurar uma confiança acrescida aos seus clientes, reforçar o seu posicionamento no mercado e melhorar a eficiência global da organização.

4.1.1.1. Interação de Processos

Os responsáveis pelos diferentes departamentos identificam e estabelecem, tendo em conta as principais atividades da organização e os requisitos normativos, os processos necessários para satisfazer requisitos para o fornecimento de produtos para implementar as ações riscos e oportunidades.

A Gyptec tem identificados os seguintes grupos de processos: Processos Estratégicos, Processos de Suporte, Processos de Operacionalização e Processos de Valor. Os Processos Estratégicos incluem todos os processos relacionados com a estratégia ou que possam intervir nesta, ou seja, incluem as atividades de gestão da Gyptec. Os processos de Suporte incluem

todos os processos que servem de controlo e apoio a toda a atividade da empresa, sendo fundamentais para o desempenho dos Processos de Operacionalização, ou seja, incluem as atividades que asseguram a provisão de recursos necessários ao desenvolvimento das atividades da empresa e que servem de apoio aos restantes processos. Os Processos de Operacionalização incluem os processos que estão diretamente relacionados com a realização do produto. Por fim, os Processos de Valor incluem os processos que traduzem a materialização do valor acrescentado que a organização fornece ao cliente.

Toda a rede de processos é estabelecida através de diversas interligações, em que as saídas de uns constituem entradas de outros, ou seja, os resultados obtidos num determinado processo condicionam o desenvolvimento do processo seguinte, visando deste modo envolver todas as partes interessadas. Todas as atividades que definem e caracterizam um processo estão descritas e devidamente documentadas.

4.1.1.2. Estrutura da Informação Documentada

O SGI da Gyptec é suportado por um conjunto de informação documentada, coerente com a política e objetivos da organização e com as próprias normas de referência, cuja importância e nível de abrangência se encontra hierarquizado da seguinte forma:

- 1. Política da organização:** conjunto de intenções e de orientações da Gyptec, relacionadas com o SGI e formalmente expressas pela administração;
- 2. Manuais:** condensam e descrevem de forma global vários processos do SGI;
- 3. Processos:** informação documentada que descreve um conjunto de atividades inter-relacionadas que transformam entradas em saídas;
- 4. Procedimentos:** estabelecem as metodologias utilizadas para o cumprimento de determinados requisitos normativos fundamentais para o funcionamento do SGI;
- 5. Instruções de Trabalho:** definem o modo e condições para executar uma tarefa concreta;
- 6. Documentos:** estabelecem requisitos e servem de apoio às atividades;
- 7. Registos:** expressam resultados obtidos, sendo mantidos para proporcionar evidências das conformidades com os requisitos e da operação eficaz do SGI.

Toda a documentação que faz parte do SGI encontra-se referida num registo, que contém uma lista de informação documentada, e todas as alterações efetuadas na informação documentada do SGI são realizadas de acordo com o definido no procedimento de controlo documental.

4.1.1.3. Gestão do Risco

O conceito do pensamento baseado em risco permite à organização determinar os riscos que podem afetar a conformidade dos produtos bem como os riscos relacionados com os seus aspetos ambientais e as suas obrigações de conformidade, capazes de provocar desvios nos seus processos e no seu SG em relação aos resultados planeados e assim implementar controlos preventivos para minimizar efeitos negativos e aproveitar ao máximo oportunidades que vão surgindo.

Neste sentido, a Gyptec recorreu a uma matriz de riscos e oportunidades para fazer a sua gestão do risco para cada processo, de forma a formular estratégias para otimizar o seu desempenho em matéria de qualidade e ambiente. Para uma correta operacionalização e análise do risco, em que os riscos e oportunidades estejam devidamente enquadrados, torna-se importante realizar uma análise interna, através da análise da cadeia de valor, como forma de encontrar as atividades em que uma intervenção, mais facilmente conduzirá à obtenção de

uma vantagem competitiva. Na análise da cadeia de valor, procura-se estabelecer quais as atividades primárias diretas, ou seja, aquelas que criam valor por si próprias, e quais as relações eventualmente existentes entre elas. Aos mesmo tempo procura-se ainda estabelecer quais as subatividades das atividades de apoio que poderão acrescentar valor às atividades primárias. Estabelece-se desta forma, quais os campos de atuação em que as mudanças efetuadas poderão induzir a maiores resultados. Para além da análise interna, é também efetuada uma análise do meio circundante, através da Análise PESTEL¹ em conjugação com a Análise das Cinco Forças de Porter, cuja utilização permite a identificação fácil e inequívoca de quais as oportunidades e ameaças para as quais uma resposta se torna mais premente, identificando-se assim os grandes objetivos anuais da empresa, à sombra dos quais as várias Análises SWOT² apresentadas para cada processo encontram uma linha orientadora.

4.1.1.4. Monitorização do desempenho

Com o intuito de acompanhar o desempenho em matéria de Qualidade e Ambiente, a Gyptec recorre a medidas qualitativas e quantitativas para monitorizar os objetivos definidos, os requisitos legais, as necessidades e expectativas das partes interessadas, bem como os riscos e oportunidades relevantes. Assim, é monitorizada a evolução do desempenho através de um conjunto de indicadores, o que permite avaliar continuamente o estado de cumprimento dos objetivos e, por conseguinte, determinado o grau de sucesso do SGI.

Adicionalmente, a Gyptec determina e aplica critérios para a avaliação, seleção e monitorização do desempenho e reavaliação dos fornecedores externos identificados.

4.1.1.5. Revisão do Sistema

A fim de assegurar a aplicabilidade e eficácia do SGI, são conduzidas revisões promovidas pela gestão de topo, pelo menos uma vez por ano, onde se analisam criticamente os resultados da avaliação de desempenho do sistema, a sua eficácia, adequabilidade e o alinhamento com a estratégia organizacional, de modo a decidir sobre a necessidade de mudanças, ações de melhoria e respetivos recursos.

4.1.2. Procedimento de Planeamento e Revisão do SGI

O Procedimento de Planeamento e Revisão do SGI da Gyptec consiste numa reunião de revisão, que se realiza a cada 12 meses, com a gestão de topo e todos os responsáveis dos diversos departamentos, que são responsáveis por reunir toda a informação gerada desde a última reunião para que possa ser analisada. Nesta reunião é revisto o relatório de revisão do SGI anterior, para ter presentes os pontos relevantes da análise que se realizou, os desvios que foram detetados no sistema e o estado das ações resultantes das revisões pela gestão. Desta forma, se alguns dos problemas se repetem, na atual revisão, pode concluir-se sobre a eficácia das ações tomadas anteriormente. Esta análise à revisão do SGI anterior servirá também para verificar e considerar alterações nas questões internas e externas que são relevantes para o SGI, e consequente validação do Documento da Análise da Cadeia de Valor, do Registo da Análise PESTEL e do Registo da Análise das Cinco Forças de Porter. Analisam-se também as alterações que podem afetar o SGI, nomeadamente, no contexto, na organização, na legislação, nos requisitos dos clientes, legais ou normativos. Realiza-se uma análise dos processos, definidos no âmbito do Plano de Gestão do SGI e avalia-se a eficácia das ações empreendidas para tratar os riscos e as oportunidades associadas a cada processo. A avaliação

¹ Fatores Políticos, Económicos, Sociais, Tecnológicos, Ecológicos e Legais (PESTEL).

² Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT).

dos aspetos ambientais é analisada, assim como a satisfação do cliente, o retorno de informação das partes interessadas relevantes e o funcionamento do produto no mercado. No final, devem resultar decisões e ações decorrentes da análise do SGI relacionadas com oportunidades de melhoria, com quaisquer necessidades de alterações ao SGI, com necessidades de recursos e, quando necessário, com decisões sobre oportunidades para melhorar a integração do ambiente com outros processos de negócio.

Neste contexto, foi efetuada uma melhoria de dois dos registos integrantes deste procedimento, o Registo da Análise PESTEL e o Registo da Análise das Cinco Forças de Porter.

4.1.2.1. Melhoria do Registo da Análise PESTEL

A análise PESTEL aplicada a estratégias corporativas pode ser definida como uma análise estrutural relacionada com fatores externos. Esta análise é uma ferramenta que compreende e avalia o meio externo, tendo em consideração os fatores Políticos, Económicos, Sociais, Tecnológicos, Ecológicos e Legais, que interfiram com o negócio, formando a sigla PESTEL. Os fatores políticos envolvem os processos e ações dos órgãos governamentais que podem influenciar as decisões e o comportamento da empresa. Os fatores económicos, no ambiente externo da empresa, são em grande parte macroeconómicos e afetam toda a economia. Os fatores sociais abrangem as culturas, as normas e os valores da sociedade. Os fatores tecnológicos envolvem a aplicação do conhecimento para criar novos processos e produtos. Os fatores ecológicos dizem respeito a amplas questões ambientais, como o ambiente natural, o aquecimento global e o crescimento económico sustentável. Os fatores legais envolvem os resultados oficiais dos processos políticos, como leis, regulamentos e decisões judiciais, que possam ter uma influência direta no potencial de lucro da empresa (Rothaermel, 2014).

A análise, realizada na Gyptec, é uma análise PESTL³, uma vez que os fatores ecológicos não são considerados na mesma. A análise é realizada através de um modelo, em Word, dividido em cinco secções principais: Fatores Políticos; Fatores Económicos; Fatores Sociais; Fatores Tecnológicos e Fatores Legais. Cada uma destas cinco secções está dividida em subsecções, onde são descritos e analisados os vários aspetos externos com maior relevância para a empresa, de forma qualitativa.

Nos Fatores Políticos, as subsecções a analisar são: estabilidade governativa e probabilidade de mudança; nível de corrupção; políticas fiscais; liberdade de imprensa; regulamentação e desregulamentação; controlo do comércio; restrições às importações e tarifas; concertação social e envolvimento com os sindicatos; regulamentação da concorrência, do e-commerce e antitrust; legislação ambiental; política de educação; proteção de marcas, patentes e propriedade intelectual; legislação laboral; e proteção de dados. Nos Fatores Económicos, as subsecções a analisar são: taxa de crescimento da economia; taxa de inflação, taxa de juros e taxas de câmbio; tendência da taxa de desemprego; custos laborais; disponibilidade de crédito; nível de rendimento disponível dos consumidores; taxa de sobrevivência das empresas; e cultura empresarial. Nos Fatores Sociais, as subsecções a analisar são: consciência da saúde; nível de educação; atitude perante a importação; atitudes perante o trabalho, lazer, carreira e reforma; atitude perante a qualidade e serviço ao cliente; atitude perante a poupança e o investimento; ênfase na segurança; estilo de vida; hábitos de consumo; religiões, crenças e minorias; atitude perante produtos ecológicos; crescimento populacional; emigração e imigração; esperança de vida; rendimento médio disponível; classes sociais; e

³ Fatores Políticos, Económicos, Sociais, Tecnológicos e Legais (PESTL).

dimensão das famílias e estrutura. Nos Fatores Tecnológicos, as subsecções a analisar são: nível de infraestruturas básicas; gastos em investigação e desenvolvimento; incentivos tecnológicos; e níveis de infraestruturas de comunicação e internet. Nos Fatores Legais, as subsecções a analisar são: pequenas dívidas; atos comerciais; burocracia; estrutura legal portuguesa; e tribunais. Na Figura 8, está representado o modelo, em Word, utilizado para a realização da análise PESTL.

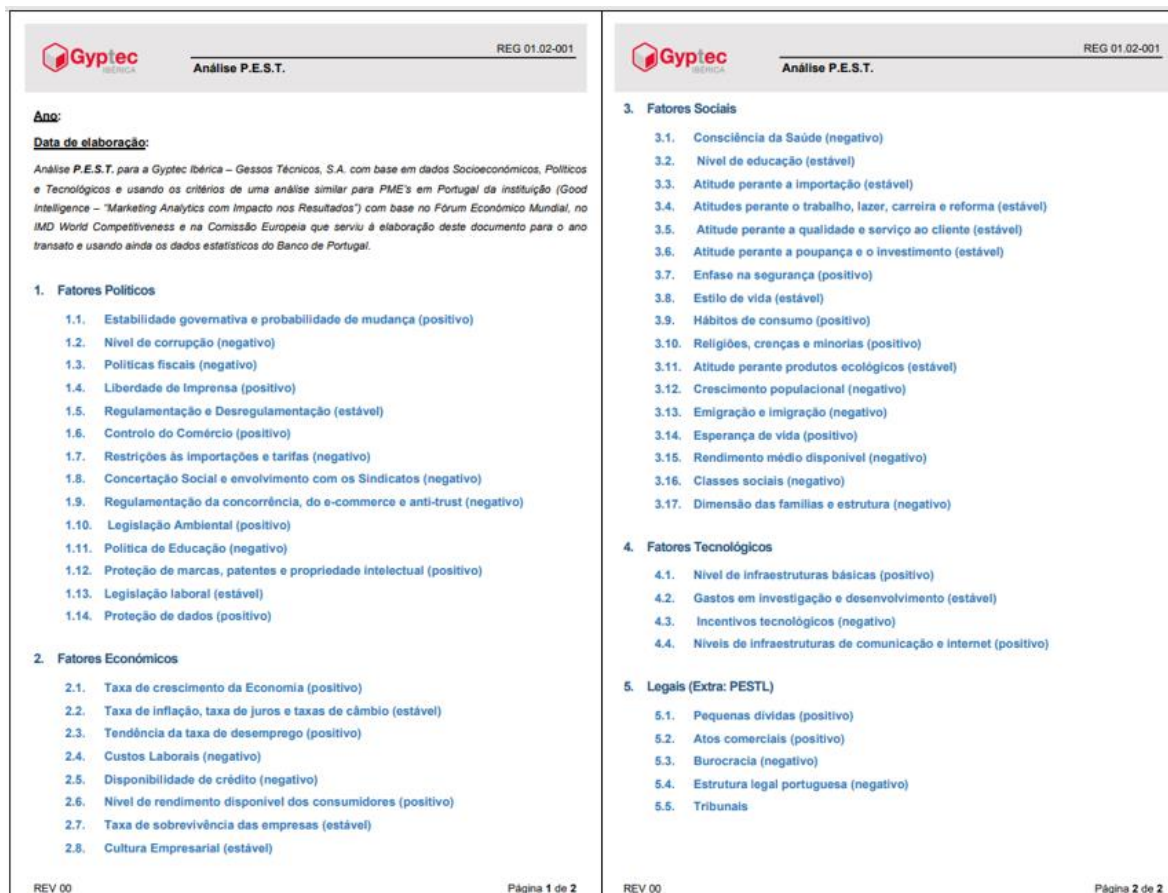


Figura 8 – Modelo utilizado para a realização da análise PESTL

Com o objetivo de melhorar o método de realizar a análise PESTL, elaborou-se um novo modelo, em Excel, com exatamente as mesmas secções principais e subsecções do modelo anterior, mas com o acrescento dos Fatores Ecológicos, passando a ser uma análise PESTEL. Nos Fatores Ecológicos, as subsecções a analisar são: políticas ambientais; alterações climáticas; desastres naturais; poluição do ar e da água; normas de reciclagem; e apoio às energias renováveis. Acrescentou-se ainda a possibilidade de avaliar, de forma quantitativa, o impacto de cada uma das subsecções na empresa. O método utilizado para avaliar o impacto das várias subsecções consiste na utilização da matriz GUT.

A matriz GUT – Gravidade x Urgência x Tendência – é uma ferramenta da área da qualidade utilizada para definir prioridades, sendo, neste caso, utilizada para indicar quais, das diferentes subsecções, têm maior impacto na empresa. A matriz envolve três elementos distintos – gravidade, urgência e tendência –, que devem ser avaliados numa escala de 1 a 5 para cada subsecção. O significado dos cinco parâmetros da escala, para cada elemento da matriz GUT, está explícito na Tabela 1. A gravidade representa a visão dos participantes sobre o impacto do problema analisado. A urgência representa o tempo disponível ou

necessário para resolver determinado problema. E a tendência representa o potencial de crescimento de cada problema, ou seja, a identificação da probabilidade do problema se tornar maior com o passar do tempo.

Tabela 1 – Escalas utilizadas na matriz GUT

Escala	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem Importância	Muito Fraca	Diminui Muito
2	Pouco Importante	Fraca	Diminui
3	Importante	Média	Mantém
4	Muito Importante	Forte	Aumenta
5	Totalmente Importante	Muito Forte	Aumenta Muito

Depois de classificados, de 1 a 5, todas as subsecções nos três parâmetros, é apresentado o grau de prioridade de cada subsecção. O grau de prioridade é calculado através da multiplicação dos valores atribuídos em cada parâmetro para cada subsecção, como apresentado na Equação 1:

$$P = G \times U \times T \tag{Equação 1}$$

Sendo, *P* – Prioridade; *G* – Gravidade; *U* – Urgência; *T* – Tendência;

Na Figura 9, está presente a matriz GUT preenchida, onde são destacados os Fatores Políticos como forma de exemplificação. Os valores atribuídos na matriz não correspondem à realidade, servindo apenas para exemplificar o funcionamento do modelo desenvolvido.

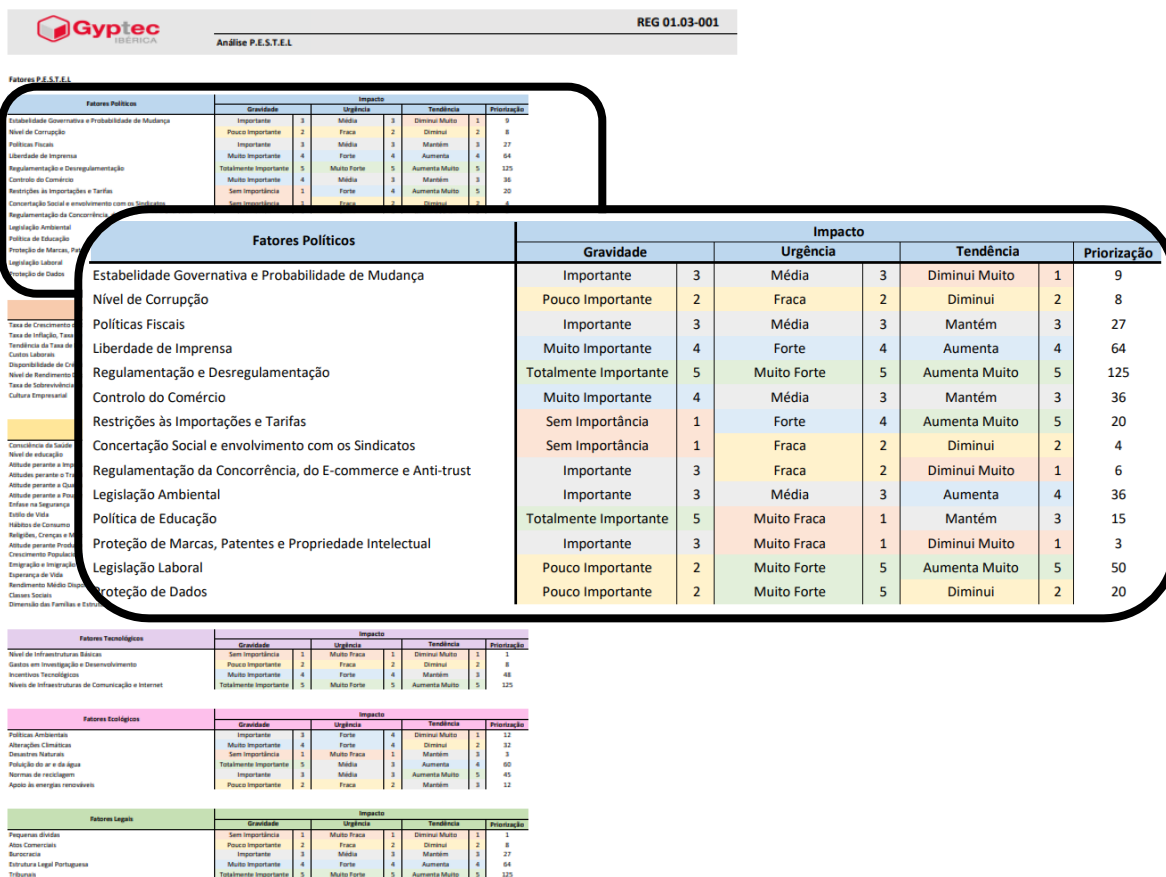


Figura 9 – Exemplo da matriz GUT da análise PESTEL

O novo modelo, para realizar a análise PESTEL, apresenta ainda uma tabela, onde as subsecções são ordenadas automaticamente de acordo com o grau de prioridade atribuído na matriz GUT e onde é possível descrever a análise realizada a cada uma delas, tal como era feito no modelo anterior. Na Figura 10, estão presentes as tabelas com as subsecções ordenadas de acordo com a matriz GUT, destacando os Fatores Económicos, como forma de exemplificação. Os valores atribuídos não correspondem à realidade, servindo apenas para exemplificar o funcionamento do modelo desenvolvido.

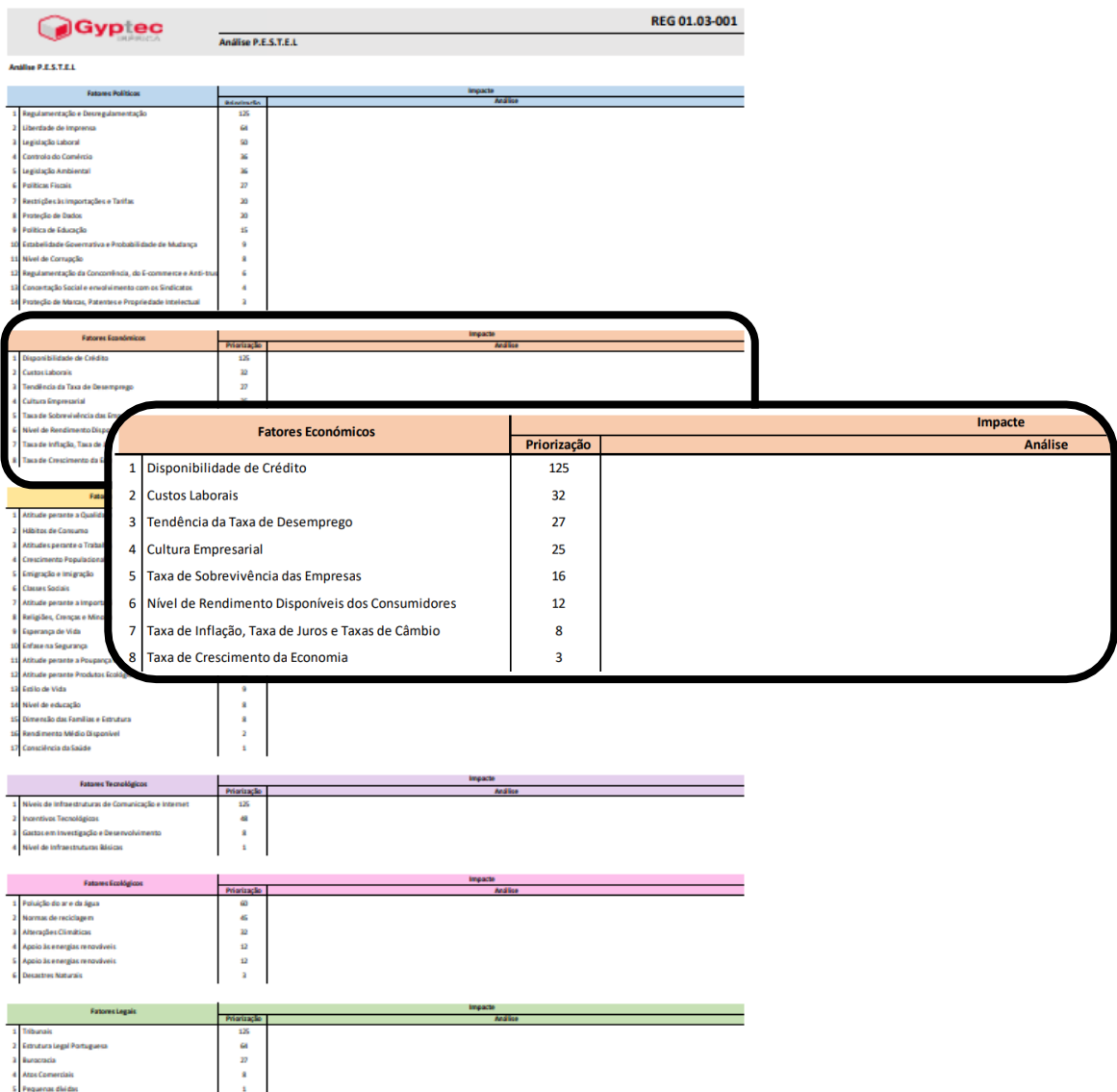


Figura 10 – Exemplo das tabelas de análise qualitativa da análise PESTEL

Além disto, o novo modelo também fornece, automaticamente, uma análise geral dos cinco fatores da análise PESTEL, apresentando um gráfico radar e um gráfico de divisão percentual da respetiva análise, de acordo com os valores atribuídos na matriz GUT. Na Figura 11, está presente um exemplo da análise geral dos cinco fatores da análise PESTEL, cujos valores atribuídos não correspondem à realidade, servindo apenas para exemplificar o funcionamento do modelo desenvolvido.

Relatório P.E.S.T.E.L

Análise Geral dos Fatores

Fatores Políticos	423	24%
Fatores Económicos	248	14%
Fatores Sociais	531	30%
Fatores Tecnológicos	182	10%
Fatores Ecológicos	164	9%
Fatores Legais	225	13%

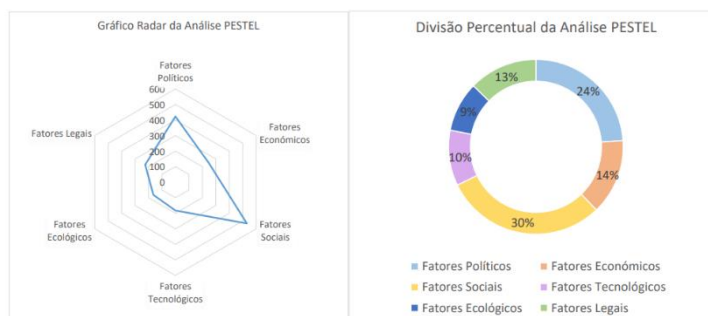


Figura 11 – Exemplo da análise PESTEL global

Assim, com o desenvolvimento do novo modelo para realizar a análise PESTEL, conclui-se que a análise melhorou, uma vez que a matriz GUT permite perceber quais os pontos, nos diversos fatores, que têm maior importância para a empresa, dando assim prioridade aos mesmos para que sejam analisados primeiro e com maior rigor. E ainda, o novo modelo permite obter uma visão geral dos fatores considerados, onde se pode compreender o peso que os vários fatores representam para a empresa.

4.1.2.2. Melhoria do Registo da Análise das Cinco Forças de Porter

A análise das Cinco Forças de Porter pode ser definida como uma análise setorial que permite entender o nível de competitividade de um mercado. Embora a análise PESTL permita monitorizar e avaliar o ambiente externo, de forma a identificar oportunidades e ameaças, a análise do setor fornece uma base mais rigorosa não apenas para identificar o potencial de lucro de um setor, mas também para derivar implicações para a posição estratégica de uma empresa dentro de um setor. Michael Porter desenvolveu o modelo das cinco forças para ajudar as empresas a entenderem melhor o potencial de lucro de diferentes setores e como se devem posicionar para obter e sustentar a vantagem competitiva, através de uma análise ampla de todos os participantes do setor. Esta análise tem em consideração cinco forças: ameaça de novos concorrentes; poder de negociação dos fornecedores; poder de negociação dos clientes; ameaça de produtos substitutos; e rivalidade entre concorrentes. A ameaça de novos concorrentes descreve o risco de potenciais concorrentes entrarem no setor, diminuindo o potencial de lucro da indústria. O poder de negociação dos fornecedores descreve as pressões que os fornecedores do setor podem exercer sobre o potencial lucro do setor, reduzindo a capacidade de uma empresa obter um melhor desempenho. O poder de negociação dos clientes descreve a pressão que os clientes exercem sobre as margens do produtor, exigindo um preço mais baixo ou maior qualidade. A ameaça de produtos substitutos descreve a ideia de que os produtos ou serviços disponíveis fora de um determinado setor chegam perto de atender às necessidades dos clientes atuais. Por fim, a rivalidade entre concorrentes descreve a intensidade com que as empresas do mesmo setor disputam a participação de mercado e a lucratividade (Rothaermel, 2014).

A análise das Cinco Forças de Porter é realizada, na Gyptec, através de um modelo, em *Word*, dividido em cinco secções principais: Rivalidade entre concorrentes, Poder de negociação dos clientes, Poder de negociação dos fornecedores, Ameaça de entrada de novos concorrentes e Ameaça de produtos substitutos. Em cada uma destas cinco secções são descritos e analisados os vários aspetos a ter em consideração, com base nos dados resultantes da análise PESTEL,

realizada anteriormente, de forma qualitativa. Na secção Rivalidade entre Concorrentes, são analisados os principais concorrentes da Gyptec, tanto nacionais como internacionais. Na Figura 12, está representado o modelo, em *Word*, utilizado para a realização da análise das Cinco Forças de Porter.

Com o objetivo de melhorar o método de realizar a análise das Cinco Forças de Porter, elaborou-se um novo modelo, em *Excel*, com as mesmas secções principais do modelo anterior, mas com a possibilidade de avaliar cada uma delas, de forma quantitativa, através de uma matriz de valorização. Cada secção principal tem várias subsecções que ajudam na realização da análise.

Gyptec REG 01.02-002
Análise 5 Forças de Porter

Ano:

1. Rivalidade entre os Concorrentes

1.1. Listagem de Concorrentes

1.1.1. Concorrentes nacionais

1.1.2. Concorrentes internacionais

2. Poder de Negociação dos Clientes

3. Poder de Negociação dos Fornecedores

4. Ameaça de Entrada de Novos Concorrentes

5. Ameaça de Produtos Substitutos

REV 00 Página 1 de 1

Figura 12 – Modelo utilizado para a realização da análise das Cinco Forças de Porter

Na secção Rivalidade entre Concorrentes, as subsecções a analisar são: totalidade do mercado abrangida pelo concorrente; existe competição direta com o concorrente; mesmo mercado que o concorrente; diversidade alta do concorrente; existe guerra de preços ou de qualidade com o concorrente. Na secção Poder de Negociação dos Clientes, as subsecções a analisar são: clientes sensíveis a mudanças de preço; dificuldade em fidelizar clientes; alto volume de compra dos clientes; baixo custo de troca de fornecedor por parte do cliente; possibilidade dos clientes de produzir próprio produto. Na secção Poder de Negociação dos Fornecedores, as subsecções a analisar são: pouca oferta de fornecedores; grande variação dos preços de insumos; alto grau de dependência do fornecedor; alto custo de mudança de fornecedores; alto grau de flexibilidade na negociação de prazos de pagamento. Na secção Ameaça de Entrada de Novos Concorrentes, as subsecções a analisar são: elevado custo de um novo negócio dentro da indústria; existência de espaço para novos concorrentes; indústria de grande escala; alto custo de troca para o cliente; risco de novas tecnologias derrubarem as barreiras de

entrada. Por fim, na secção Ameaça de Produtos Substitutos, as subsecções a analisar são: existência de substitutos diretos para o produto; alto grau de inovação dos produtos substitutos; baixo custo de mudança dos clientes para os produtos substitutos; preço dos produtos substitutos inferior ao do produto; qualidade dos produtos substitutos superior ao do produto.

A matriz de valorização, utilizada neste modelo, serve para determinar como as forças estão distribuídas e quais os fatores competitivos que são mais importantes no mercado em que a empresa está inserida. A matriz envolve dois elementos distintos – Concordância e Importância –, que devem ser avaliados, no caso da Concordância, de 1 a 5, e no caso da Importância, de “sem importância” a “muito importante”, para cada subsecção. O significado dos cinco parâmetros da escala, para o elemento Concordância, está explícito na Tabela 2. Já o significado da escala, para o elemento Importância, depende da atribuição do elemento Concordância. Ou seja, se o elemento Importância, for classificado como “Muito Importante”, o valor atribuído é o mesmo que o atribuído no elemento Concordância. Se o elemento Importância, for classificado como “Importante”, o valor atribuído é metade do valor atribuído no elemento Concordância. E se o elemento Importância, for classificado como “Sem Importância”, o valor atribuído é zero.

A concordância representa a visão dos participantes sobre se existe ou não o problema identificado em cada subsecção. A importância representa a visão dos participantes sobre o impacto do problema a ser analisado.

Tabela 2 – Escala utilizada na matriz de valorização

Escala	Concordância
1	Discordo Totalmente
2	Discordo Parcialmente
3	Não Concordo, Nem Discordo
4	Concordo Parcialmente
5	Concordo Totalmente

Depois de classificadas, de 1 a 5, todas as subsecções, nos dois parâmetros, é apresentado o grau de prioridade de cada subsecção. O grau de prioridade é calculado através da soma dos valores atribuídos em cada parâmetro para cada subsecção, como apresentado na Equação 2:

$$P = C + I \quad \text{Equação 2}$$

Sendo, P – Prioridade; C – Concordância; I – Importância

Na Figura 13, podemos verificar um exemplo da matriz de valorização, preenchida para cada uma das subsecções da análise das Cinco Forças de Porter, onde é destacada a secção Poder de Negociação dos Clientes, como forma de exemplificação. Os valores atribuídos não correspondem à realidade, servindo apenas para exemplificar o funcionamento do modelo desenvolvido.

Além disto, o novo modelo também fornece, automaticamente, uma análise geral das cinco forças, apresentando um gráfico de barras da respetiva análise, de acordo com os valores atribuídos na matriz de valorização, indicando a melhor e a pior força. Na Figura 15, está presente um exemplo da análise geral das Cinco Forças de Porter, cujos valores atribuídos não correspondem à realidade, servindo apenas para exemplificar o funcionamento do modelo desenvolvido.

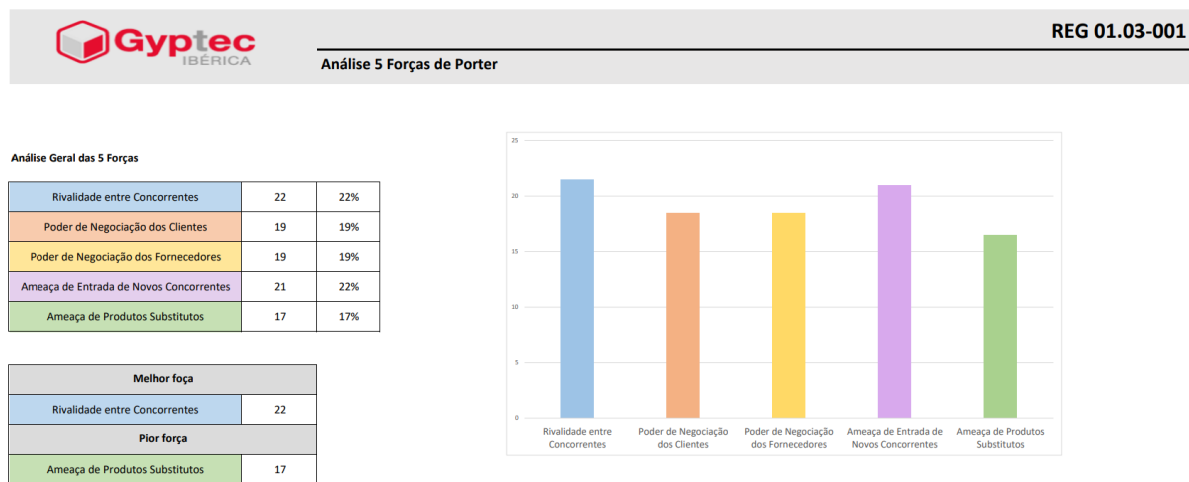


Figura 15 – Exemplo da análise global das Cinco Forças de Porter

Assim, com o desenvolvimento do novo modelo para realizar a análise das Cinco Forças de Porter, conclui-se que a análise melhorou, uma vez que a matriz de valorização permite perceber quais as forças, que têm maior importância para a empresa, dando assim prioridade às mesmas para que sejam analisadas com maior rigor. E ainda, o novo modelo permite obter uma visão geral das cinco forças, onde se pode compreender o peso que as mesmas representam para a empresa.

4.1.3. Procedimento de Design e Desenvolvimento

O procedimento de Design e Desenvolvimento da Gyptec aplica-se a todas as ações ou projetos que por via de alterações de processos ou produtos ou mesmo criação de novos processos ou produtos, possam vir a introduzir alterações ao processo fabril. Quando é identificada determinada necessidade, o procedimento consiste na avaliação e planificação das alterações necessárias ao processo, para que se consiga dar resposta à necessidade identificada. De referir que, aquando da planificação tem de ser considerado também a legislação aplicável ao produto, aos materiais utilizados e ao ambiente. Decorrente da planificação efetuada, procede-se de seguida ao acompanhamento das alterações a efetuar. Para se dar por concluído qualquer projeto neste âmbito, será necessário avaliar os impactos da execução do projeto no processo produtivo e definir a necessidade ou ausência dela de planear ações futuras. Finalmente e para o encerramento do procedimento é necessário executar o relatório do projeto.

4.1.3.1. Redução do Número de Registos no Procedimento de Design e Desenvolvimento

No procedimento de design e desenvolvimento da Gyptec é necessário o preenchimento de quatro registos, em formato *Word*: REG 01 – Registo de Avaliação e Planificação de Alterações; REG 02 – Registo de Acompanhamento de Projeto; REG 03 – Registo de Resultados de Projeto; e REG 04 – Relatório de Projeto. O REG 01 requer a identificação do

projeto, onde é necessário indicar o título do projeto e apresentar uma descrição do mesmo; requer a alocação de meios necessários, onde é necessário descrever os meios necessários, a nível pessoal, financeiro e material; e requer a avaliação do impacte ambiental, onde se discrimina o impacte ambiental enquanto positivo ou negativo, para cada uma das ações previstas, classificando o mesmo numa escala de 1 a 5, em que 1 é insignificante e 5 impactante, e fazendo uma pequena descrição das razões na base desta classificação. O REG 02 requer a identificação do projeto, à semelhança do REG 01; requer um cronograma do projeto, onde são estipulados os prazos de início e finalização das ações planeadas, assim como o registo do cumprimento do prazo estipulado; e requer um acompanhamento financeiro, onde são estimados orçamentos previstos e registados os gastos efetivos, de forma a serem comparados. O REG 03 requer a identificação do projeto, à semelhança do REG 01 e do REG 02; requer uma avaliação das ações planeadas, onde para cada ação prevista são descritos quais os objetivos propostos e verificado se os mesmos foram atingidos. Por fim, o REG 04 consiste na elaboração de um relatório com o conteúdo dos registos anteriores, adicionando posteriormente a informação considerada relevante e avaliando a pertinência da execução de novos projetos resultantes das conclusões da execução do projeto corrente.

Com o objetivo de facilitar e tornar menos repetitivo o preenchimento dos registos necessários no procedimento de design e desenvolvimento, elaborou-se apenas um modelo de registo, em formato *Excel*, apresentado no Anexo 1, com exatamente as mesmas informações que os quatro registos anteriores, mas com diferença na organização da informação, na facilidade de preenchimento e na ausência de informação repetida. O novo registo consiste em três secções principais: a planificação de alterações; a execução de alterações/ avaliação de resultados; e a avaliação da necessidade de novos projetos complementares. Na planificação de alterações, o registo requer a identificação do projeto, a alocação de vários meios necessários e a avaliação do impacte ambiental, sendo que na alocação dos meios financeiros se incluiu a estimativa dos orçamentos previstos e o registo dos gastos efetivos. Na execução de alterações/ avaliação de resultados, o registo requer o preenchimento de um cronograma do projeto, onde são estipulados os prazos de início e finalização das ações planeadas e o cumprimento dos mesmos, sendo que se incluiu, nesta mesma tabela, o preenchimento dos objetivos propostos para cada ação e se foram ou não atingidos. Por fim, na avaliação da necessidade de novos projetos complementares, o registo requer uma avaliação da pertinência da execução de novos projetos, à semelhança do registo anterior REG 04.

Assim, com estas alterações, foi possível comprimir quatro registos em apenas um, sem perder informação, facilitando a obtenção de informação por parte dos utilizadores e diminuindo a probabilidade de perda de informação, por esta se encontrar distribuída por vários registos.

4.1.4. Procedimento de Gestão de Compras e Fornecedores

O procedimento de Gestão de Compras e Fornecedores da Gyptec divide-se em duas secções principais: o procedimento de compras a fornecedores e a avaliação e classificação de fornecedores. Com foco apenas na avaliação e classificação de fornecedores, uma vez que foi nesta secção que foi implementada uma melhoria, esta é efetuada anualmente, pelo responsável da área das compras, e consiste na determinação do índice de fornecedor (*If*) e consequentemente na sua classificação.

A avaliação e classificação de fornecedores da Gyptec, é realizada em um documento *Excel*, onde a partir da base de dados de fornecedores que colaboram com a Gyptec, se extrai uma

lista, onde constam todos os fornecedores. Posteriormente, os dados são trabalhados no documento *Excel*, aplicando-se quatro filtros de exclusão, que se consideram fundamentais para se obter a lista final de fornecedores a avaliar:

- **Filtro 1:** excluem-se todos os fornecedores catalogados como não aplicáveis na base de dados utilizada;
- **Filtro 2:** excluem-se todos os fornecedores a quem não se comprou no ano a que a avaliação se refere;
- **Filtro 3:** excluem-se todos os fornecedores, que vendem equipamentos para a produção, cujo valor no ano transato não atingiu os 5000 €;
- **Filtro 4:** excluem-se todos os transportadores de gesso.

Após aplicados os filtros, todos os fornecedores restantes, os não excluídos, são considerados para avaliação. Esta avaliação é dividida em três tipos de fornecedores: os fornecedores de matérias-primas, matérias subsidiárias, equipamentos, materiais diversos e mercadorias; os fornecedores de serviços; e os fornecedores de serviços de transporte. Sendo que para cada tipo de fornecedor estão definidos diferentes critérios de avaliação.

Na avaliação dos fornecedores de matérias-primas, matérias subsidiárias, equipamentos, materiais diversos e mercadorias, o *If* calcula-se através da Equação 3:

$$If = [(0,2 \times Irf) + (0,8 \times Ird)] \quad \text{Equação 3}$$

Sendo, *If* – Índice de fornecedor; *Irf* – Indicador das reclamações a fornecedores, que traduz as não conformidades que deram origem a reclamações; *Ird* – Indicador dos requisitos de desempenho, que traduz o resultado da ponderação de sete indicadores distintos, tendo em consideração a Equação 4.

$$Ird = [(0,2 \times Ipc) + (0,2 \times Ipe) + (0,2 \times Ipcp) + (0,2 \times Iat) + (0,1 \times Irf) + (0,1 \times Isgqa)] \quad \text{Equação 4}$$

Sendo, *Ipc* – Indicador da conformidade do produto fornecido, que traduz a conformidade dos produtos fornecidos com o acordado; *Ipe* – Indicador prazo de entrega, que traduz o cumprimento dos prazos estipulados; *Ipcp* – Indicador de preço e condições de pagamento, que traduz a capacidade de ser competitivo em relação à concorrência, no que respeita a preços e condições de pagamento; *Iat* – Indicador de apoio técnico e prontidão na resolução de ocorrências/solicitações, que traduz a assistência prestada pelo fornecedor, seja intelectual, tecnológica e material, assim como a disponibilidade e prontidão para resolução de eventuais problemas; *Irf* – Indicador da relação direta com o fabricante, que traduz a valorização/preferência da Gyptec pelo contacto direto com o fabricante; *Isgqa* – Indicador dos sistemas de gestão de qualidade e ambiente do fornecedor, que traduz a certificação do fornecedor de acordo com a ISO 9001 e a ISO 14001.

Na avaliação de fornecedores de serviços, o *If* calcula-se através da Equação 5:

$$If = [(0,5 \times Ip) + (0,5 \times Ird)] \quad \text{Equação 5}$$

Sendo, I_p – Indicador de preço, que traduz a comparação do preço de venda do fornecedor com o da concorrência; Ird – Indicador dos requisitos de desempenho, que traduz o resultado da ponderação de cinco indicadores distintos, tendo em consideração a Equação 6.

$$Ird = [(0,3 \times Iqs) + (0,2 \times Ir) + (0,2 \times Ips) + (0,2 \times Iat) + (0,1 \times Isgqa)] \quad \text{Equação 6}$$

Sendo, Iqs – Indicador da qualidade do serviço; Ir – Indicador de reclamações a fornecedores; Ips – Indicador prazo de prestação do serviço, que traduz o cumprimento dos prazos estipulados.

Na avaliação de fornecedores de serviços de transporte, o If calcula-se através da Equação 7:

$$If = [(0,6 \times Ip) + (0,4 \times Ird)] \quad \text{Equação 7}$$

Sendo, Ird – Indicador dos requisitos de desempenho, que traduz o resultado da ponderação de quatro indicadores distintos, tendo em consideração a Equação 8.

$$Ird = [(0,3 \times Ipe) + (0,3 \times Ir) + (0,3 \times Icr) + (0,1 \times Isgqa)] \quad \text{Equação 8}$$

Sendo, Icr – Indicador de capacidade de resposta; que traduz a capacidade de o fornecedor responder, de forma imediata, às solicitações/ pedidos de esclarecimento.

Após a determinação do If para cada tipo de fornecedor, estes são classificados considerando os níveis A, B, C e D. Todos os fornecedores cujo valor do If esteja entre 0 e 29, pertencem ao nível D, entre 30 e 49 pertencem ao nível C, entre 50 e 69 pertencem ao nível B, e entre 70 e 100 pertencem ao nível A.

Depois de concluída a avaliação e classificação de todos os fornecedores, é emitida uma lista de fornecedores aprovados, que fica disponível em suporte informático para consulta dos diferentes departamentos envolvido no procedimento de compras, de modo que estes, no momento da consulta, selecionem preferencialmente os fornecedores melhor classificados.

4.1.4.1. Melhoria do Registo de Avaliação e Classificação de Fornecedores

O documento, em *Excel*, utilizado pela Gyptec, para realizar a avaliação e classificação de fornecedores, apresenta diversos problemas, como desorganização das folhas de trabalho com várias linhas e colunas ocultas, um elevado número de fornecedores para avaliar e critérios utilizados no cálculo do If não muito eficazes. Com o objetivo de melhorar o documento, efetuou-se algumas alterações, como mudanças no *layout* das folhas de trabalho, adição de um novo filtro de exclusão de fornecedores e mudança da forma de avaliação relativa ao indicador dos sistemas de gestão de qualidade e ambiente do fornecedor ($Isgqa$).

A mudança no *layout* das folhas de trabalho consiste na realização de um novo documento de *Excel*, tendo como base o documento já utilizado, mas de forma a não acarretar os erros e problemas ocultos e não ocultos das folhas anteriores, acabando com todas as linhas e colunas ocultas e tornando a avaliação mais organizada. A adição do novo filtro de exclusão de fornecedores consiste na elaboração de um quinto filtro, que exclui todos os fornecedores de serviços de transporte cujo valor de compras anual seja inferior a 2000 €, de forma a diminuir o número de fornecedores a avaliar, tornando esta tarefa menos exaustiva. A forma de avaliação relativa ao indicador dos sistemas de gestão de qualidade e ambiente do fornecedor consiste na verificação do certificado da ISO 9001 e da ISO 14001, sendo necessário pedir o mesmo, via email, periodicamente, a todos os fornecedores a serem avaliados. Esta forma de avaliar não é a mais indicada, uma vez que muitos fornecedores não respondem aos emails e, como tal, não enviam os certificados, deixando a dúvida se serão certificados ou não. Então, ao eliminar este critério de avaliação, visto que a qualidade dos produtos e serviços já é avaliada através de critérios existentes na avaliação, falta apenas avaliar o impacto ambiental dos fornecedores. Para isso, criou-se um novo critério de avaliação do impacto ambiental dos fornecedores (*Iia*), que consiste na verificação da localização relativa do fornecedor, atribuindo 100 pontos aos fornecedores com localização muito próxima da Gyptec, 80 pontos aos fornecedores com localização próxima da Gyptec, 50 pontos aos fornecedores com localização relativamente distante, 30 pontos aos fornecedores com localização distante e, por fim, 10 pontos aos fornecedores com localização muito distante.

Assim, com as alterações realizadas no documento foi possível resolver todos os erros e problemas identificados inicialmente no documento anterior, melhorando a forma como é realizada a avaliação e classificação de fornecedores.

4.2. Implementação da Metodologia 5S

Qualquer chão de fábrica necessita de um ambiente limpo e organizado para poder executar as suas atividades da melhor forma possível, e assim garantir excelência aos seus clientes. Partindo desta premissa, foi evidenciada a necessidade de implementação da metodologia 5S no Armazém da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Gyptec. De forma a executar as devidas mudanças é necessário fazer todo o levantamento das necessidades de melhoria, através de um *brain storming* com os colaboradores do respetivo local de trabalho, para que cada um possa expor as suas ideias e propostas de melhoria, uma vez que não há ninguém melhor que o próprio colaborador para identificar o que deve ser modificado.

O armazém da ETA, onde foi implementada a metodologia dos 5S, é um armazém relativamente novo, que foi construído para aumentar a capacidade de armazenamento da Gyptec. O armazém, como o nome indica, inclui a ETA da Gyptec, assim como todos os materiais e consumíveis utilizados no funcionamento da mesma. Para além da ETA e dos materiais a esta associados, este armazém inclui também uma zona de trabalho, onde são produzidas as placas de gesso compostas, sendo o armazenamento dos materiais utilizados nessa produção e do produto acabado, incluído no armazém. Este armazém armazena ainda um conjunto de bobines de papel para utilização no processo produtivo das placas de gesso, um conjunto de material elétrico e um conjunto de aditivos utilizados apenas em placas especiais.

4.2.1. Seiri – Organização

Na primeira fase dos 5S, *Seiri* (organização), foram identificados todos os materiais, presentes no armazém, que não são necessários, de forma a fazer uma divisão entre o necessário e o desnecessário, de acordo com a frequência de utilização dos mesmos. O material considerado necessário, ou seja, todos os materiais que são utilizados com frequência no armazém ou que são aqui armazenados, permanecem no armazém. Todo o material considerado desnecessário, nomeadamente paletes perdidas e materiais que aqui não são utilizados ou que são utilizados poucas vezes, foram retirados do armazém para os locais onde pertencem ou para reciclagem.

Na identificação do material desnecessário, recorreu-se à utilização da estratégia de *Red Tagging*, que consiste na separação dos materiais que não têm utilidade, identificando-os através da colocação de etiquetas *Red Tag* (Figura 16). Nestas etiquetas é possível identificar o material em questão através do nome e da sua localização, registar os motivos pelos quais o material está a ser assinalado e assinalar qual a ação a tomar relativamente ao destino desse material.

5S RED TAG Nº: _____	
INFORMAÇÃO GERAL	
Data: ___ / ___ / ___	
Marcado por: _____	
Nome do item: _____	
Localização: _____	
MOTIVOS PARA IDENTIFICAÇÃO	
<input type="radio"/> Obsoleto <input type="radio"/> Não necessário <input type="radio"/> Defeituoso <input type="radio"/> Em excesso <input type="radio"/> Outro: _____	
AÇÕES A TOMAR	
<input type="radio"/> Deitar fora <input type="radio"/> Reciclar <input type="radio"/> Mover para: _____ <input type="radio"/> Devolver a: _____ <input type="radio"/> Outro: _____	

Figura 16 – Etiqueta *Red Tag*

Após a aplicação deste método, foram identificados vários tipos de materiais desnecessários no armazém:

- Conjunto de amostras de matérias-primas, para experimentação no processo produtivo, que se revelaram inapropriadas para integração no processo, foram recolhidas por uma empresa de gestão de resíduos;
- Placas de gesso para exposições em feiras, já utilizadas para o efeito, foram para reciclagem, integrando-as novamente no processo produtivo;
- Aspirador, que pertence à oficina, foi novamente arrumado no local correto;
- Estrutura, em material inox, de apoio à produção de placas compostas, que se revelou inapropriada para o efeito, foi descartada;
- Bidões vazios de armazenamento de cola para a produção de placas compostas, foram devidamente lavados e encaminhados para reciclagem;
- Conjunto de placas de gesso com defeito, foram para reciclagem, integrando-as novamente no processo produtivo;
- Conjunto de placas de cortiça com defeito, foram para reciclagem;
- Diversos materiais que foram substituídos e por isso não são mais utilizados, foram descartados.

4.2.2. Seiton – Arrumação

Na segunda fase, *Seiton* (arrumação), foi analisado o fluxo produtivo do armazém, tendo em conta todas as atividades que se realizam no local, de forma a definir, marcar e identificar locais estratégicos para armazenar os materiais necessários, locais esses de fácil acesso e definidos em zonas próximas de onde serão necessários. Desta forma, foram sugeridas alterações no *layout* do armazém, com incorporação de novas estruturas, que permitam identificar e rastrear com mais facilidade os materiais mediante as atividades realizadas em cada zona.

Esta fase, começou com a realização de uma planta do estado futuro do armazém (Figura 17), de forma a definir onde faz mais sentido colocar cada material, isto é, onde devem ser colocados os materiais necessários ao funcionamento da ETA, os materiais necessários à produção de placas compostas e os respetivos resíduos, o produto acabado de placas compostas, os aditivos utilizados em placas especiais, os materiais elétricos e as bobines de papel. Surgiu a necessidade de utilizar um esquema de cores que facilitasse a identificação dos diversos grupos de materiais, para isso recorreu-se a um esquema de cores, que divide os três grupos: matérias-primas (azul), produto acabado (verde) e resíduos (castanho/ preto). O esquema de cores identifica ainda a zona da ETA (cinzento), a zona de produção de placas compostas (laranja), o material elétrico (rosa) os equipamentos relativos ao plano de combate a incêndios (vermelho) e, por fim, as portas e portões do armazém (amarelo), que não devem ser obstruídos. Este esquema é disponibilizado no armazém, para que qualquer colaborador possa consultá-lo e facilmente identificar o material que procura ou identificar o local de armazenamento de determinado material. O documento disponibilizado no armazém, para consulta, está apresentado no Anexo 2.



Figura 18 – Zona de armazenamento dos materiais da ETA utilizados com maior frequência



Figura 19 – Zona de armazenamento dos materiais da ETA utilizados com menor frequência

De seguida, definiu-se a zona de produção de placas composta, destinada a ter um espaço de trabalho para os operadores produzirem as placas e para armazenar os materiais necessários à produção dessas placas. Os materiais, como a cola, os tacos e o filme, que são materiais utilizados com maior frequência na produção de placas compostas, já se encontram armazenados junto da área de produção, não sendo necessário fazer alterações no local de armazenamento, à exceção do filme, que se encontrava perdido e misturado com outro tipo de materiais (Figura 20). Os materiais, como o EPS, a cortiça e as placas de gesso, que são utilizados com menor frequência, uma vez que estão divididos de acordo com as suas dimensões e dependem do tipo de placa composta que se produz, encontravam-se

armazenados com os diferentes tamanhos todos misturados e sem qualquer identificação. Para estes materiais, com menor frequência de utilização, definiu-se uma área mais afastada da área de produção, mas de fácil acesso, para que os operadores, aquando da produção, consigam facilmente chegar aos materiais, escolher o tamanho que necessitam e transportá-los até à área de produção (Figura 21). A área de armazenamento, de todos estes materiais, foi devidamente identificada e delimitada com fita azul, uma vez que estes são considerados matérias-primas.



Figura 20 – Zona de armazenamento dos materiais para a produção de placas compostas utilizados com maior frequência



Figura 21 – Zona de armazenamento dos materiais para produção de placas compostas utilizados com menor frequência

A área de produção, foi delimitada com fita cor de laranja e a base da mesma foi substituída por uma nova e mais resistente (Figura 22).



Figura 22 – Zona de produção de placas compostas

Ao lado da área de produção, definiu-se a zona dos resíduos, destinada a armazenar os resíduos resultantes da produção de placas compostas. Os resíduos consistem nos restos de EPS e cortiça, que sobram da produção ou que não estão em condições de integrar nas placas compostas, e nos restos de madeira provenientes de tacos partidos. Os resíduos já se encontravam armazenados junto da área de produção, não sendo necessário fazer alterações no local de armazenamento, mas sim na falta de identificação e na falta de separação dos vários tipos de resíduos. A área de armazenamento dos resíduos, foi devidamente identificada e delimitada com fita preta (Figura 23).

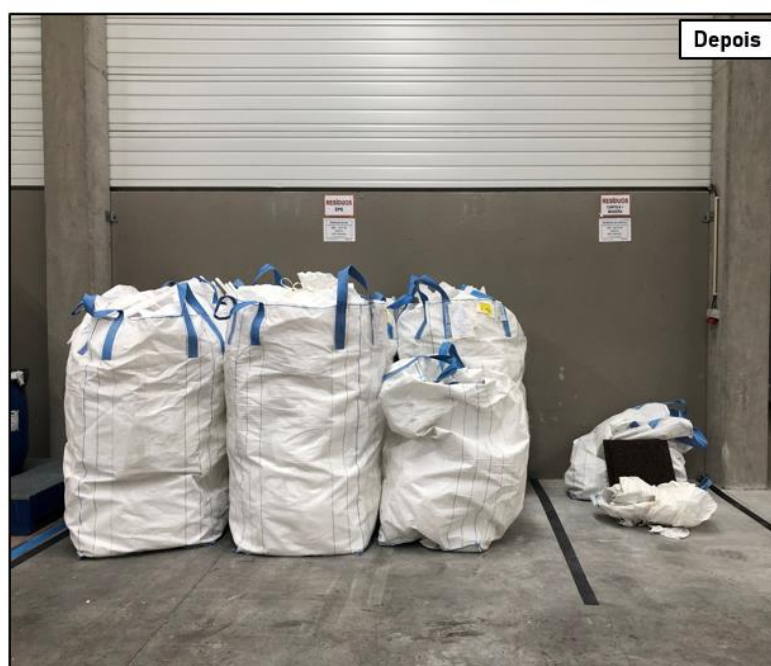


Figura 23 – Zona de armazenamento dos resíduos da produção de placas compostas

Seguidamente, definiu-se a zona de produto acabado, destinada a armazenar as placas compostas. As placas compostas encontravam-se devidamente armazenadas e separadas pelos vários tamanhos de placa, faltando apenas a delimitação das áreas de armazenamento e a sua identificação por tamanhos, de forma a facilitar a tarefa de expedição dessas placas. As áreas de armazenamento foram devidamente identificadas e delimitadas com fita verde, uma vez que estas placas são consideradas produto acabado (Figura 24).



Figura 24 – Zona de armazenamento do produto acabado da produção de placas compostas

Definiu-se, também, uma zona para os aditivos utilizados apenas em placas especiais, uma vez que estes aditivos se encontravam alguns perdidos no armazém e outros espalhados pela fábrica, sem qualquer identificação nem lugar específico para serem armazenados. A localização das áreas de armazenamento, foram definidas na zona final do armazém, devido ao facto da frequência de utilização destes materiais ser esporádica. As áreas de armazenamento, foram devidamente identificadas e delimitadas com fita azul, uma vez que são materiais considerados matérias-primas (Figura 25).



Figura 25 – Zona de armazenamento de aditivos para a produção de placas especiais

Definiu-se, ainda, uma zona para os materiais elétricos, visto que estes se encontravam armazenados em paletes espalhadas pelo chão e sem qualquer identificação, devido ao facto de o armazém específico para armazenar material eléctrico se encontrar completamente cheio e sem capacidade de armazenamento. A localização da área de armazenamento, na zona final do armazém, não se alterou, uma vez que são materiais que não são utilizados com muita frequência, apenas quando é necessário realizar uma substituição, em caso de avaria. Como estes materiais se encontravam armazenados em paletes espalhadas pelo chão, a área ocupada por estes era demasiado grande. Assim, decidiu-se comprar uma estante para que fosse possível armazenar todos estes materiais em altura e fosse possível diminuir a área ocupada, melhorando ao mesmo tempo a organização do espaço. A área de armazenamento, foi devidamente identificada e delimitada pela estante (Figura 26).

Relativamente à zona definida para as bobines de papel, no esquema da planta do armazém, na Figura 17, esta não é uma zona definitiva, uma vez que estas bobines não vão permanecer neste armazém definitivamente. Existe um armazém, na Gyptec, específico para o armazenamento das bobines de papel, mas como estas bobines apresentam alguns defeitos, não foram armazenadas junto das bobines sem defeito, para que os operadores não as confundam. Apesar destas bobines apresentarem alguns defeitos, é possível utilizá-las no processo quando se produz algumas placas específicas, não tendo a mesma velocidade de saída que as bobines sem defeito, sendo necessário um espaço para as armazenar. Por estas razões, a área de armazenamento não está delimitada nem identificada no armazém.



Figura 26 – Zona de armazenamento do material elétrico

4.2.3. *Seiso* – Limpeza

Na terceira fase, *Seiso* (limpeza), realizou-se a limpeza de toda a área do armazém, de forma a proporcionar um bom e confortável ambiente de trabalho.

Toda a área do pavimento do armazém apresentava problemas de acumulação de pó, devido ao facto de os colaboradores responsáveis pela limpeza da fábrica não terem incluído nas suas tarefas a limpeza deste armazém. Após a identificação deste problema, a tarefa de limpar este armazém passou a estar incluído nas tarefas dos funcionários responsáveis pela limpeza, ainda que não se justifique uma limpeza diária, esta passou a ser mais regular.

A área de produção de placas compostas é constituída por uma folha de papel grande, presa ao chão por fita cola, que se apresentava bastante desgastada e com visíveis rasgões, não apresentado as condições necessárias para a produção. Após a identificação deste problema, a folha de papel foi substituída e plastificada, de forma a aumentar a sua resistência e, consequentemente, a sua durabilidade. A tarefa de substituição e plastificação da folha passou a ser uma tarefa que se tem de realizar com maior frequência.

Na área de armazenamento da cola, existe um IBC e vários bidões de cola, que se encontram dentro de duas bacias de retenção. A cola mesmo estando armazenada dentro de bacias de retenção, é necessário colocar uma folha de papel como base, para proteger o pavimento de algum derrame de cola aquando da produção das placas compostas. Esta folha de papel, que serve de base de proteção, encontrava-se bastante danificada e suja. Após a identificação deste

problema, à semelhança da resolução do problema anterior, a folha de papel foi substituída e plastificada, de forma a aumentar a sua resistência e durabilidade, passando a ser uma tarefa que se tem de realizar com maior frequência, de forma a manter um ambiente de trabalho limpo.

4.2.4. *Seiketsu* – Normalização

Concluídas as três primeiras fases dos 5S, a quarta fase, *Seiketsu* (normalização), é igualmente importante e necessária para a manutenção das três fases anteriores, através da uniformização dos processos. Para isso, é fundamental haver um suporte documental, que ajude os colaboradores a cumprirem com as suas tarefas, através da criação de regras e procedimentos normalizados. Foram então elaborados e colocados em vigor um conjunto de documentos, relativos às etapas anteriores, apresentados na Tabela 3.

De forma a reforçar a gestão visual, o documento que contém o *layout* do armazém, foi afixado numa parede, para que este possa ser consultado por qualquer colaborador, sempre que necessário.

Tabela 3 – Documentos relativos à implementação dos 5S

Documento	Descrição	Localização
IT – Procedimento <i>Red Tagging</i>	Esta Instrução de Trabalho (IT) descreve o procedimento que se deve seguir na estratégia <i>Red Tagging</i>	Anexo 3
Etiqueta <i>Red Tag</i>	A etiqueta <i>Red Tag</i> contém um conjunto de informações sobre item que foi sinalizado (identificação, motivo e destino)	Figura 16
Lista de Itens <i>Red Tag</i>	Este documento corresponde à lista de itens que foram sinalizados com etiquetas <i>Red Tag</i> , permitindo controlar o destino dos itens	Anexo 4
<i>Layout</i> do Armazém	Este documento contém a planta do armazém, com todos os elementos nele presentes e respetivas áreas de armazenamento	Anexo 2
Padrão de Cores na Marcação do Pavimento	Este documento apresenta uma legenda para as cores utilizadas nas marcações do armazém	Anexo 5
Plano de Limpeza	Este documento permite normalizar as atividades de limpeza, definindo as tarefas que devem ser realizadas	Anexo 6
Folha de Verificação para Auditoria 5S	Este documento permite obter resultados quantitativos relativamente às auditorias dos 5S	Anexo 7
Relatório de Auditoria 5S	Este documento descreve detalhadamente todos os problemas detetados numa auditoria	Anexo 8

4.2.5. *Shitsuke* – Autodisciplina

Por último, a quinta fase, *Shitsuke* (autodisciplina), consiste na atuação contínua em conformidade com as quatro fases anteriores, pois com o passar do tempo, se não houver um reforço frequente para manter os 5S, as condições podem degradar-se e não serão identificadas novas oportunidades de melhoria. Para isso e para manter a autodisciplina, é necessário recorrer a auditorias internas periódicas sobre a implementação das tarefas

atribuídas, que identifiquem os problemas e o que pode ser melhorado. Assim, foi estabelecido que a auditoria dos 5S se realizará uma vez por mês, de forma a controlar regularmente o estado do armazém, sendo que, por cada auditoria, deverá existir uma reunião entre a equipa de projeto para que sejam apresentados os resultados e seja discutida a melhoria dos mesmos. A realização de auditorias vai permitir avaliar o comprometimento no seguimento das normas, regras e procedimentos estabelecidos, com o intuito de manter o grau de implementação ou até aumentá-lo.

As auditorias consistem na avaliação dos parâmetros relativos a todas as etapas da metodologia 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), através da atribuição de uma pontuação a cada aspeto listado no documento Folha de Verificação para Auditoria 5S (Anexo 7). Após a atribuição da pontuação a todos os aspetos listados, chega-se a uma classificação, que pode variar de 0 a 100 por cento, sendo 80 por cento o objetivo a atingir, ou seja, todas as classificações abaixo dos 80 por cento, significam que os resultados estão abaixo do objetivo, e todas as classificações acima dos 80 por cento, significam que os resultados estão acima do objetivo.

Nesta etapa, os colaboradores, já possuem todos os recursos para manterem o estado do armazém organizado, atualizado e limpo, de modo que, após este projeto, consigam por eles mesmos manter o estado do armazém.

4.3. Melhoria da Gestão da Estação de Tratamento de Água

Uma das matérias-primas com mais relevância no processo produtivo de placas de gesso Gyptec é a água, sendo assim importante garantir que exista na quantidade e qualidade desejadas. A água utilizada no processo resulta de captações subterrâneas que, situando-se a empresa numa zona estuarina, têm já normalmente, características de uma água salobra (Ribeiro, 2008), caracterizada por ter uma elevada carga iónica, sólidos suspensos e matéria orgânica, pelo que, para a sua utilização no processo é necessário que esta passe por uma ETA. Sendo os cloretos, extremamente prejudiciais ao processo, o principal objetivo da instalação desta ETA, passa pela sua remoção, através de uma osmose inversa. No entanto, para operacionalizar este equipamento, é necessária a passagem da água por uma série de outros dispositivos precedentes, de forma a não colmatar as membranas de osmose. A saber, a completa instalação da ETA comporta injeções de hipoclorito de sódio e biocida, filtros milipor, filtros de mídia, ultrafiltração, microfiltros e osmose inversa. O funcionamento destes equipamentos implica, também ele, a utilização de aditivos, como sejam o redutor de metais, o inibidor de cloro, o ácido cítrico e produtos compostos específicos para limpeza química de membranas, quer da ultrafiltração, quer da osmose inversa.

De forma a melhorar a gestão da ETA, procedeu-se ao desenvolvimento de um programa que permite fazer o registo das operações realizadas na ETA, dos respetivos parâmetros a controlar e das entradas e saídas de consumíveis. Para além disso, de forma a assegurar o bom funcionamento da ETA com os menores custos possíveis para a Gyptec, procedeu-se ao cálculo e análise do CCV do ativo, que possibilita a implementação de melhorias significativas na GA, como a identificação de custos e possíveis otimizações, a definição de prioridades de intervenção e a definição de estratégias de utilização.

4.3.1. Desenvolvimento de um Programa de Controlo de Operações e Consumíveis da ETA

O computador da zona de trabalho da ETA, inclui um programa que permite acompanhar todo o funcionamento da ETA, uma vez que, ao estar conectado à instalação, possibilita uma monitorização, em tempo real, do processo de tratamento de água. Apesar de ser possível acompanhar o funcionamento da ETA, não existe um registo das operações realizadas nem dos consumíveis utilizados, impossibilitando o controlo dos mesmos.

Perante este cenário, desenvolveu-se um programa que tem como objetivo permitir o registo das operações realizadas na ETA, dos respetivos parâmetros a controlar e das entradas e saídas de consumíveis. Através dos registos inseridos, o programa, para além de um histórico de operações realizadas e de entradas e saídas de consumíveis da ETA, apresenta também uma tabela de gestão de stocks. Esta ferramenta foi criada em Microsoft Excel, com recurso ao *Visual Basic for Application* (VBA), sendo dividida em seis planilhas: a planilha “Menu”, onde é apresentado o Menu principal; a planilha “Registos”, onde é apresentada a tabela de registos de operações inseridos no programa; a planilha “Stocks”, onde é apresentada a tabela de gestão de stocks; a planilha “Relatórios”, onde são gerados os relatórios para exportação; a planilha “Fontes”, que é uma planilha auxiliar onde estão guardadas informações necessárias ao funcionamento do programa; e, por fim, a planilha “Filtros”, que é uma planilha auxiliar onde são aplicados os filtros indicados pelo programa. Todo o funcionamento deste programa tem como base o código, em VBA, apresentado no Anexo 9.

Após a abertura do documento Excel, onde está desenvolvido o programa de controlo de operações e consumíveis da ETA, surge o Menu (Figura 27), que apresenta como opção de escolha três botões: Inserir Registo, Editar Registos e Gestão Stocks.



Figura 27 – Menu do programa de controlo de operações e consumíveis da ETA

- **Inserir Registo**

O botão “Inserir Registo” permite que o utilizador efetue o registo de uma operação realizada na ETA. Ao premir este botão, o programa apresenta um formulário, onde é pedido o preenchimento de diversos campos.

Para qualquer registo, o formulário requer o preenchimento da data e hora em que foi realizada a operação e qual o tipo de operação. Depois de indicado qual o tipo de operação que se pretende registar, o utilizador terá de escolher o separador do formulário (Figura 28) correspondente à operação indicada.

The screenshot shows a window titled 'Registo ETA' with the Gypotec logo. Below the header 'SISTEMA DE REGISTOS DA ETA', there are input fields for 'Data:', 'Hora:', and a dropdown for 'Operação:'. At the bottom, a horizontal menu lists several operation types: 'Limpeza Membranas UF', 'Limpeza Membranas Osm', 'Limpeza Filtros Milipor', 'Troca Filtros Milipor', 'Troca Microfiltros', 'Entrada Consumíveis', and 'Saída Consumíveis'.

Figura 28 – Separadores do formulário

No caso dos separadores “Limpeza Membranas UF”, “Limpeza Membranas Osm”, “Limpeza Filtros Milipor”, “Troca Filtros Milipor” e “Troca Microfiltros” será requisitado o preenchimento de quais os consumíveis utilizados e respetivas quantidades e os valores dos parâmetros de controlo, antes e depois da realização da operação (Figura 29).

This screenshot shows the detailed data entry form. It includes the same header and menu as Figure 28. The 'Consumíveis Utilizados' section has a 'Consumível:' dropdown and a 'Quantidade:' input field. The 'Parâmetros a Controlar' section is divided into 'Valores antes da operação' and 'Valores depois da operação', each with input fields for 'Pressão entrada UF:', 'Pressão saída UF:', and 'Caudal UF:'. A vertical toolbar on the right contains buttons for 'Inserir', 'Pesquisar', 'Limpar', and 'Fechar'.

Figura 29 – Formulário para o registo de operações

No caso do registo de entradas ou saídas de consumíveis, são feitos registos todas as semanas com o objetivo de acertar stocks e registar a chegada de encomendas de materiais, sendo apenas requerido, nos separadores “Entrada Consumíveis” e “Saída Consumíveis”, o preenchimento de qual o consumível e a respetiva quantidade (Figura 30).

Figura 30 – Formulário para o registo de entrada e saída de consumíveis

Após o preenchimento de todas as informações necessárias ao registo da operação, ao premir o botão “Inserir”, o registo é automaticamente adicionado à tabela de registos, presente na planilha “Registos” (Figura 31).

Nr	Data	Hora	Operação	Consumível	Quantidade	P.in UF	P.out UF	Q UF	P.in UF	P.out UF	Q UF	P.in Osm	P.out Osm	Q Osm	Condutividade Osm	P.in Osm	P.out Osm	Q Osm	Condutividade Osm	
1	20/12/2021	11:34:00	Entrada de consumíveis	Hipoclorito de Sódio	3200															
2	20/12/2021	11:38:00	Entrada de consumíveis	Ácido Cítrico	600															
3	20/12/2021	11:39:00	Entrada de consumíveis	Aditivo Alcalino	20															
4	20/12/2021	11:40:00	Entrada de consumíveis	Aditivo Ácido	20															
5	20/12/2021	11:41:00	Entrada de consumíveis	Filtros Milipor 100 µ	8															
6	20/12/2021																			
7	20/12/2021																			
8	20/12/2021																			
9	20/12/2021																			
10	20/12/2021																			
11	20/12/2021																			
12	20/12/2021																			
13	05/01/22	22	18/01/2022	10:00:00	Saída de consumíveis	Hipoclorito de Sódio	300													
14	05/01/22	23	18/01/2022	10:00:00	Saída de consumíveis	Ácido Cítrico	175													
15	03/01/22	24	18/01/2022	10:00:00	Saída de consumíveis	Redutor de Metais	20													
16	03/01/22	25	21/01/2022	10:15:00	Entrada de consumíveis	Soda Cáustica	50													
17	10/01/22	26	21/01/2022	10:15:00	Entrada de consumíveis	Filtros Milipor 100 µ	15													
18	13/01/22	19	13/01/2022	10:00:00	Troca dos filtros milipor	Filtros Milipor 100 µ	2	2,45	0,93	20	2,5	0,95	20							
19	13/01/22	20	14/01/2022	09:00:00	Entrada de consumíveis	Hipoclorito de Sódio	3720													
20	13/01/22	21	17/01/2022	09:00:00	Entrada de consumíveis	Ácido Cítrico	950													
21	13/01/22	22	18/01/2022	10:00:00	Saída de consumíveis	Hipoclorito de Sódio	300													
22	13/01/22	23	18/01/2022	10:00:00	Saída de consumíveis	Ácido Cítrico	175													
23	13/01/22	24	18/01/2022	10:00:00	Saída de consumíveis	Redutor de Metais	20													
24	13/01/22	25	21/01/2022	10:15:00	Entrada de consumíveis	Soda Cáustica	50													
25	13/01/22	26	21/01/2022	10:15:00	Entrada de consumíveis	Filtros Milipor 100 µ	15													
26	13/01/22	27	24/01/2022	10:20:00	Limpeza das membranas UF	Soda Cáustica	25													
27	13/01/22	28	24/01/2022	10:20:00	Saída de consumíveis	Hipoclorito de Sódio	1150													
28	13/01/22	29	24/01/2022	10:20:00	Saída de consumíveis	Inibidor de Cloro	50													
29	13/01/22	30	31/01/2022	12:14:00	Limpeza das membranas osmose	Aditivo Ácido	25	2,51	1,02	21,5	2,5	1,01	21,2							
30	13/01/2022	31	02/02/2022	15:36:00	Troca dos filtros milipor	Filtros Milipor 100 µ	2													
31	02/02/2022																			

Figura 31 – Tabela de registos inseridos pelo programa

Existem ainda mais três botões no formulário, sendo o botão “Limpar” para colocar em branco todos os campos de preenchimento presentes no formulário, o botão “Fechar” para fechar o formulário e voltar à folha de Excel inicial, e o botão “Pesquisar” para filtrar e encontrar determinado registo presente na tabela de registos.

O botão “Pesquisar” permite aceder a um formulário de pesquisa (Figura 32), que permite filtrar o conjunto de registos existente, de forma a encontrar determinado registo, através da data de realização, do tipo de operação e do tipo de consumível. Nesse formulário de pesquisa, existe um botão “Todos Registos”, que permite obter a lista de todos os registos existentes. Seja o objetivo filtrar os registos ou obter uma lista de todos eles, depois de obtida a lista desejada de registos, é possível exportar a mesma, gerando um documento com todas as informações, através do botão “Exportar”. Existe também um botão “Limpar” semelhante ao anterior e um botão “Voltar” que permite regressar ao formulário principal.

The image shows a web application window titled "Pesquisa" with a close button in the top right corner. The header includes the Gypotec IBÉRICA logo and the title "PESQUISA DE REGISTOS DA ETA". The main area is divided into three filter sections: "Datas" with "De:" and "Até:" input fields and calendar icons; "Operação" with a dropdown menu; and "Consumível" with a dropdown menu. On the left, there is a "Todos Registos" button. On the right, there is a vertical stack of four buttons: "Procurar" (with a magnifying glass icon), "Exportar" (with a download icon), "Limpar" (with a trash icon), and "Voltar" (with a left arrow icon). A large empty rectangular area is present below the filters.

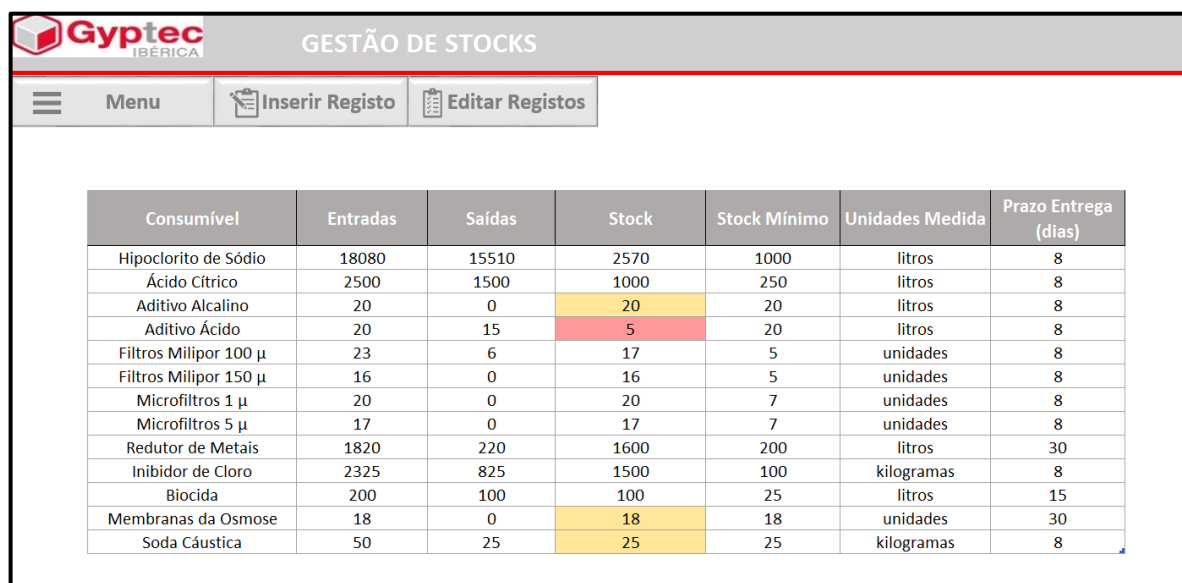
Figura 32 – Formulário de pesquisa

- **Editar Registos**

O botão “Editar Registos” permite efetuar alterações aos registos já inseridos, diretamente na tabela de registos da planilha “Registos”, possibilitando corrigir possíveis erros ou enganos ao efetuar um registo. Ao premir este botão, o programa abre automaticamente a planilha “Registos” para que o utilizador possa realizar as alterações necessárias aos registos.

- **Gestão de Stocks**

Ao premir o botão “Gestão Stocks”, o programa abre automaticamente a planilha “Stocks” para que o utilizador possa consultar a tabela de gestão de stocks, apresentada na Figura 33. Nesta tabela é indicado o stock atual com base nos registos inseridos no programa, e no caso deste ser igual ou inferior ao stock mínimo definido, o programa ativa um aviso para o utilizador, desencadeando o processo de encomenda necessário ao suprir dessa necessidade.



Consumível	Entradas	Saídas	Stock	Stock Mínimo	Unidades Medida	Prazo Entrega (dias)
Hipoclorito de Sódio	18080	15510	2570	1000	litros	8
Ácido Cítrico	2500	1500	1000	250	litros	8
Aditivo Alcalino	20	0	20	20	litros	8
Aditivo Ácido	20	15	5	20	litros	8
Filtros Millipor 100 µ	23	6	17	5	unidades	8
Filtros Millipor 150 µ	16	0	16	5	unidades	8
Microfiltros 1 µ	20	0	20	7	unidades	8
Microfiltros 5 µ	17	0	17	7	unidades	8
Redutor de Metais	1820	220	1600	200	litros	30
Inibidor de Cloro	2325	825	1500	100	kilogramas	8
Biocida	200	100	100	25	litros	15
Membranas da Osmose	18	0	18	18	unidades	30
Soda Cáustica	50	25	25	25	kilogramas	8

Figura 33 – Tabela de gestão de stocks gerada pelo programa

4.3.2. Análise do Custo do Ciclo de Vida da ETA

O objetivo do cálculo do CCV, como se trata de um projeto que já tinha iniciado a sua exploração, não é analisar alternativas mutuamente exclusivas, mas sim conhecer o valor do CCV da ETA e avaliar o peso das várias classes e categorias de custos. A metodologia adotada para o cálculo do CCV consiste nos seguintes passos principais: realização de uma estimativa para a vida útil da ETA, que passa por calcular os CA e CM, pois foi através destes que se estimou a vida útil do ativo, como será explicado mais adiante; cálculo dos CO; cálculo dos CFV; e por fim, com todos os valores anteriores já calculados, calcular o CCV da ETA, através da Equação 9.

$$CCV = CA + CO + CM + CFV \quad \text{Equação 9}$$

4.3.2.1. Considerações Iniciais

Ao efetuar o cálculo do CCV foi necessário estimar todos os custos futuros relacionados com a ETA, tendo em consideração a evolução dos índices de preços atualizados, a atualização salarial e as taxas de juro. Assim, considerou-se uma taxa de inflação de $\theta = 2,5\%$, uma taxa de atualização salarial de $\mu = 4\%$ e uma taxa de capitalização de $i = 3,5\%$.

4.3.2.2. Cálculo da Vida Útil

Para o cálculo da vida útil da ETA são necessários vários dados, tais como os CA e os CM, uma vez que a vida útil de um equipamento termina quando os CM acumulados ultrapassam os CM mais os custos de amortização do capital de um equipamento novo equivalente, como apresentado na Equação 10:

$$\sum_{j=1}^n \frac{CM_j}{(1+i_A)^j} > CA + \frac{CM_j}{(1+i_A)^j} \quad \text{Equação 10}$$

Onde, CM_j são os CM no ano $j = 1, 2, 3, \dots, n$; i_A é a taxa de atualização; e j é o número de anos $j = 1, 2, 3, \dots, n$. Sendo, $i_A = i + \theta + i \times \theta$, em que i é a taxa de capitalização e θ é a taxa de inflação.

Dado que a ETA se encontra em fase de exploração, os CA relacionados com os custos do projeto, do planeamento, da montagem e da compra de todo o sistema, foram considerados com o valor atribuído nas faturas de compra de toda a estrutura da ETA, o que corresponde a um valor de 223.724 €.

Os CM consistem na soma do valor das peças suplentes, da mão de obra, dos contratos de manutenção e dos consumíveis utilizados, tanto químicos (aditivos para limpeza) como elementos de filtragem (membranas, filtros e mídia). O valor gasto em peças suplentes, no primeiro ano de funcionamento da ETA, foi de, aproximadamente, 200 €, sendo que, a cada ano que passa, se considerou que, devido ao natural desgaste das peças com o tempo, estes custos aumentem em 10%, logo a necessidade de peças suplentes aumenta, igualmente, 10%. Relativamente ao custo com a mão de obra nas ações de manutenção, o valor é cerca de 1.200 € por ano, sendo que, ao longo dos anos, é aplicada a taxa de atualização salarial de 4%. Quanto aos contratos de manutenção, estes apresentam uma mensalidade de 345 €, logo o custo anual é de 4.140 €. Os custos referentes aos consumíveis químicos são determinados através da multiplicação do preço por quilograma do consumível com a quantidade do mesmo utilizada por limpeza e com a quantidade de limpezas que se realizam num ano. Por exemplo, o custo do ácido cítrico é de 806 € por ano, dado que o preço por quilograma é de 1,55 €, são utilizados 10 kg por limpeza e são realizadas limpezas uma vez por semana. O custo dos consumíveis físicos, que são membranas, filtros e mídia, são determinados multiplicando o preço unitário dos mesmos pelo número de vezes que são substituídos por ano. Por exemplo, o custo das membranas da osmose é de 7.992 € e são trocadas de 3 em 3 anos. Todos estes cálculos foram realizados num período de 20 anos de utilização da ETA, sendo aplicada a taxa de inflação ao longo desses anos, à exceção do cálculo dos custos com a mão de obra. O resultado é apresentado na Tabela 4 e na Tabela 5.

Tabela 4 – Valores anuais dos custos de manutenção

Ano	Peças Supl.	Mão Obra	Contrato Manut.	Ácido Cítrico	Soda Cáustica	Aditivo Alcalino UF	Aditivo Ácido UF	Aditivo Alcalin Osm	Aditivo Ácido Osm
0		1 200,00	4 140,00	806,00	46,00	2 262,00	2 163,20	471,00	356,00
1	200,00	1 248,00	4 243,50	826,15	47,15	2 318,55	2 217,28	482,78	364,90
2	225,00	1 297,92	4 349,59	846,80	48,33	2 376,51	2 272,71	494,84	374,02
3	253,13	1 349,84	4 458,33	867,97	49,54	2 435,93	2 329,53	507,22	383,37
4	284,77	1 403,83	4 569,79	889,67	50,78	2 496,82	2 387,77	519,90	392,96
5	320,36	1 459,98	4 684,03	911,92	52,04	2 559,25	2 447,46	532,89	402,78
6	360,41	1 518,38	4 801,13	934,71	53,35	2 623,23	2 508,65	546,22	412,85
7	405,46	1 579,12	4 921,16	958,08	54,68	2 688,81	2 571,37	559,87	423,17
8	456,14	1 642,28	5 044,19	982,03	56,05	2 756,03	2 635,65	573,87	433,75
9	513,16	1 707,97	5 170,29	1 006,58	57,45	2 824,93	2 701,54	588,21	444,60
10	577,30	1 776,29	5 299,55	1 031,75	58,88	2 895,55	2 769,08	602,92	455,71
11	649,46	1 847,34	5 432,04	1 057,54	60,36	2 967,94	2 838,31	617,99	467,10
12	730,65	1 921,24	5 567,84	1 083,98	61,86	3 042,14	2 909,26	633,44	478,78
13	821,98	1 998,09	5 707,04	1 111,08	63,41	3 118,19	2 982,00	649,28	490,75
14	924,73	2 078,01	5 849,71	1 138,86	65,00	3 196,15	3 056,54	665,51	503,02
15	1 040,32	2 161,13	5 995,95	1 167,33	66,62	3 276,05	3 132,96	682,15	515,59
16	1 170,36	2 247,58	6 145,85	1 196,51	68,29	3 357,95	3 211,28	699,20	528,48
17	1 316,65	2 337,48	6 299,50	1 226,42	69,99	3 441,90	3 291,56	716,68	541,70
18	1 481,23	2 430,98	6 456,99	1 257,08	71,74	3 527,95	3 373,85	734,60	555,24
19	1 666,39	2 528,22	6 618,41	1 288,51	73,54	3 616,15	3 458,20	752,96	569,12
20	1 874,68	2 629,35	6 783,87	1 320,72	75,38	3 706,55	3 544,66	771,79	583,35

Tabela 5 – Valores anuais dos custos de manutenção (continuação da Tabela 4)

Ano	Membranas Osm	Membranas UF + Mídia	Filtros Milipor	CM
0			191,36	11 635,56
1			196,14	12 144,45
2			201,05	12 486,78
3	8 606,51		206,07	21 447,43
4		28 147,23	211,23	41 354,73
5			216,51	13 587,22
6	9 268,27		221,92	23 249,11
7			227,47	14 389,18
8		31 069,27	233,15	45 882,41
9	9 980,91		238,98	25 234,63
10			244,96	15 711,99
11			251,08	16 189,17
12	10 748,35	34 294,67	257,36	61 729,57
13			263,79	17 205,60
14			270,39	17 747,91
15	11 574,80		277,15	29 890,05
16		37 854,89	284,07	56 764,47
17			291,18	19 533,07
18	12 464,79		298,46	32 652,92
19			305,92	20 877,41
20		41 784,72	313,57	63 388,63

Após a determinação dos CA e dos CM, foi possível fazer a comparação apresentada na Equação 10. Essa comparação determinou que a vida útil da ETA é de 15 anos, visto que é nesse ano que os CM acumulados começam a ser superiores aos CM mais os custos de amortização do capital de um equipamento novo equivalente, como se pode observar no gráfico da Figura 34, obtido através da Tabela 6.

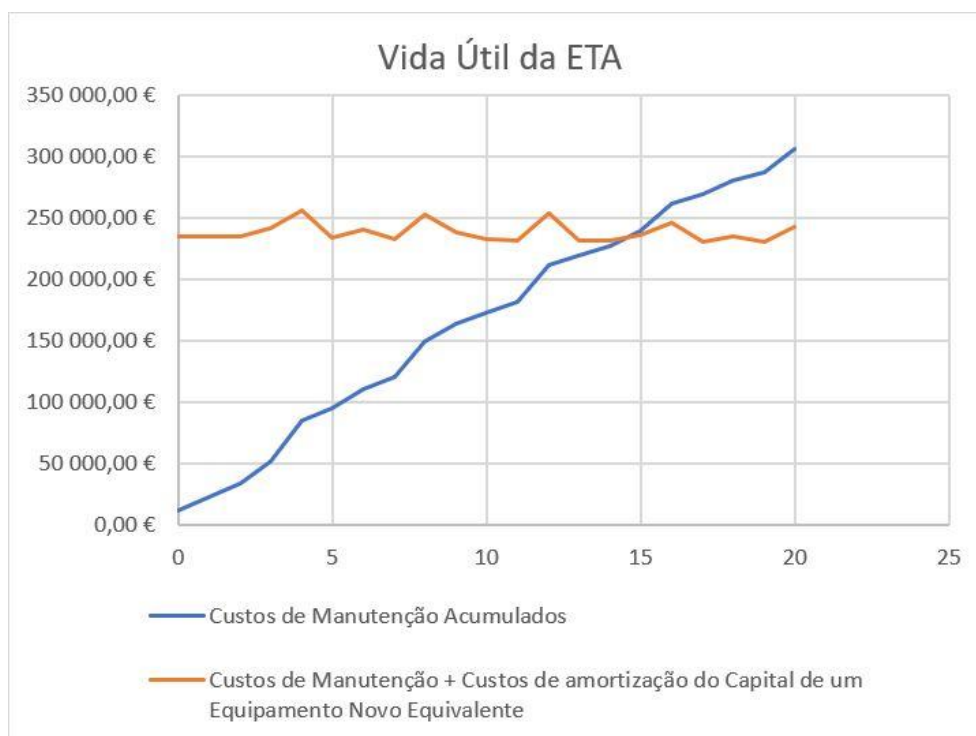


Figura 34 – Gráfico de determinação do período de vida útil da ETA

Tabela 6 – Determinação do período de vida útil da ETA

Ano	Custo Aquisição	Custo Manutenção	$\sum_{j=1}^n \frac{CM_j}{(1+i_A)^j}$	$CA + \frac{CM_j}{(1+i_A)^j}$	$CA + \frac{CM_j}{(1+i_A)^j} - \left(\sum_{j=1}^n \frac{CM_j}{(1+i_A)^j} \right)$
0	223 724,00	11 635,56	11 635,56	235 359,56	223 724,00
1		12 144,45	23 083,14	235 171,58	212 088,44
2		12 486,78	34 178,00	234 818,87	200 640,86
3		21 447,43	52 141,16	241 687,15	189 546,00
4		41 354,73	84 790,04	256 372,88	171 582,84
5		13 587,22	94 901,40	233 835,36	138 933,96
6		23 249,11	111 210,16	240 032,76	128 822,60
7		14 389,18	120 724,67	233 238,51	112 513,84
8		45 882,41	149 322,47	252 321,79	102 999,33
9		25 234,63	164 148,30	238 549,83	74 401,53
10		15 711,99	172 849,70	232 425,40	59 575,70
11		16 189,17	181 300,89	232 175,20	50 874,30
12		61 729,57	211 676,34	254 099,45	42 423,11
13		17 205,60	219 656,93	231 704,59	12 047,66
14		17 747,91	227 416,69	231 483,76	4 067,07
15		29 890,05	239 735,35	236 042,66	-3 692,69
16		56 764,47	261 787,41	245 776,06	-16 011,35
17		19 533,07	268 940,25	230 876,85	-38 063,41
18		32 652,92	280 211,35	234 995,09	-45 216,25
19		20 877,41	287 004,27	230 516,92	-56 487,35
20		63 388,63	306 445,65	243 165,38	-63 280,27

4.3.2.3. Cálculo do Custo de Operação

Os CO englobam os custos dos consumíveis utilizados no tratamento da água e o custo de energia associados ao funcionamento da ETA. Os custos anuais dos consumíveis utilizados foram calculados através da multiplicação do preço por quilograma com a quantidade utilizada por ano. Por exemplo, o custo anual do hipoclorito de sódio é de 10.080 €, uma vez que o preço deste consumível é de 0,28 €/kg e a quantidade utilizada de 3.000 kg por mês, ou seja, 36.000 kg por ano. O total dos custos com os consumíveis é de 18.238,80 € e estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores dos custos com os consumíveis utilizados no tratamento da água

Consumíveis	EUR / ano
Hipoclorito de Sódio	10 080,00
Metabissulfito de Sódio	1 710,00
Genesis	4 800,00
Biocida	1 648,80
Total	18 238,80

Para o cálculo do custo de energia, foi lido no contador da ETA o consumo instantâneo de eletricidade em pleno funcionamento. Através dessa leitura, estimou-se, para um ano (365 dias) em regime de trabalho de 24 horas, um consumo anual de eletricidade de 160.833,6 kWh, tendo em conta que a ETA trabalha 60% do tempo de operação da fábrica e que a operação da fábrica decorre em 90% do ano. Com o preço da eletricidade a 86,833 €/MWh, valor do mercado diário Omie de fecho a 22 de abril de 2022, o custo anual de energia é de 13.965,66 €. Somando os custos com os consumíveis utilizados no tratamento da água e o custo de energia, os CO são de 32.204,46 € por ano.

4.3.2.4. Cálculo do Custo de Fim de Vida

Os CFV abrangem os custos decorrentes do desmantelamento de todo o sistema da ETA, incluindo os custos de envio dos resíduos para um operador de gestão de resíduos, que irá cobrar por eles, caso estes sigam para abate, ou pagar por eles, caso possam ser revalorizados. No sistema da ETA, as embalagens contaminadas, nomeadamente as tubagens, a fibra de vidro e o material filtrante, são resíduos que seguem para abate e, por isso, constituem um custo. Já os motores, o material inox, o material de cobre e a sucata grossa, constituem um ganho, pois são resíduos que são revalorizados. Assim, na Tabela 8, são apresentados os custos e os ganhos na fase de fim de vida, sendo o CFV da ETA de 371 €.

Tabela 8 – Valores dos custos e ganhos na fase de fim de vida da ETA

Tipo de Resíduos	Preço (€/ ton)	Quantidade (ton)	Valor a pagar ou a receber
Embalagens contaminadas	140,00	3	- 420,00
Fibra de vidro	110,00	22	- 2 420,00
Material filtrante	122,00	2	- 244,00
Motores	850,00	1	850,00
Material Inox	1 700,00	0,5	850,00
Material em cobre	7 030,00	0,1	703,00
Sucata grossa	310,00	1	310,00
Total CFV			- 371,00

4.3.2.5. Cálculo do Custo do Ciclo de Vida

De acordo com a Equação 9, o CCV é o somatório dos CA, CO, CM e CFV, associados ao ciclo de vida do ativo. Após contabilizados os diferentes custos, a Tabela 9 apresenta o valor do CCV da ETA, de 1.228.110,54 €, para um período de 15 anos, visto ser esta a sua vida útil.

Tabela 9 – Valor do custo do ciclo de vida da ETA

Ano	CA	CO	CM	CFV	CCV / ano	CCV acumulado
0	223 724,00	32 204,46	11 635,56		267 564,02	267 564,02
1		33 009,58	12 144,45		45 154,02	312 718,05
2		33 834,81	12 486,78		46 321,60	359 039,64
3		34 680,69	21 447,43		56 128,11	415 167,76
4		35 547,70	41 354,73		76 902,43	492 070,19
5		36 436,40	13 587,22		50 023,62	542 093,81
6		37 347,30	23 249,11		60 596,41	602 690,22
7		38 280,99	14 389,18		52 670,16	655 360,39
8		39 238,01	45 882,41		85 120,42	740 480,81
9		40 218,96	25 234,63		65 453,59	805 934,40
10		41 224,44	15 711,99		56 936,43	862 870,83
11		42 255,05	16 189,17		58 444,22	921 315,05
12		43 311,42	61 729,57		105 040,99	1 026 356,04
13		44 394,21	17 205,60		61 599,81	1 087 955,85
14		45 504,06	17 747,91		63 251,97	1 151 207,83
15		46 641,67	29 890,05	371,00	76 902,72	1 228 110,54

4.3.2.6. Análise dos Resultados Obtidos

De forma a obter uma visão geral do CCV, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 35, onde se pode compreender o peso que as várias categorias de custos têm no total do CCV. Verifica-se que os CO representam cerca de 51% do CCV e os CM representam 31%, o que indica que estas duas categorias de custo representam cerca de 82%. Verifica-se ainda que os CA representam cerca de 18%, o que comprova que a decisão de aquisição de um ativo deve ser baseada numa análise ao seu CCV, e não apenas baseada no menor CA. Sendo os CO e os CM, 82% do total do CCV, existe certamente oportunidade para se procurar soluções que permitam reduzir alguns desses custos.

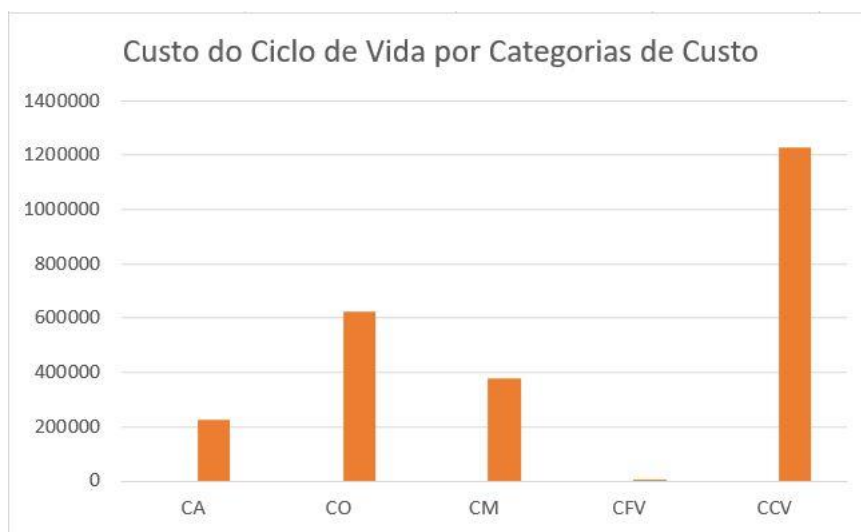


Figura 35 – Custos do ciclo de vida por categorias de custo

Depois de analisados todos os tipos de custos associados ao ciclo de vida da ETA e de calculado o seu CCV, é possível fazer uma comparação com o custo do consumo de água, caso a Gyptec não tivesse investido numa ETA, tendo assim de recorrer às águas municipais para utilização de água no processo. De acordo com a tabela de preços da Águas da Figueira da Foz, para o escalão de consumo em que a Gyptec se insere, o preço seria de 2,02 €/m³, com o acréscimo de 1,71 €/m³ de saneamento. Como o consumo de água no processo é de 10,7 m³/h, o respetivo custo, durante um ano, seria de 314.658,32 €, tendo em conta que o regime de funcionamento da fábrica é de 24 horas por dia e que decorre em 90% do tempo disponível de um ano. Portanto, num período de 15 anos, correspondente ao período de vida útil da ETA, a Gyptec iria incorrer num custo de 4.719.874,86 € com o consumo de água utilizada no processo. Comparando o valor do CCV, de 1.228.110,54 €, com o custo do consumo de água, caso não existisse a ETA, conclui-se que a Gyptec poupa cerca de 3.491.764,32 € com a instalação deste equipamento, que se traduz em, aproximadamente, 232.784,29 € por ano.

Para além da viabilidade, do projeto da ETA, a nível financeiro, que mostra o acerto na decisão estratégica de investir nestes equipamentos, é também importante ressaltar, que com a instalação da ETA, a Gyptec não utiliza, para fins industriais, água da rede municipal previamente preparada para consumo humano, algo que do ponto de vista ético e ambiental é adequado.

4.4. Redução do Custo da Placa de Gesso

As atividades de gestão, controlo e redução de custos são fundamentais para assegurar as margens de lucro, sendo um elemento de competitividade das empresas. Num mercado cada vez mais exigente, onde as empresas tendem a operar sob forte competição, torna-se imprescindível que estas otimizem continuamente os seus sistemas produtivos. A redução de custos surge como uma necessidade natural, uma vez que as empresas exigem elevados níveis de rentabilidade. A presente medida de melhoria tem como objetivo a gestão da produção no que diz respeito aos custos operacionais, que incidem diretamente no valor do produto. Ao concretizar a redução de custos pode ser difícil não afetar negativamente a qualidade ou a satisfação do cliente. Os resultados da redução de custos podem implicar mudanças no produto, acarretando riscos que devem ser reconhecidos antecipadamente.

A pedido da gestão de topo, efetuou-se uma redução de custos na produção de placas do tipo Standard, com espessura de 13 e 15 milímetros, e do tipo Hidrófuga, com espessura de 13 e 15 milímetros, uma vez que são os tipos de placa mais vendidos pela Gyptec. Para a redução de custos, decidiu-se diminuir a quantidade de gesso utilizada na receita das placas, que implica, conseqüentemente, uma redução da quantidade de energia (gás) necessária para a calcinação do gesso e para a secagem das placas no secador. A redução da quantidade de gesso utilizado acarreta a diminuição da quantidade necessária, não só de gás, como de outros aditivos, sendo a diminuição da utilização do gás a mais significativa e a que se irá considerar.

Perante este cenário, elaborou-se um estudo para os quatro tipos de placas de gesso mencionados anteriormente, onde se preveem os resultados, da diminuição da quantidade de gesso utilizada, na redução de custos na produção das placas, de forma a perceber se esta mudança é compensadora e se reduz significativamente os custos.

4.4.1. Previsão da Redução de Custos

O estudo consiste na determinação do valor da redução dos custos, tanto ao nível da redução da quantidade de gesso como da quantidade de gás utilizados no processo.

4.4.1.1. Redução de Custos Associada à Redução do Gesso Utilizado na Produção das Placas

O estudo, inicialmente, consiste na determinação da redução da gramagem das placas, que ditará o valor da redução da quantidade de gesso necessária à produção das placas. Para chegar ao valor da redução da quantidade de gesso, através da redução da gramagem da placa, é necessário ter em consideração a percentagem de água que o gesso tem armazenada, a nível molecular, uma vez que a redução da quantidade de gesso corresponde à redução da gramagem da placa, menos a percentagem de água presente no gesso (água combinada), integrante dessa placa. A percentagem de água combinada no gesso calcinado é de 6% e a percentagem de água combinada no gesso integrante de uma placa é de 18%. A diferença entre estas duas percentagens, de 12%, é a percentagem de água combinada que se deve excluir do valor da redução da gramagem da placa, para que se analise apenas a quantidade de gesso reduzido (gesso calcinado com 6% de água combinada). Assim, 1 kg de gesso integrante de uma placa, corresponde a $1 \times (1 - (18\% - 6\%))$, ou seja, 88% do gesso integrante de uma placa, é gesso calcinado.

Para a Placa Standard com 13 mm de espessura (BA13A), a redução da gramagem é de 7,15 kg/m² para 7,00 kg/m², que corresponde a uma diminuição de 0,15 kg/m², resultando numa redução da quantidade de gesso utilizado de 0,132 kg/m². Para a Placa Hidrófuga com 13 mm de espessura (BA13H), a redução da gramagem é de 8,20 kg/m² para 8,00 kg/m², que corresponde a uma diminuição de 0,20 kg/m², resultando numa redução da quantidade de gesso utilizado de 0,176 kg/m². Para a Placa Standard com 15 mm de espessura (BA15A), a redução da gramagem é de 9,00 kg/m² para 8,70 kg/m², que corresponde a uma diminuição de 0,30 kg/m², resultando numa redução da quantidade de gesso utilizado de 0,264 kg/m². Por fim, para a Placa Hidrófuga com 15 mm de espessura (BA15H), a redução da gramagem é de 9,50 kg/m² para 9,20 kg/m², que corresponde a uma diminuição de 0,30 kg/m², resultando numa redução da quantidade de gesso utilizado de 0,264 kg/m². Todos estes valores estão organizados na Tabela 10.

Tabela 10 – Determinação da redução da quantidade de gesso

Tipo de Placa	BA13A	BA13H	BA15A	BA15H
Gramagem da placa antes da mudança	7,15 kg/m ²	8,20 kg/m ²	9,00 kg/m ²	9,50 kg/m ²
Gramagem da placa depois da mudança	7,00 kg/m ²	8,00 kg/m ²	8,70 kg/m ²	9,20 kg/m ²
Redução da gramagem da placa	0,15 kg/m ²	0,20 kg/m ²	0,30 kg/m ²	0,30 kg/m ²
Redução da quantidade de gesso	0,132 kg/m ²	0,176 kg/m ²	0,264 kg/m ²	0,264 kg/m ²

Após a determinação da quantidade de gesso reduzido por placa, é possível prever a quantidade de gesso reduzido por hora. Sabendo, para cada tipo de placa, a velocidade a que a tela da linha de produção opera e a largura da placa, a quantidade de gesso reduzido por hora é dado pela Equação 11.

gesso reduzido por hora

$$= \text{redução de gesso} \times \text{velocidade da tela} \\ \times \text{largura da placa} \times 1 \text{ hora}$$

Equação 11

Para a placa BA13A, a redução da quantidade de gesso utilizado é de 0,132 kg/m², a velocidade a que a tela opera é de 32 m/min e a largura da placa é de 1,2 m, o que resulta numa redução de 304,128 kg de gesso por hora. Para a placa BA13H, a redução da quantidade de gesso utilizado é de 0,176 kg/m², a velocidade a que a tela opera é de 30 m/min e a largura da placa é de 1,2 m, o que resulta numa redução de 380,160 kg de gesso por hora. Para a placa BA15A, a redução da quantidade de gesso utilizado é de 0,264 kg/m², a velocidade a que a tela opera é de 27 m/min e a largura da placa é de 1,2 m, o que resulta numa redução de 513,216 kg de gesso por hora. Para a placa BA15H, a redução da quantidade de gesso utilizado é de 0,264 kg/m², a velocidade a que a tela opera é de 26 m/min e a largura da placa é de 1,2 m, o que resulta numa redução de 494,208 kg de gesso por hora.

Com a finalidade de prever o valor da redução de custos associada à redução do gesso utilizado na produção das placas, basta multiplicar o preço do gesso pela quantidade de gesso reduzida por hora. Considerou-se como preço do gesso, a média dos diferentes preços a que a Gyptec compra o gesso, uma vez que este não provem de apenas um único fornecedor.

Sendo o preço do gesso de 0,0315 €/kg, para a placa BA13A o valor da redução de custos associada à redução do gesso utilizado é de 9,580 €/h, para a placa BA13H é de 11,975 €/h, para a placa BA15A é de 16,166 €/h e para a placa BA15H é de 15,568 €/h. Tanto estes resultados como os valores relativos à quantidade de gesso reduzido por hora, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Determinação do valor do gesso reduzido

Tipo de Placa	BA13A	BA13H	BA15A	BA15H
Redução da quantidade de gesso	0,132 kg/m ²	0,176 kg/m ²	0,264 kg/m ²	0,264 kg/m ²
Velocidade da tela	32 m/min	30 m/min	27 m/min	26 m/min
Largura da placa	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m
Gesso reduzido por hora	304,128 kg/h	380,160 kg/h	513,216 kg/h	494,208 kg/h
Preço do gesso	0,0315 €/kg			
Valor do gesso reduzido	9,580 €/h	11,975 €/h	16,166 €/h	15,568 €/h

4.4.1.2. Redução de Custos Associada à Redução do Gás Utilizado na Produção das Placas

Na previsão da redução de custos associada à redução do gás utilizado, o estudo divide-se em dois grupos, uma vez que a redução de gás acontece em dois locais distintos do processo de produção das placas. O primeiro grupo é referente à redução da quantidade de gás utilizada na calcinação do gesso e o segundo grupo é referente à redução da quantidade de gás utilizada no secador.

- **Redução de custos associada à redução do gás utilizado na calcinação**

Para a previsão da redução de custos associada à redução do gás utilizado na calcinação, basta multiplicar a quantidade de gás reduzido por hora na calcinação, pelo preço do gás. A determinação da quantidade de gás reduzido por hora, consiste na multiplicação da quantidade de gesso reduzido por hora, determinada anteriormente, pela quantidade de gás necessária para calcinar 1 kg de gesso.

Sabendo que são necessários 0,036 m³ de gás para calcinar 1 kg de gesso, a quantidade de gás reduzida por hora, para a placa BA13A é de 10,949 m³, para a placa BA13H é de 13,686 m³, para a placa BA15A é de 18,476 m³ e para a placa BA15H é de 17,792 m³.

Com a finalidade de prever o valor da redução de custos associada à redução do gás utilizado na calcinação, basta multiplicar o preço do gás pela quantidade de gás reduzida por hora. Considerou-se como preço do gás, o valor atribuído nas faturas de consumo de gás da Gyptec.

O preço do gás é de 0,167 €/kWh, que corresponde a 0,0141 €/m³, tendo em consideração, na conversão realizada, o valor do poder calorífico superior do gás de 11,78 kWh/m³, valor este, também, atribuído nas faturas de consumo de gás da Gyptec. Sendo assim, para a placa BA13A o valor da redução de custos associada à redução do gás utilizado na calcinação é de 0,155 €/h, para a placa BA13H é de 0,194 €/h, para a placa BA15A é de 0,261 €/h e para a placa BA15H é de 0,252 €/h. Tanto estes resultados como os valores referentes à quantidade de gás reduzida por hora, estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Determinação do valor do gás reduzido na calcinação

Tipo de Placa	BA13A	BA13H	BA15A	BA15H
Gás necessário por kg de gesso	0,036 m ³ /kg			
Gesso reduzido por hora	304,128 kg/h	380,160 kg/h	513,216 kg/h	494,208 kg/h
Gás reduzido por hora	10,949 m ³	13,686 m ³	18,476 m ³	17,792 m ³
Preço do gás	0,0141 €/m ³			
Valor do gás reduzido	0,155 €/h	0,194 €/h	0,261 €/h	0,252 €/h

- **Redução de custos associada à redução do gás utilizado no secador**

Para a previsão da redução de custos associada à redução do gás utilizado no secador, começou-se por determinar os quilogramas de placa produzidos por hora, antes e depois da aplicação da mudança. Os quilogramas de placa produzidos por hora, antes e depois da aplicação da mudança, calculam-se através da Equação 12, sendo que o valor da gramagem da placa difere no caso de o cálculo ser referente ao período antes da mudança ou ao período depois da mudança.

$$\begin{aligned}
 & \text{kg de placa produzida por hora} \\
 & = \text{gramagem da placa} \times \text{velocidade da tela} \\
 & \times \text{largura da placa} \times 1 \text{ hora}
 \end{aligned}
 \tag{Equação 12}$$

Para a placa BA13A, os quilogramas de placa produzidos por hora, antes da aplicação da mudança, são de 16473,6 kg, e depois da aplicação da mudança, são de 16128 kg. Para a placa BA13H, os quilogramas de placa produzidos por hora, antes da aplicação da mudança,

são de 17712 kg, e depois da aplicação da mudança, são de 17280 kg. Para a placa BA15A, os quilogramas de placa produzidos por hora, antes da aplicação da mudança, são de 17496 kg, e depois da aplicação da mudança, são de 16912,8 kg. Para a placa BA15H, os quilogramas de placa produzidos por hora, antes da aplicação da mudança, são de 17784 kg, e depois da aplicação da mudança, são de 17222,4 kg.

Após a determinação dos quilogramas de placa produzidos por hora, é possível calcular a quantidade de gás utilizada por hora no secador, antes e depois da aplicação da mudança, multiplicando os quilogramas de placa produzidos por hora pela quantidade de gás necessária para secar 1 kg de placa.

A quantidade de gás necessária para secar 1 kg de placa é de 0,0467 m³. Para a placa BA13A, a quantidade de gás utilizada por hora no secador, antes da aplicação da mudança, é de 769,141 m³, e depois da aplicação da mudança, é de 753,005 m³. Para a placa BA13H, a quantidade de gás utilizada por hora no secador, antes da aplicação da mudança, é de 826,961 m³, e depois da aplicação da mudança, é de 806,791 m³. Para a placa BA15A, a quantidade de gás utilizada por hora no secador, antes da aplicação da mudança, é de 816,876 m³, e depois da aplicação da mudança, é de 789,647 m³. Para a placa BA15H, a quantidade de gás utilizada por hora no secador, antes da aplicação da mudança, é de 830,323 m³, e depois da aplicação da mudança, é de 804,102 m³. Tanto estes valores como os valores referentes aos quilogramas de placa produzidos por hora, estão organizados na Tabela 13.

Tabela 13 – Determinação da quantidade de gás utilizada por hora no secador

Tipo de Placa	Mudança	BA13A	BA13H	BA15A	BA15H
Quilogramas de placa produzida por hora	Antes	16473,6 kg	17712,0 kg	17496,0 kg	17784,0 kg
	Depois	16128,0 kg	17280,0 kg	16912,8 kg	17222,4 kg
Gás necessário por kg de placa		0,04669 m ³			
Gás utilizado por hora	Antes	769,141 m ³	826,961 m ³	816,876 m ³	830,323 m ³
	Depois	753,005 m ³	806,791 m ³	789,647 m ³	804,102 m ³

Através da diferença entre a quantidade de gás utilizada por hora no secador antes da aplicação da mudança e quantidade de gás utilizado por hora no secador depois da aplicação da mudança, determina-se a redução da quantidade de gás utilizado no secador. Essa redução da quantidade de gás utilizado no secador multiplicada pelo preço do gás, já referido anteriormente, resulta no valor da redução de custos associada à redução do gás utilizado no secador.

Para a placa BA13A, a redução da quantidade de gás utilizado no secador é de 16,136 m³/h, o que resulta numa redução de custos de 0,228 €/h. Para a placa BA13H, a redução da quantidade de gás utilizado no secador é de 20,170 m³/h, o que resulta numa redução de custos de 0,285 €/h. Para a placa BA15A, a redução da quantidade de gás utilizado no secador é de 27,229 m³/h, o que resulta numa redução de custos de 0,385 €/h. Para a placa BA15H, a redução da quantidade de gás utilizado no secador é de 26,221 m³/h, o que resulta numa redução de custos de 0,371 €/h. Estes resultados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Determinação do valor do gás reduzido no secador

Tipo de Placa	BA13A	BA13H	BA15A	BA15H
Gás reduzido por hora	16,136 m ³	20,170 m ³	27,229 m ³	26,221 m ³
Preço do gás	0,0141 €/m ³			
Valor do gás reduzido	0,228 €/h	0,285 €/h	0,385 €/h	0,371 €/h

4.4.1.3. Redução de Custos Total na Produção das Placas

A redução de custos total na produção das placas consiste na soma da redução de custos associada à redução do gesso utilizado na produção de placas com a redução de custos associada à redução do gás utilizado, tanto na calcinação como no secador.

A redução de custos total, para a placa BA13A é de 9,963 €/h, para a placa BA13H é de 12,454 €/h, para a placa BA15A é de 16,813 €/h e para a placa BA15H é de 16,190 €/h.

De forma a obter uma visão mais ampla da redução de custos total, calculou-se essa mesma redução, mas para o período de um ano. Sabendo que a Gyptec produz, anualmente, cerca de 14 milhões de placas, e que as percentagens de produção da placa BA13A, BA13H, BA15A e BA15H, são, respetivamente, de 62%, 23%, 7% e 3%, conclui-se que se produzem, cerca de 8 680 000 m² de placa BA13A, cerca de 3 220 000 m² de placa BA13H, cerca de 980 000 m² de placa BA15A, e cerca de 420 000 m² de placa BA15H. Dividindo os m² produzidos pela velocidade da tela, pela largura da placa e por 60 min, sabe-se as horas de produção equivalentes, sendo, para a placa BA13A um total de 3 767,361 horas, para a placa BA13H um total de 1 490,741 horas, para a placa BA15A um total de 504,115 horas, e para a placa BA15H um total de 224,359 horas. Multiplicando este total de horas de produção pelo valor da respetiva redução de custos total, obtém-se a redução de custos total, para o período de um ano. A redução de custos total, num período de um ano, para a placa BA13A é cerca de 37 534,42 €, para a placa BA13H é cerca de 18 565,41 €, para a placa BA15A é cerca de 8 475,51 €, e para a placa BA15H é cerca de 3 632,36 €. Todas estas reduções de custos juntas, representam cerca de 118 253,61 € por ano, que a Gyptec poupa, ao implementar a redução da quantidade de gesso utilizada na receita das placas. Estes resultados encontram-se apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Determinação da redução de custos global

Tipo de Placa	BA13A	BA13H	BA15A	BA15H
Percentagem de produção	62%	23%	7%	3%
Metro cúbico de placa produzida por ano	8 680 000	3 220 000	980 000	420 000
Tempo de produção equivalentes	3767,361 h	1490,741 h	504,115 h	224,359 h
Redução de custos por ano	37 534,42 €	18 565,41 €	8 475,51 €	3 632,36 €
Redução de Custos Global	68 207,71 €			

Perante este resultado global, conclui-se que a implementação da mudança é compensadora e reduz significativamente os custos de produção, logo, é uma decisão benéfica para a Gyptec. Esta decisão acarreta riscos, que devem ser antecipados e prevenidos. Assim, de forma a perceber o impacto da redução da quantidade de gesso utilizada na produção das placas,

procedeu-se à análise estatística da gramagem e da resistência à flexão dos quatro tipos de placa, que sofreram a alteração.

4.4.2. Análise Estatística da Gramagem das Placas

A análise estatística da gramagem das placas é realizada com recurso à ferramenta *RStudio*, que possibilita analisar, manipular e visualizar bases de dados, permitindo a elaboração de cálculos estatísticos e gráficos representativos dos mesmos. Para a realização desta análise estatística é necessário recolher os dados referentes às medições da gramagem para os quatro tipos de placas, durante a produção, como forma de controlo da qualidade.

Depois de recolhidos os dados, estes são armazenados e sistematizados em quatro ficheiros *Excel*, um para cada tipo de placa, para que facilmente sejam introduzidos no programa *RStudio*. Os ficheiros com os dados são compostos por linhas e colunas, onde cada linha contém os dados de uma medição e cada coluna contém uma variável. As variáveis utilizadas são: “Data”, que indica o dia em que a medição foi realizada; “Peso”, que indica o valor resultante da medição da gramagem da placa, em kg/m²; e “Mudança”, que indica se a medição foi realizada antes ou depois da aplicação da redução da quantidade de gesso no processo.

Estes quatro ficheiros são importados, em formato *.csv*, para o *RStudio*, sendo necessário que este efetue a sua leitura através da função “*read.csv*”, que lê as bases de dados em formato de tabela e constrói *data frames* com os dados nelas contidos (Figura 36).

Environment	History	Connections
Global Environment		
Data		
dados_pesos_ba13a	1712 obs. of 3 variables	
dados_pesos_ba13h	993 obs. of 3 variables	
dados_pesos_ba15a	393 obs. of 3 variables	
dados_pesos_ba15h	155 obs. of 3 variables	

Figura 36 – *Data frames* gerados no *RStudio* relativos à gramagem das placas

4.4.2.1. Gráficos de Dispersão

Com os dados referentes às medições da gramagem das placas, antes e depois da aplicação da mudança, elaborou-se um gráfico de dispersão para cada tipo de placa, com o objetivo de identificar visualmente a evolução dos valores das medições ao longo do tempo. Nestas representações gráficas o eixo horizontal representa o indicador de tempo e, o eixo vertical, os valores das medições da gramagem das placas.

Para a elaboração do gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA13A, utilizou-se a função “*plot*”, que constrói o gráfico de dispersão através do *data frame* “*dados_pesos_ba13a*”, e a função “*lines*”, que produz a linha de tendência que melhor se ajusta à nuvem de pontos descrita no gráfico de dispersão (Figura 37).

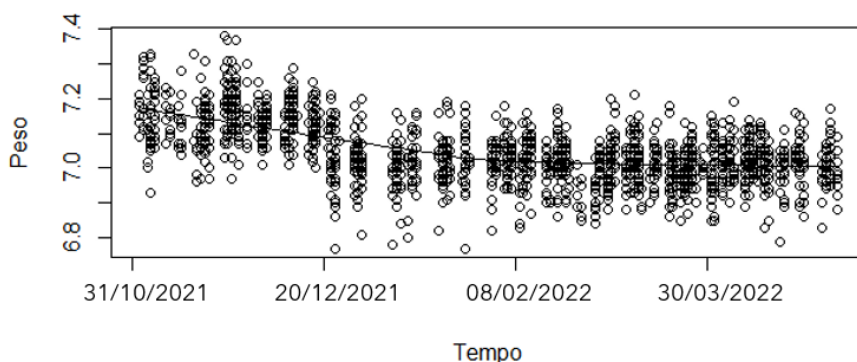


Figura 37 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA13A

Para a elaboração do gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA13H, utilizou-se exatamente as mesmas funções que no gráfico anterior, diferenciando apenas no *data frame* utilizado, que neste caso foi o “dados_pesos_ba13h” (Figura 38).

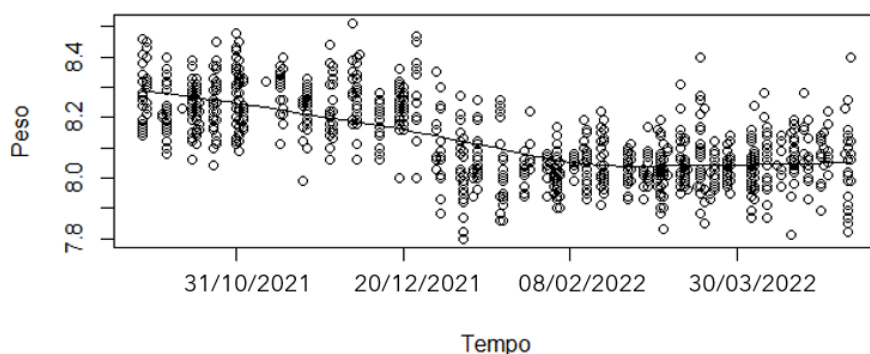


Figura 38 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA13H

Para a elaboração do gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA15A, utilizou-se exatamente as mesmas funções que nos gráficos anteriores, diferenciando apenas no *data frame* utilizado, que neste caso foi o “dados_pesos_ba15a” (Figura 39).

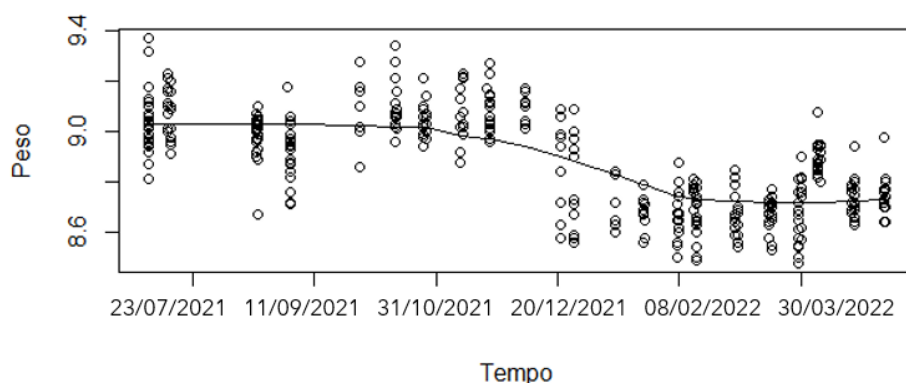


Figura 39 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA15A

Por último, para a elaboração do gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA15H, utilizou-se exatamente as mesmas funções que nos gráficos anteriores, diferenciando apenas no *data frame* utilizado, que neste caso foi o “dados_pesos_ba15h” (Figura 40).

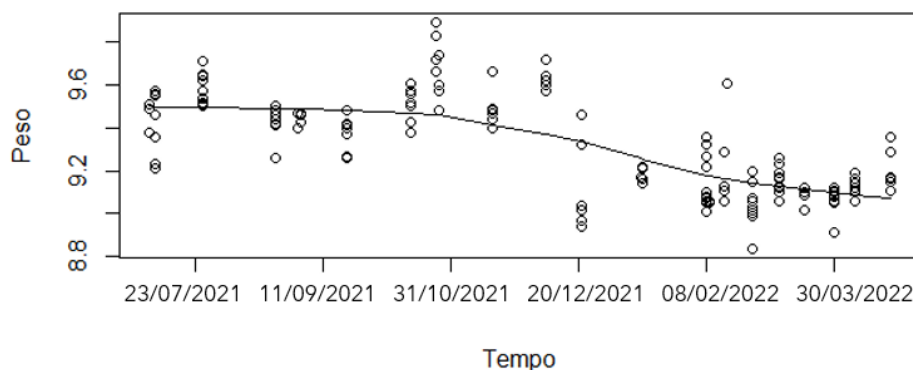


Figura 40 – Gráfico de dispersão relativo à gramagem da placa BA15H

Através da análise aos quatro gráficos apresentados, é possível visualizar, em cada um deles, o momento em que foi aplicada a mudança no processo, visto que a partir de um certo momento os valores das medições da gramagem das placas diminuem. Os gráficos da Figura 39 e da Figura 40, apresentam um número de medições menor, uma vez que o tipo de placa que lhes corresponde se produz em menor quantidade relativamente aos apresentados na Figura 37 e na Figura 38, não deixando de se verificar a diminuição referida.

4.4.2.2. Descrição dos Dados

A descrição dos dados pretende organizar, resumir e descrever os aspetos importantes do conjunto de características observadas. Para efetuar a caracterização descritiva da variável quantitativa “Peso”, por grupo da variável qualitativa “Mudança”, utilizou-se as funções “summary”, “describe” e “var”. A função “summary” devolve os valores do mínimo e do máximo, da média e da mediana, do 1º quartil e do 3º quartil. Através da função “describe” encontrou-se os valores do desvio padrão. E por fim, a função “var” devolve os valores da variância.

As três funções descritas anteriormente são aplicadas com o objetivo de obter a caracterização descritiva da variável “Peso” de cada um dos tipos de placa, antes e depois da aplicação da mudança no processo. Todos os valores devolvidos pelas funções “summary”, “describe” e “var”, estão organizados na Tabela 16.

Tabela 16 – Caracterização descritiva da variável “Peso”

Placas	BA13A		BA13H		BA15A		BA15H	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Mudança								
Observações	429	1283	377	616	189	204	80	75
Mínimo	6,93	6,77	7,99	7,80	8,58	8,48	8,94	8,84
Máximo	7,38	7,21	8,51	8,47	9,37	9,09	9,89	9,61
Média	7,14	7,01	8,25	8,05	9,03	8,72	9,48	9,13
Mediana	7,14	7,01	8,24	8,04	9,04	8,71	9,48	9,11
Desvio Padrão	0,07	0,07	0,09	0,09	0,12	0,11	0,17	0,11
Variância	0,005088	0,004410	0,007465	0,008330	0,015370	0,012666	0,028321	0,011048
1º Quartil	7,10	6,97	8,19	7,99	8,97	8,65	9,42	9,07
2º Quartil	7,14	7,01	8,24	8,04	9,04	8,71	9,48	9,11
3º Quartil	7,19	7,05	8,31	8,09	9,10	8,78	9,57	9,16

De forma a complementar a informação apresentada na tabela anterior, elaborou-se os diagramas de extremos e quartis para cada tipo de placa. Estes diagramas são elaborados através da função “boxplot”, que permite a construção de gráficos que nos informam sobre a distribuição dos dados a estudar.

Para a elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA13A, utilizou-se a função “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_pesos_ba13a” (Figura 41)

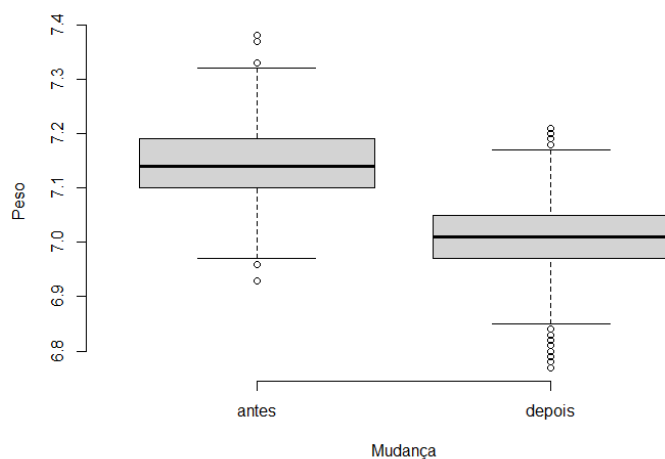


Figura 41 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA13A

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 41, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para baixo, o que indica uma maior dispersão dos dados na parte superior do gráfico. A linha mais escura do gráfico representa a mediana e observa-se uma diminuição da mesma, de um diagrama para o outro, de 7,14 para 7,01 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA13A antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 7,10 e 7,19 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 7,10 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 7,19 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA13A depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 6,97 e 7,05 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 6,97 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 7,05 kg/m². O valor da diferença, entre as médias das medições da gramagem, antes e depois da aplicação da mudança, é de 0,13 kg/m², que corresponde, aproximadamente, à redução determinada no estudo inicial de 0,15 kg/m².

Para a elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA13H, utilizou-se a mesma função, “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_pesos_ba13h” (Figura 42).

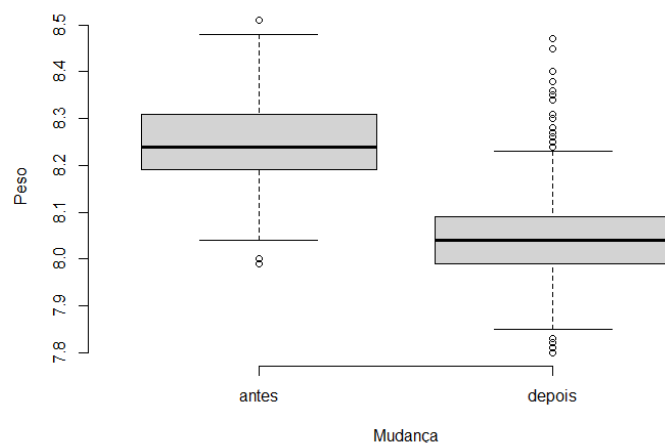


Figura 42 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA13H

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 42, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, ligeiramente mais acentuado comparativamente ao anterior, do diagrama da direita, para baixo, o que indica uma maior dispersão dos dados na parte superior do gráfico. Observa-se uma diminuição da mediana, de um diagrama para o outro, de 8,24 para 8,04 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA13H antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 8,19 e 8,31 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 8,19 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 8,31 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA13H depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 7,99 e 8,09 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 7,99 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 8,09 kg/m². O valor da diferença, entre as médias das medições da gramagem, antes e depois da aplicação da mudança, é de 0,20 kg/m², que corresponde, exatamente, à redução determinada no estudo inicial.

Para a elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA15A, utilizou-se a mesma função, “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_pesos_ba15a” (Figura 43).

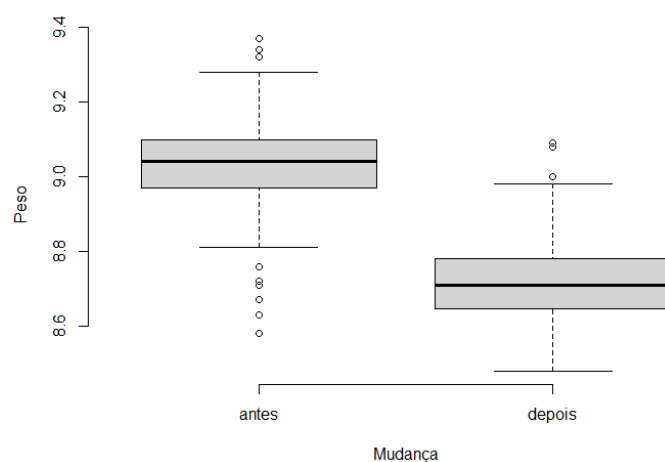


Figura 43 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA15A

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 43, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, mais acentuado comparativamente aos anteriores, do diagrama da direita, para baixo, o que indica uma maior dispersão dos dados na parte superior do gráfico. Observa-se uma diminuição da mediana, de um diagrama para o outro, de 9,04 para 8,71 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA15A antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 8,97 e 9,10 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 8,97 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 9,10 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA15A depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 8,65 e 8,78 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 8,65 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 8,78 kg/m². O valor da diferença, entre as médias das medições da gramagem, antes e depois da aplicação da mudança, é de 0,31 kg/m², que corresponde, aproximadamente, à redução determinada no estudo inicial de 0,30 kg/m².

Para a elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA15H, utilizou-se a mesma função, “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_pesos_ba15h” (Figura 44).

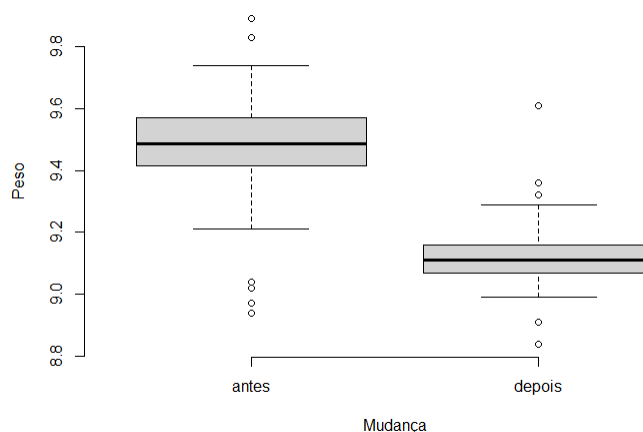


Figura 44 – Diagramas de extremos e quartis relativos à gramagem da placa BA15H

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 44, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, ainda mais acentuado comparativamente aos anteriores, do diagrama da direita, para baixo, o que indica uma maior dispersão dos dados na parte superior do gráfico. Observa-se uma diminuição da mediana, de um diagrama para o outro, de 9,48 para 9,11 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA15H antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 9,42 e 9,57 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 9,42 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 9,57 kg/m². Através do diagrama relativo à gramagem da placa BA15H depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 9,07 e 9,16 kg/m², que 25% das medições são inferiores a 9,07 kg/m² e que os restantes 25% das medições são superiores a 9,16 kg/m². O valor da diferença, entre as médias das medições da gramagem, antes e depois da aplicação da mudança, é de 0,35 kg/m², que corresponde, aproximadamente, à redução determinada no estudo inicial de 0,30 kg/m².

4.4.2.3. Teste das Médias

Com o objetivo de verificar se as médias, entre a gramagem das placas antes da aplicação da mudança e a gramagem das placas depois da aplicação da mudança, são efetivamente diferentes, recorreu-se a um teste de hipóteses, efetuado para os quatro tipos de placas em estudo.

Um teste de hipóteses é um procedimento estatístico que permite, em função da informação contida numa amostra recolhida da população em estudo, verificar se essa amostra de dados é, ou não, compatível com uma hipótese realizada sobre a população de dados que lhe deu origem. Este tipo de teste consiste na formulação de duas hipóteses sobre a população de dados, uma hipótese nula (H_0) e uma hipótese alternativa (H_1), onde se opta por uma decisão acerca das hipóteses formuladas: rejeitar ou não rejeitar H_0 . As decisões tomadas ao realizar um teste de hipóteses envolvem sempre erro, sendo necessário minimizar as probabilidades de ocorrência de erros de 1ª espécie (quando H_0 é verdadeira e é rejeitada pelo teste) e de 2ª espécie (quando H_0 é falsa e não é rejeitada pelo teste). Designa-se por nível de significância (α) de um teste de hipóteses, a probabilidade de rejeição de H_0 quando esta é verdadeira. Para que se tome uma decisão sobre a validade de H_0 é necessário conhecer o p-valor, que é o nível de significância que conduz à não rejeição de H_0 , ou seja, a decisão a tomar é: não rejeitar H_0 para qualquer nível de significância $\alpha \leq$ p-valor; ou rejeitar H_0 para qualquer nível de significância $\alpha >$ p-valor (Margalho, 2021).

O teste de hipóteses utilizado para os quatro tipos de placas em estudo, que verifica se as médias, entre a gramagem das placas antes e depois da aplicação da mudança, são efetivamente diferentes, considerando um nível de significância de $\alpha = 0,05$, é formulado da seguinte forma:

$$H_0: \mu_{\text{gramagem antes da mudança}} = \mu_{\text{gramagem depois da mudança}}$$

$$H_1: \mu_{\text{gramagem antes da mudança}} \neq \mu_{\text{gramagem depois da mudança}}$$

Na elaboração dos testes de hipóteses, recorreu-se à função “t.test”, que permite comparar as médias de dois conjuntos de dados e evidenciar se as diferenças entre essas duas médias são estatisticamente significativas, ou seja, permite avaliar se essas diferenças ocorrem por mero acaso ou não. Para que se possa confiar no resultado deste teste existem alguns pressupostos teóricos que se devem cumprir. Esses pressupostos são: para amostras pequenas, com 30 ou menos observações, a população deve ser proveniente de uma distribuição normal; para amostras com mais do que 30 observações a população não tem restrições. Como o tamanho das amostras, utilizadas nos quatro testes realizados para os quatro tipos de placas em estudo, é superior a 30 observações, não é necessário verificar se a população segue uma distribuição normal (Sousa, 2018).

O teste de hipóteses, realizado para a placa BA13A, resultou num p-valor menor que $2,2e-16$, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da gramagem das placas antes e depois da aplicação da mudança são diferentes.

O teste de hipóteses, realizado para a placa BA13H, resultou num p-valor menor que $2,2e-16$, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da gramagem das placas antes e depois da aplicação da mudança são diferentes.

O teste de hipóteses, realizado para a placa BA15A, resultou num p-valor menor que $2,2e-16$, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que não se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da gramagem das placas antes e depois da aplicação da mudança são diferentes.

O teste de hipóteses, realizado para a placa BA15H, resultou num p-valor menor que $2,2e-16$, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que não se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da gramagem das placas antes e depois da aplicação da mudança são diferentes.

Como era esperado, os testes realizados confirmam que as médias da gramagem das placas antes e depois da aplicação da mudança são efetivamente diferentes, para todos os tipos de placa em estudo.

4.4.3. Análise Estatística da Resistência à Flexão das Placas

A análise estatística da resistência à flexão das placas é realizada, também, com recurso à ferramenta *RStudio*. Para a realização desta análise é necessário recolher os dados referentes aos ensaios de resistência à flexão realizados, no laboratório da Gyptec, para os quatro tipos de placa, como forma de controlo da qualidade.

Depois de recolhidos os dados, tal como para a análise estatística da gramagem das placas, estes são armazenados e sistematizados em quatro ficheiros *Excel*, um para cada tipo de placa, para que facilmente sejam introduzidos no programa *RStudio*. Os ficheiros com os dados são compostos por linhas e colunas, onde cada linha contém os dados de um ensaio e cada coluna contém uma variável. As variáveis utilizadas são: “Data”, que indica o dia em que o ensaio foi realizado; “Resistência.T”, que indica o valor resultante do ensaio de resistência à flexão transversal da placa, em N; “Resistência.L”, que indica o valor resultante do ensaio de resistência à flexão longitudinal da placa, em N; e “Mudança”, que indica se o ensaio foi realizado antes ou depois da aplicação da redução da quantidade de gesso no processo.

Estes quatro ficheiros são importados, em formato *.csv*, para o *RStudio*, sendo necessário que este efetue a sua leitura através da função “*read.csv*”, que lê as bases de dados em formato de tabela e constrói *data frames* com os dados nelas contidos (Figura 45).

Environment	History	Connections
Global Environment		
Data		
dados_resistencia_ba...	405 obs. of 10 variables	
dados_resistencia_ba...	294 obs. of 10 variables	
dados_resistencia_ba...	150 obs. of 10 variables	
dados_resistencia_ba...	110 obs. of 10 variables	

Figura 45 – Data frames gerados no RStudio relativos à resistência à flexão das placas

4.4.3.1. Gráficos de dispersão

Com os dados referentes aos ensaios de resistência à flexão das placas, antes e depois da aplicação da mudança, elaborou-se dois gráficos de dispersão para cada tipo de placa, um para os ensaios de resistência à flexão transversal e outro para os ensaios de resistência à flexão longitudinal, com o objetivo de identificar visualmente a evolução dos valores dos ensaios ao

longo do tempo. Nestas representações gráficas, o eixo horizontal representa o indicador de tempo e, o eixo vertical, os valores dos ensaios da resistência das placas.

Para a elaboração dos gráficos de dispersão relativos à resistência à flexão, transversal e longitudinal, da placa BA13A, utilizou-se a função “plot”, que constrói o gráfico de dispersão através do *data frame* “dados_resistencia_ba13a”, e a função “lines”, que produz a linha de tendência que melhor se ajusta à nuvem de pontos descrita no gráfico. O gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal está apresentado na Figura 46, e o gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal está apresentado na Figura 47.

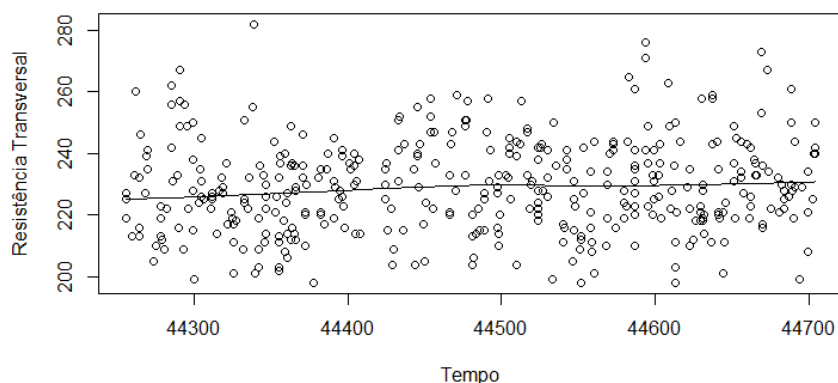


Figura 46 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA13A

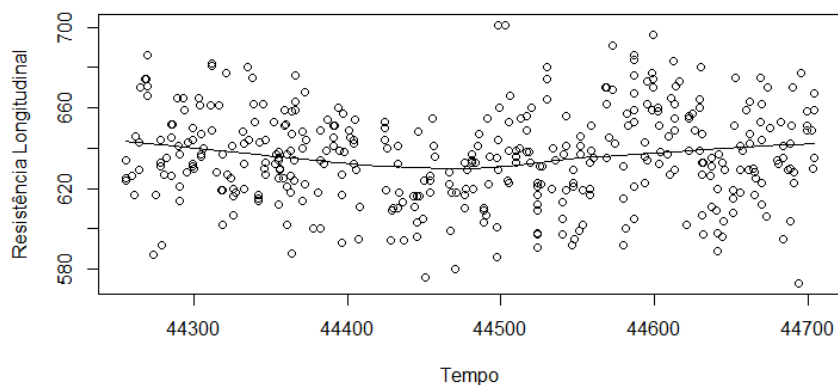


Figura 47 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA13A

Para a elaboração dos gráficos de dispersão relativos à resistência à flexão, transversal e longitudinal, da placa BA13H, utilizou-se exatamente as mesmas funções que nos gráficos anteriores, diferindo apenas no *data frame* utilizado, que neste caso foi o “dados_resistencia_ba13h”. O gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal está apresentado na Figura 48, e o gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal está apresentado na Figura 49.

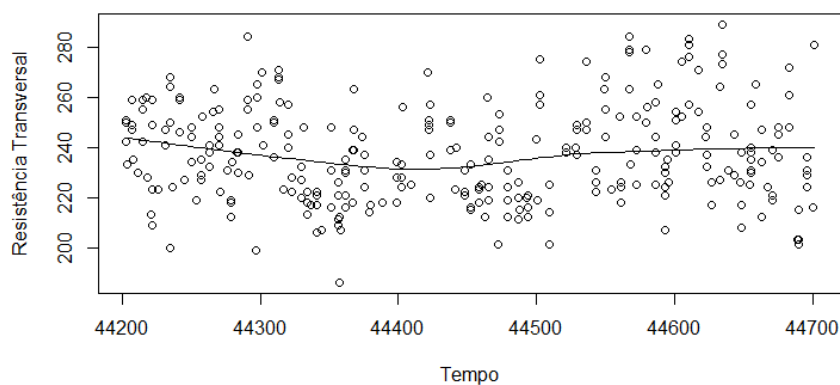


Figura 48 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA13H

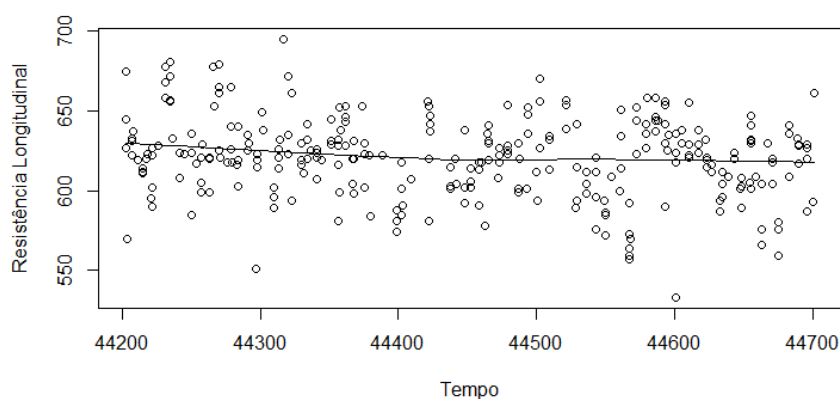


Figura 49 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA13H

Para a elaboração dos gráficos de dispersão relativos à resistência à flexão, transversal e longitudinal, da placa BA15A, utilizou-se exatamente as mesmas funções que nos gráficos anteriores, diferindo apenas no *data frame* utilizado, que neste caso foi o “dados_resistencia_ba15a”. O gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal está apresentado na Figura 50, e o gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal está apresentado na Figura 51.

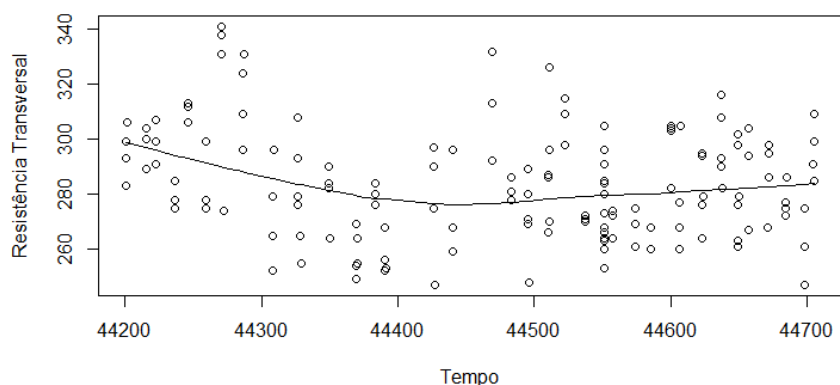


Figura 50 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA15A

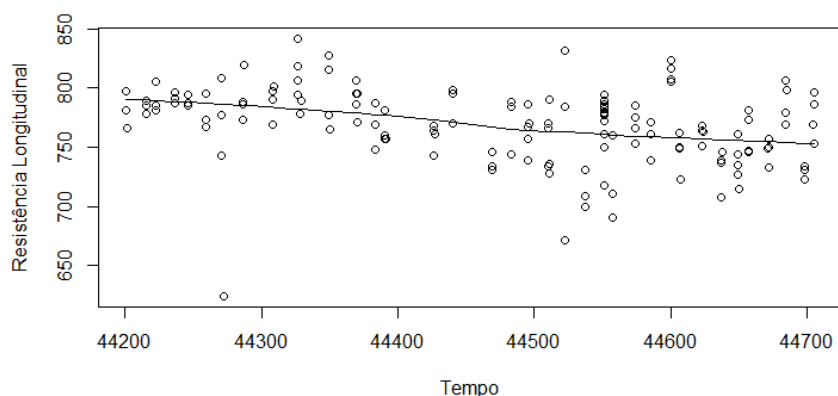


Figura 51 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA15A

Por fim, para a elaboração dos gráficos de dispersão relativos à resistência à flexão, transversal e longitudinal, da placa BA15H, utilizou-se exatamente as mesmas funções que nos gráficos anteriores, diferindo apenas no *data frame* utilizado, que neste caso foi o “dados_resistencia_ba15h”. O gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal está apresentado na Figura 52, e o gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal está apresentado na Figura 53.

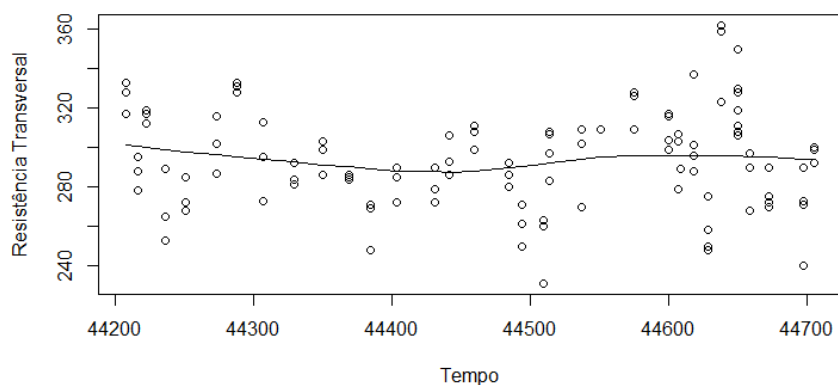


Figura 52 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão transversal da placa BA15H

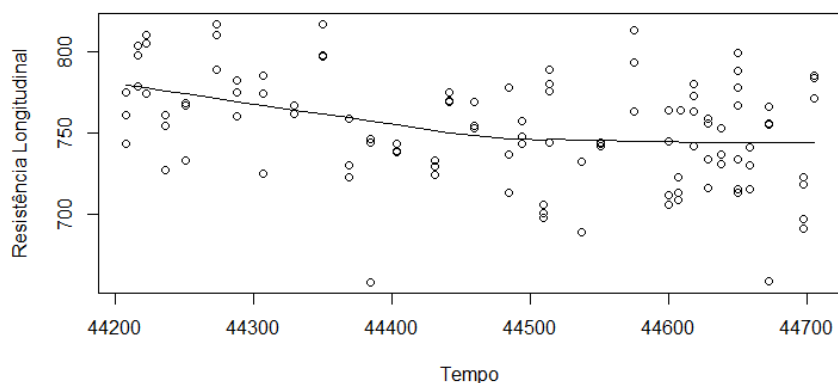


Figura 53 – Gráfico de dispersão relativo à resistência à flexão longitudinal da placa BA15H

Através da análise dos gráficos relativos aos ensaios de resistência à flexão transversal e longitudinal apresentados, é possível visualizar, em cada um deles, ligeiras oscilações nos valores das resistências, sendo que tanto se observam aumentos como diminuições. Essas oscilações não sendo oscilações acentuadas, não são consideradas significativas. Ao contrário

dos gráficos de dispersão relativos às medições da gramagem das placas, é mais difícil identificar o momento específico em que se aplicou a mudança no processo.

4.4.3.2. Descrição dos dados

Para efetuar a caracterização descritiva das variáveis quantitativas “Resistência.T” e “Resistência.L”, por grupo da variável qualitativa “Mudança”, utilizou-se as funções “summary”, “describe” e “var”, tal como apresentado anteriormente na caracterização descritiva da variável “Peso”. Estas três funções são aplicadas com o objetivo de obter a caracterização descritiva das variáveis “Resistência.T” e “Resistência.L” de cada um dos tipos de placa, antes e depois da aplicação da mudança no processo. Todos os valores devolvidos pelas funções “summary”, “describe” e “var”, estão organizados na Tabela 17 e na

Tabela 18.

Tabela 17 – Caracterização descritiva das variáveis “Resistência.T” e “Resistência.L” para as placas BA13A e BA13H

Placas	BA13A				BA13H			
	Resistência à Flexão Transversal		Resistência à Flexão Longitudinal		Resistência à Flexão Transversal		Resistência à Flexão Longitudinal	
Mudança	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Observações	260	141	260	141	200	94	200	94
Mínimo	198,00	198,00	576,00	573,00	186,00	201,00	551,00	533,00
Máximo	282,00	276,00	701,00	696,00	284,00	289,00	695,00	661,00
Média	228,32	231,09	633,40	640,91	235,41	242,14	622,68	617,17
Mediana	228,00	230,00	633,00	639,00	234,00	238,00	622,00	621,50
Desvio Padrão	14,81	15,37	22,05	24,09	17,85	21,43	24,12	26,13
Variância	219,197	236,107	486,203	580,199	318,594	459,110	581,859	682,917
1º Quartil	271,00	221,00	619,00	627,00	221,75	226,00	606,75	604,00
2º Quartil	228,00	230,00	633,00	639,00	234,00	238,00	622,00	621,50
3º Quartil	238,25	241,00	647,00	659,00	248,25	255,50	636,00	634,75

Tabela 18 – Caracterização descritiva das variáveis “Resistência.T” e “Resistência.L” para as placas BA15A e BA15H

Placas	BA15A				BA15H			
	Resistência à Flexão Transversal		Resistência à Flexão Longitudinal		Resistência à Flexão Transversal		Resistência à Flexão Longitudinal	
Mudança	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Observações	97	53	97	53	67	43	67	43
Mínimo	247,00	247,00	624,00	691,00	231,00	240,00	658,00	659,00
Máximo	341,00	316,00	842,00	824,00	333,00	362,00	817,00	813,00
Média	284,22	281,43	773,51	756,30	290,64	298,91	756,52	744,98
Mediana	282,00	277,00	781,00	753,00	289,00	299,00	759,00	745,00
Desvio Padrão	21,71	16,29	31,65	29,01	21,80	28,15	31,74	32,79
Variância	471,213	265,250	1001,794	841,484	475,415	792,658	1007,162	1074,880
1º Quartil	268,00	268,00	761,00	737,00	275,50	277,00	737,50	717,00
2º Quartil	282,00	277,00	781,00	753,00	289,00	299,00	759,00	745,00
3º Quartil	297,00	295,00	790,00	771,00	308,00	316,50	775,50	766,50

De forma a complementar a informação apresentada nas tabelas anteriores, elaborou-se os diagramas de extremos e quartis para cada tipo de placa, tal como na análise das medições da gramagem das placas.

Para a placa BA13A, na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal, utilizou-se a função “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba13a” (Figura 54).

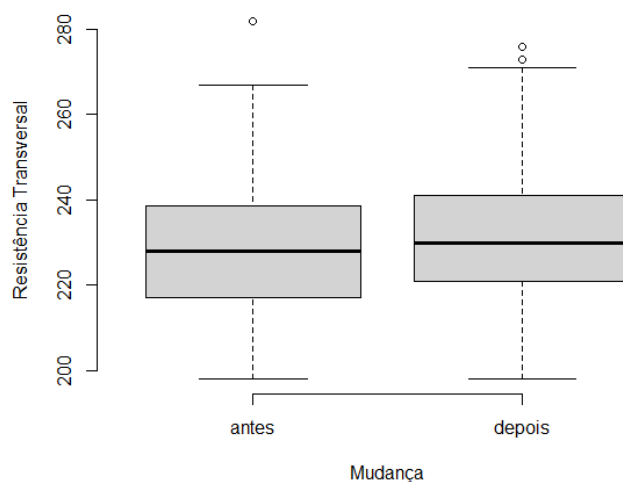


Figura 54 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA13A

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 54, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para cima, muito pouco acentuado, sendo, por isso, considerado insignificante. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal, antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 271 e 238,25 N, que 25% das medições são inferiores a 271 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 238,25 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 221 e 241 N, que 25% das medições são inferiores a 221 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 241 N.

Na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal, utilizou-se a função “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba13a” (Figura 55).

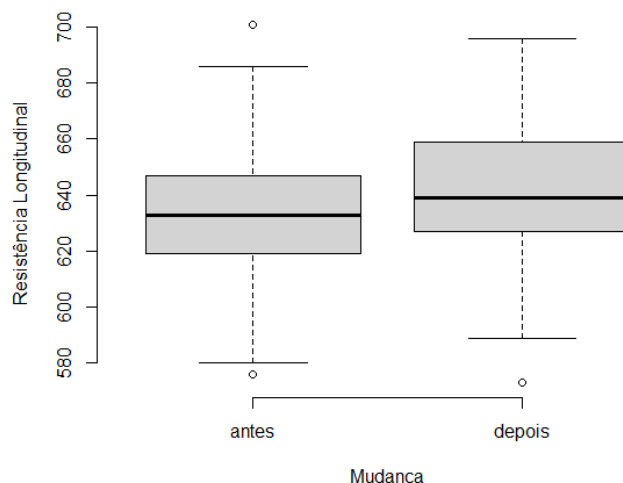


Figura 55 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA13A

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 55, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para cima, pouco acentuado, considerado não relevante, uma vez que os valores da resistência das placas aumentam e o esperado era que diminuíssem. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 619 e 647 N, que 25% das medições são inferiores a 619 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 647 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 627 e 659 N, que 25% das medições são inferiores a 627 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 659 N.

Para a placa BA13H, na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal, utilizou-se a mesma função, “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba13h” (Figura 56).

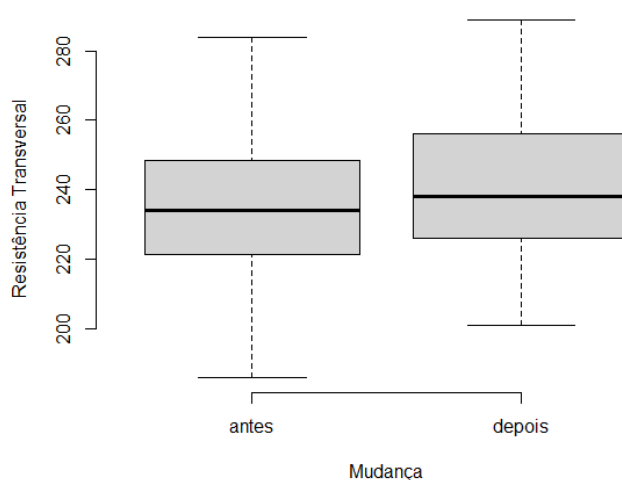


Figura 56 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA13H

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 56, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para cima, pouco acentuado, considerado não relevante, uma vez que os valores da resistência das placas aumentam e o esperado era que diminuíssem. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 221,75 e 248,25 N, que 25% das medições são inferiores a 221,75 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 248,25 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 226 e 255,5 N, que 25% das medições são inferiores a 226 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 255,5 N.

Na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal, utilizou-se a função “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba13h” (Figura 57).

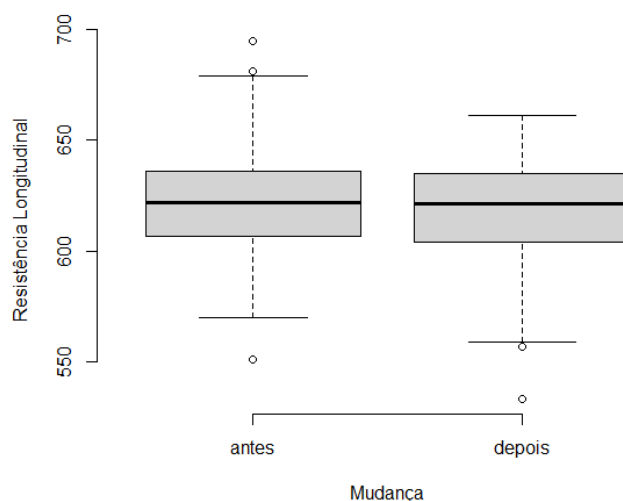


Figura 57 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA13H

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 57, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para baixo, muito pouco acentuado, sendo, por isso, considerado insignificante. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 606,75 e 636 N, que 25% das medições são inferiores a 606,75 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 636 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 604 e 634,75 N, que 25% das medições são inferiores a 604 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 634,75 N.

Para a placa BA15A, na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal, utilizou-se a mesma função, “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba15a” (Figura 58).

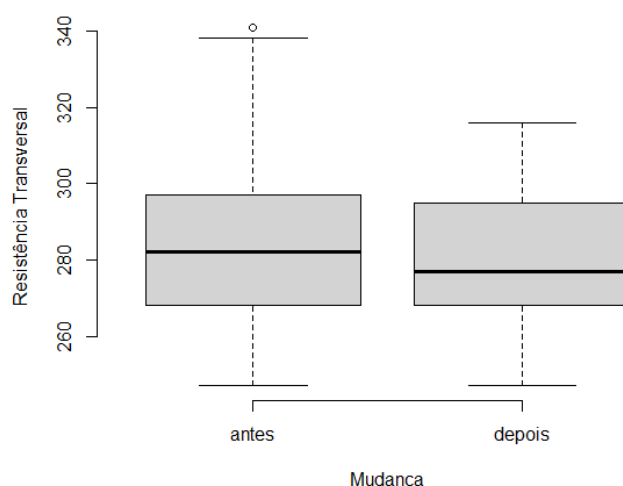


Figura 58 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA15A

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 59, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para baixo, muito pouco acentuado, sendo, por isso, considerado insignificante. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram

entre 268 e 297 N, que 25% das medições são inferiores a 268 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 297 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 268 e 295 N, que 25% das medições são inferiores a 268 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 295 N.

Na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal, utilizou-se a função “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba15a” (Figura 59).

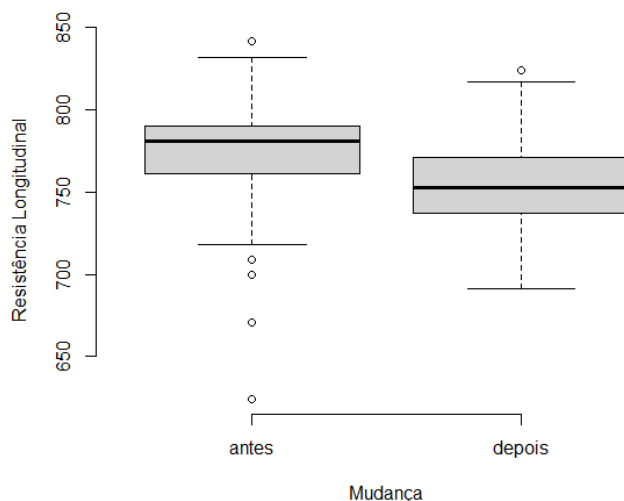


Figura 59 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA15A

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 59, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para baixo, pouco acentuado, revelando uma diminuição da resistência da placa em estudo. Observa-se uma diminuição da mediana, de um diagrama para o outro, de 781 para 753 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 761 e 790 N, que 25% das medições são inferiores a 761 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 790 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 737 e 771 N, que 25% das medições são inferiores a 737 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 771 N.

Para a placa BA15H, na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal, utilizou-se a mesma função, “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba15h” (Figura 60).

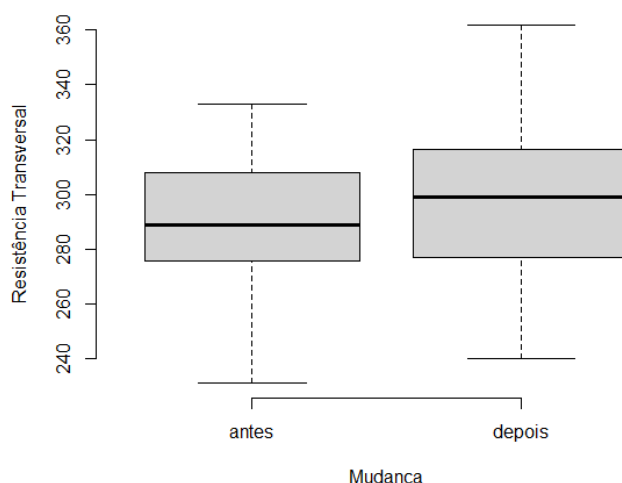


Figura 60 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão transversal da placa BA15H

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 60, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para cima, pouco acentuado, considerado não relevante, uma vez que os valores da resistência das placas aumentam e o esperado era que diminuíssem. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 275,5 e 308 N, que 25% das medições são inferiores a 275,5 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 308 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão transversal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 277 e 316,5 N, que 25% das medições são inferiores a 277 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 316,5 N.

Na elaboração dos diagramas de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal, utilizou-se a função “boxplot”, que constrói o diagrama através do *data frame* “dados_resistencia_ba15h” (Figura 61).

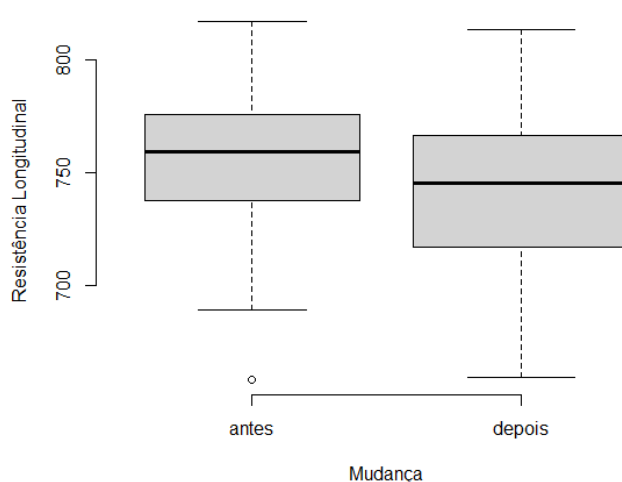


Figura 61 – Diagrama de extremos e quartis relativos à resistência à flexão longitudinal da placa BA15H

Analisando o gráfico, apresentado na Figura 61, e comparando os dois diagramas, observa-se que existe um enviesamento, do diagrama da direita, para baixo, pouco acentuado, revelando uma diminuição da resistência da placa em estudo. Observa-se uma diminuição da mediana,

de um diagrama para o outro, de 759 para 745 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal antes da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 737,5 e 775,5 N, que 25% das medições são inferiores a 737,5 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 775,5 N. Através do diagrama relativo à resistência à flexão longitudinal, depois da aplicação da mudança, conclui-se que 50% das medições se encontram entre 717 e 766,5 N, que 25% das medições são inferiores a 717 N e que os restantes 25% das medições são superiores a 766,5 N.

4.4.3.3. Teste das médias

Apenas com a informação obtida através dos gráficos de dispersão e dos diagramas de extremos e quartis, apresentados anteriormente, não é possível concluir assertivamente sobre a comparação da resistência à flexão das placas, antes e depois da aplicação da mudança. Esta comparação é importante, pois se os valores de resistência à flexão das placas diminuïrem significativamente podem comprometer gravemente a qualidade das placas. Assim, com o objetivo de verificar se as médias, entre a resistência à flexão das placas antes da aplicação da mudança e a resistência à flexão das placas depois da aplicação da mudança, são efetivamente diferentes, recorreu-se a um teste de hipóteses, efetuado para os quatro tipos de placas em estudo.

Os testes de hipóteses utilizados, que verificam se as médias, entre a resistência à flexão transversal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são efetivamente diferentes, e se as médias entre a resistência à flexão longitudinal, antes e depois da aplicação da mudança, são efetivamente diferentes, considerando um nível de significância de $\alpha = 0,05$, são formulados, respetivamente, da seguinte forma:

$$H_0: \mu_{\text{resistência à flexão transversal antes da mudança}} = \mu_{\text{resistência à flexão transversal depois da mudança}}$$

$$H_1: \mu_{\text{resistência à flexão transversal antes da mudança}} \neq \mu_{\text{resistência à flexão transversal depois da mudança}}$$

$$H_0: \mu_{\text{resistência à flexão longitudinal antes da mudança}} = \mu_{\text{resistência à flexão longitudinal depois da mudança}}$$

$$H_1: \mu_{\text{resistência à flexão longitudinal antes da mudança}} \neq \mu_{\text{resistência à flexão longitudinal depois da mudança}}$$

Na elaboração dos testes de hipóteses, recorreu-se à função “t.test”, que permite evidenciar se as diferenças entre as duas médias são estatisticamente significativas, ou seja, permite avaliar se essas diferenças ocorrem por mero acaso ou não. Para que se possa confiar no resultado deste teste, a amostra deve ter mais de 30 observações, caso contrário, esta deve ser proveniente de uma distribuição normal. Como o tamanho das amostras, utilizadas nos oito testes realizados, é superior a 30 observações, não é necessário verificar se a população segue uma distribuição normal (Sousa, 2018).

Para a placa BA13A, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão transversal, resultou num p-valor igual a 0,08198, valor esse superior ao nível de significância considerado, o que significa que não se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão transversal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são iguais, ou seja, as diferenças entre essas médias não são estatisticamente significativas. Ainda para a placa BA13A, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão longitudinal, resultou num p-valor igual a 0,002382, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à

flexão longitudinal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são diferentes, ou seja, as diferenças entre essas médias são estatisticamente significativas.

Para a placa BA13H, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão transversal, resultou num p-valor igual a 0,008989, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão transversal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são diferentes, ou seja, as diferenças entre essas médias são estatisticamente significativas. Ainda para a placa BA13H, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão longitudinal, resultou num p-valor igual a 0,08621, valor esse superior ao nível de significância considerado, o que significa que não se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão longitudinal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são iguais, ou seja, as diferenças entre essas médias não são estatisticamente significativas.

Para a placa BA15A, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão transversal, resultou num p-valor igual a 0,3772, valor esse superior ao nível de significância considerado, o que significa que não se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão transversal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são iguais, ou seja, as diferenças entre essas médias não são estatisticamente significativas. Ainda para a placa BA15A, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão longitudinal, resultou num p-valor igual a 0,001055, valor esse inferior ao nível de significância considerado, o que significa que se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão longitudinal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são diferentes, ou seja, as diferenças entre essas médias são estatisticamente significativas.

Para a placa BA15H, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão transversal, resultou num p-valor igual a 0,1062, valor esse superior ao nível de significância considerado, o que significa que não se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão transversal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são iguais, ou seja, as diferenças entre essas médias não são estatisticamente significativas. Ainda para a placa BA15H, o teste de hipóteses realizado para a média de resistência à flexão longitudinal, resultou num p-valor igual a 0,07143, valor esse superior ao nível de significância considerado, o que significa que se rejeita H_0 . Então, conclui-se que as médias da resistência à flexão longitudinal das placas, antes e depois da aplicação da mudança, são iguais, ou seja, as diferenças entre essas médias não são estatisticamente significativas.

Os testes realizados confirmam que a média da resistência à flexão das placas, antes e depois da aplicação da mudança, para alguns tipos de placas, são efetivamente diferentes. Perante os resultados dos testes, é necessário perceber se a resistência à flexão das placas se mantém dentro dos valores estipulados pela norma de qualidade, pela qual as placas de gesso Gyptec se encontram certificadas.

4.4.3.4. Confirmação dos requisitos da norma EN 250

As placas de gesso Gyptec são reconhecidas com a marca [N] AENOR de Produto, que é uma marca de conformidade aplicada por uma entidade reconhecida, que declara que o produto satisfaz os requisitos ou especificações técnicas estabelecidas pela norma EN 520. Os valores referentes aos ensaios da resistência à flexão, para que as placas estejam em conformidade com a norma, têm de cumprir os mínimos de carga de rotura exigidos. Esses mínimos, exigidos pela norma EN 250, estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Mínimos exigidos pela norma EN250

Tipo de Placa		Placa A		Placa B	
Espessura (mm)		12,5	15	12,5	15
Rotura à Flexão (N)	Transversal	210	250	210	250
	Longitudinal	550	650	550	650

Através da análise realizada anteriormente aos ensaios de resistência à flexão das placas, consegue-se afirmar que todas as placas analisadas cumprem com os mínimos de carga de rotura exigidos pela norma. Ainda assim, é necessário obter a confirmação de que os próximos ensaios de resistência à flexão irão cumprir com os requisitos da norma.

Essa confirmação é obtida através da inferência estatística, que é um ramo da estatística cujo objetivo é fazer afirmações a partir de um conjunto de valores representativo (amostra) sobre uma população, assumindo que a população é muito maior do que o conjunto de dados observados (amostra). A inferência estatística é baseada na distribuição do estimador, sendo o estimador uma variável aleatória, que depende da amostra. Seja qual for a distribuição da população, normal ou não, se a dimensão da amostra for elevada, ou seja, se tiver mais do que 30 observações, então o estimador segue uma distribuição aproximadamente normal, segundo o Teorema do Limite Central. A média do estimador é igual ao parâmetro da população que se pretende estimar, sendo que o valor do parâmetro estimado se torna mais preciso, quanto maior for a dimensão da amostra. Um estimador por intervalo é uma regra para determinar um intervalo que, com certo grau de confiança, contém o parâmetro da população que se pretende estimar. O grau de confiança é dado por $1 - \alpha$, onde α é o complementar do grau de confiança, ou seja, é o nível de significância (Martins, 2006)

De forma a obter a confirmação de que os próximos ensaios de resistência à flexão irão cumprir com os requisitos da norma, utilizou-se um estimador por intervalo, que determina, com um determinado grau de confiança, o intervalo de valores em que o resultado da média da resistência à flexão, dos próximos ensaios, estará inserida. Como a variância da amostra é conhecida e a dimensão da amostra é elevada, o intervalo para a média da população, com o grau de confiança de $100 \times (1 - \alpha)\%$, é dado pela Equação 13 (Martins, 2006):

$$[\text{mínimo}; \text{máximo}] = \left[\bar{X} - z_{1-\alpha/2} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right); \bar{X} + z_{1-\alpha/2} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \right] \quad \text{Equação 13}$$

Onde, \bar{X} representa a média da amostra; $z_{1-\alpha/2}$ representa o valor crítico de z ; σ representa o desvio padrão da amostra; e n representa o número de observações.

O valor $z_{1-\alpha/2}$, é um valor crítico pois é um valor de z com a característica de separar a área igual a $\alpha/2$ na cauda direita da distribuição normal standard (Figura 62), ou seja, é o valor da variável normal tal que a probabilidade de estar acima desse valor é igual a $\alpha/2$.

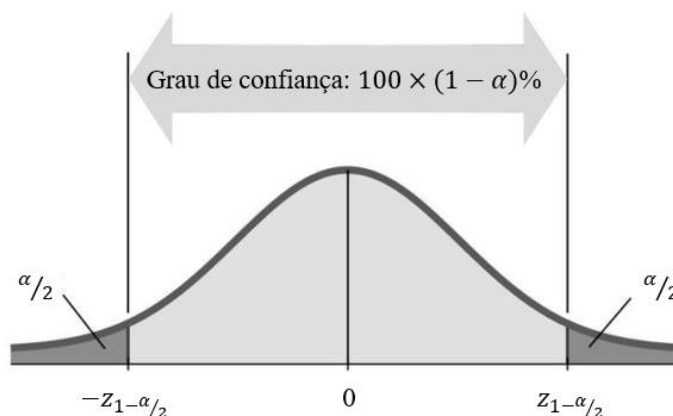


Figura 62 – Curva de distribuição normal com valores críticos de Z

Assim, procedeu-se ao cálculo dos intervalos, com um grau de confiança de 99%, das médias da resistência à flexão transversal e longitudinal, para os quatro tipos de placa em estudo. Como o grau de confiança é de 99%, significa que $\alpha = 0,01$ e que $\alpha/2 = 0,005$, o que resulta num $z_{1-\alpha/2} = z_{0,995} = 2,575$, valor este consultado na Tabela z de distribuição normal.

- **Ensaio de resistência à flexão transversal das placas**

Para a placa BA13A, o número de ensaios de resistência à flexão transversal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 141 ensaios ($n = 141$), sendo a média desses ensaios de 231,09 N ($\bar{X} = 231,09$) e o desvio padrão de 15,37 N ($\sigma = 15,37$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão transversal, estará inserida, é igual a:

$$\left[231,09 - 2,575 \left(\frac{15,37}{\sqrt{141}} \right); 231,09 + 2,575 \left(\frac{15,37}{\sqrt{141}} \right) \right] = [227,753; 234,417]$$

Para a placa BA13H, o número de ensaios de resistência à flexão transversal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 94 ensaios ($n = 94$), sendo a média desses ensaios de 242,14 N ($\bar{X} = 242,14$) e o desvio padrão de 21,43 N ($\sigma = 21,43$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão transversal, estará inserida, é igual a:

$$\left[242,14 - 2,575 \left(\frac{21,43}{\sqrt{94}} \right); 242,14 + 2,575 \left(\frac{21,43}{\sqrt{94}} \right) \right] = [236,448; 247,829]$$

Para a placa BA15A, o número de ensaios de resistência à flexão transversal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 53 ensaios ($n = 53$), sendo a média desses ensaios de 281,43 N ($\bar{X} = 281,43$) e o desvio padrão de 16,29 N ($\sigma = 16,29$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão transversal, estará inserida, é igual a:

$$\left[281,43 - 2,575 \left(\frac{16,29}{\sqrt{53}} \right); 281,43 + 2,575 \left(\frac{16,29}{\sqrt{53}} \right) \right] = [275,673; 287,195]$$

Para a placa BA15H, o número de ensaios de resistência à flexão transversal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 43 ensaios ($n = 43$), sendo a média desses ensaios de 298,91 N ($\bar{X} = 298,91$) e o desvio padrão de 28,15 N ($\sigma = 28,15$). Ao aplicar a Equação 13,

o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão transversal, estará inserida, é igual a:

$$\left[298,91 - 2,575 \left(\frac{28,15}{\sqrt{43}} \right); 298,91 + 2,575 \left(\frac{28,15}{\sqrt{43}} \right) \right] = [287,851; 309,963]$$

Ao analisar os intervalos de valores obtidos e comparando o valor mínimo dos mesmos com o valor mínimo aceitável de rotura à flexão transversal, definido pela norma para cada tipo de placa, conclui-se que o valor mínimo da média da resistência à flexão transversal estimado para os próximos ensaios é superior ao valor mínimo definido pela norma, para todos os tipos de placa em estudo. Isto é, todos os tipos de placa, nos próximos ensaios, irão cumprir com os requisitos da norma relativos à resistência à flexão transversal, com um grau de confiança de 99%.

- **Ensaio de resistência à flexão longitudinal das placas**

Para a placa BA13A, o número de ensaios de resistência à flexão longitudinal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 141 ensaios ($n = 141$), sendo a média desses ensaios de 640,91 N ($\bar{X} = 640,91$) e o desvio padrão de 24,09 N ($\sigma = 24,09$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão longitudinal, estará inserida, é igual a:

$$\left[640,91 - 2,575 \left(\frac{24,09}{\sqrt{141}} \right); 640,91 + 2,575 \left(\frac{24,09}{\sqrt{141}} \right) \right] = [635,684; 646,131]$$

Para a placa BA13H, o número de ensaios de resistência à flexão longitudinal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 94 ensaios ($n = 94$), sendo a média desses ensaios de 617,17 N ($\bar{X} = 617,17$) e o desvio padrão de 26,13 N ($\sigma = 26,13$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão longitudinal, estará inserida, é igual a:

$$\left[617,17 - 2,575 \left(\frac{26,13}{\sqrt{94}} \right); 617,17 + 2,575 \left(\frac{26,13}{\sqrt{94}} \right) \right] = [610,230; 624,111]$$

Para a placa BA15A, o número de ensaios de resistência à flexão longitudinal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 53 ensaios ($n = 53$), sendo a média desses ensaios de 756,30 N ($\bar{X} = 756,30$) e o desvio padrão de 29,01 N ($\sigma = 29,01$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão longitudinal, estará inserida, é igual a:

$$\left[756,30 - 2,575 \left(\frac{29,01}{\sqrt{53}} \right); 756,30 + 2,575 \left(\frac{29,01}{\sqrt{53}} \right) \right] = [746,042; 766,562]$$

Para a placa BA15H, o número de ensaios de resistência à flexão longitudinal realizados, depois da aplicação da mudança, é de 43 ensaios ($n = 43$), sendo a média desses ensaios de 744,98 N ($\bar{X} = 744,98$) e o desvio padrão de 32,79 N ($\sigma = 32,79$). Ao aplicar a Equação 13, o intervalo de valores onde a média, dos próximos ensaios de resistência à flexão longitudinal, estará inserida, é igual a:

$$\left[744,98 - 2,575 \left(\frac{32,79}{\sqrt{43}} \right); 744,98 + 2,575 \left(\frac{32,79}{\sqrt{43}} \right) \right] = [732,102; 757,851]$$

Ao analisar os intervalos de valores obtidos e comparando o valor mínimo dos mesmos com o valor mínimo aceitável de rotura à flexão longitudinal, definido pela norma para cada tipo de placa, conclui-se que o valor mínimo da média da resistência à flexão longitudinal estimado para os próximos ensaios é superior ao valor mínimo definido pela norma, para todos os tipos de placa em estudo. Isto é, todos os tipos de placa, nos próximos ensaios, irão cumprir com os requisitos da norma relativos à resistência à flexão longitudinal, com um grau de confiança de 99%.

4.5. Diminuição das Perdas de Energia no Secador

Como explicado na descrição do processo produtivo da Gyptec, apresentada na secção 3.2.2., as placas, após passarem na cortadora, são viradas de face para cima e agrupadas em grupos de quatro, numa zona de estágio prévia à entrada do secador, sendo distribuídos pelos oito níveis verticais do secador. O secador encontra-se dividido em cinco áreas distintas: o Selo Húmido, a Zona 1, a Interligação, a Zona 2 e o Selo Seco (Figura 63).

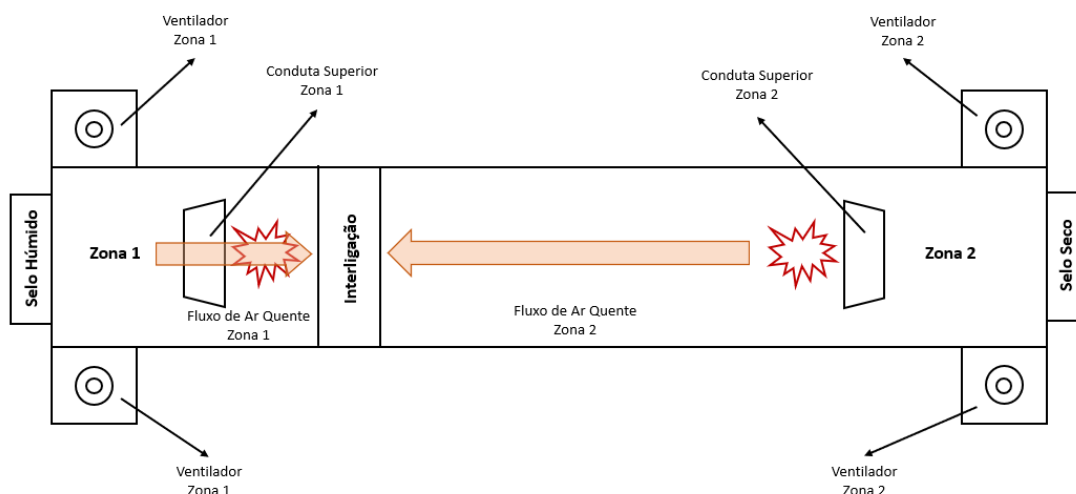


Figura 63 – Esquema da planta do secador

O Selo Húmido, é a primeira área onde as placas passam ao entrarem no secador. Esta área visa, principalmente, evitar a mistura do ar frio exterior com o ar quente interior ao secador, sendo servida por um ventilador que aspira o ar através do seu topo, de forma a recolher parte desse caudal do exterior e outra parte do interior, providenciando assim um equilíbrio das pressões e prevenindo a mistura dos dois no interior do secador. Nesta área ocorre também o primeiro contacto das placas com o fluxo de ar quente proveniente do interior do secador, funcionando em parte como um pré-aquecimento das mesmas.

Do Selo Húmido, as placas são conduzidas pelo movimento contínuo dos rolos até ao princípio da Zona 1. A Zona 1 é aquecida por um fluxo de ar proveniente do seu final, que se desloca em sentido contrário ao deslocamento das placas no secador. Desta forma, as placas vão sendo sujeitas a uma temperatura crescente ao longo do seu percurso, garantindo uma cadência de crescimento da temperatura ao longo da secagem. A corrente de ar que serve esta zona é aquecida numa área acima daquela onde circulam as placas, chamada de conduta superior, que é servida por um queimador a gás, para a queima que visa aquecer o ar que, entretanto, para aí é conduzido por dois ventiladores laterais que recolhem a maioria do ar que ocorre ao início da Zona 1, estando assim também este já pré-aquecido.

A Interligação é uma área de passagem das placas da Zona 1 para a Zona 2, onde se dá a entrada do ar aquecido, proveniente das condutas superiores das duas zonas, ou seja, é onde os dois fluxos de ar quente se encontram, sendo a zona mais quente do secador.

Após passagem pela Interligação, as placas entram na Zona 2, que tem uma configuração idêntica à Zona 1, com a diferença de o ar quente, proveniente da interligação, entrar no início da zona. Desta forma as placas ao longo do seu percurso nesta zona, são submetidas a uma temperatura decrescente, o que favorece a sua pré-estabilização, antes de estas serem de novo expostas à temperatura exterior. No final da Zona 2, existem dois ventiladores laterais que retiram o ar, ainda quente, dessa área e o voltam a introduzir na conduta superior da Zona 2, para que seja reaquecido. Para uma otimização do funcionamento do secador, é necessário que a pressão no final da Zona 1, seja ligeiramente superior à do início da Zona 2, evitando-se assim passagem do ar da Zona 2 (mais fria), para a Zona 1 (mais quente). O gradiente de pressão desejado é conseguido através de um balanceamento da rotação dos vários ventiladores que servem quer a Zona 1, quer a Zona 2.

À saída da Zona 2, as placas passam para o Selo Seco, que tem as mesmas funções e princípio de funcionamento que o já descrito anteriormente para o Selo Húmido. Desta forma, o Selo Seco serve, essencialmente para evitar a mistura de ar frio, exterior ao secador, com ar quente presente no seu interior, sugando parte do ar interior e parte do ar exterior.

Ao longo de todo o secador, as paredes laterais são constituídas por portas, que permitem o acesso ao interior do secador, de forma a facilitar o acesso ao mesmo, caso aconteça algum tipo de problema que o justifique. Apesar da constituição das portas do secador ser a mais adequada para o isolamento do mesmo, existem sempre perdas de energia através destas, que podem ser minimizadas.

A etapa de secagem das placas é responsável pela maior parte do consumo energético da Gyptec. Devido à crescente preocupação com a diminuição do consumo energético, tanto pela questão económica, como pela questão da sustentabilidade, é importante proceder a uma otimização energética do secador, de forma a diminuir as perdas de energia através das portas. Perante este cenário, procedeu-se à análise das perdas de calor das portas do secador tendo por base uma observação visual de imagens termográficas, de modo a identificar quais as portas com maiores perdas energéticas.

4.5.1. Análise Termográfica das Portas do Secador

Todos os objetos com temperatura superior a zero absoluto emitem radiação térmica, radiação que inclui comprimentos de onda classificados como infravermelho. A radiação varia consoante a capacidade de emissão e a temperatura a que está sujeito determinado corpo, sendo o aumento da radiação proporcional ao da temperatura (Mateus, 2013).

A termografia por infravermelho, é uma técnica de aquisição e análise de informações térmicas a partir de imagens obtidas à distância, ou seja, sem contacto físico. O objeto sob análise radia uma potência eletromagnética, na faixa de frequência do infravermelho, que se propaga pela atmosfera até ao termovisor. O termovisor, parte constituinte de uma câmara termográfica, é um termómetro que mede indiretamente a temperatura do objeto analisado. A potência ótica radiada pelo objeto, e recebida pelo detetor do termovisor, é medida. De seguida, é determinada a temperatura do objeto através de um algoritmo de cálculo, de forma a correlacionar a radiação recebida com a temperatura do objeto, construindo a imagem térmica (Muniz e Mendes, 2019). Uma câmara termográfica, após captação e conversão da

radiação infravermelha numa imagem térmica, permite, através de cores, conhecer com exatidão a temperatura superficial do objeto em análise (Mateus, 2013).

Como a temperatura medida através das câmaras termográficas, consiste na medição da radiação emitida pelo objeto em análise e nem toda a radiação recebida pela câmara vem do objeto, é necessário ter em consideração os fatores que influenciam o termograma para que a medição da temperatura seja o mais assertiva possível. A câmara termográfica capta as radiações emitidas não só pela superfície do objeto em análise, mas também pelo meio adjacente que reflete na superfície e pela própria atmosfera. A radiação difusa ou a difusão da luz solar na atmosfera proveniente de fontes de radiação intensa é de difícil contabilização, embora na maioria dos casos essa quantidade é tão reduzida que se pode considerar desprezável (Santos, 2014). Os parâmetros mais importantes que se deve ter em consideração, quando se utiliza uma câmara termográfica para medição de temperatura de um objeto, são: a emissividade, a refletividade e a distância entre a câmara e a superfície do objeto. A emissividade é a eficiência com que o objeto emite energia, o que quer dizer que quanto menor for a emissividade menor é a capacidade de o corpo emitir energia. A refletividade é a propriedade dos materiais de absorver e emitir radiações e também de refletir radiação de corpos vizinhos, influenciando as medições termográficas pela radiação vizinha. Finalmente, quanto à distância entre a câmara e o objeto, com o aumento da distância aumenta também a área da superfície a analisar perdendo-se assim o detalhe, ou seja, nas imagens capturadas pela câmara, quanto menor a superfície, mais pixels se tem de analisar sobre uma zona específica, logo existe maior detalhe com a proximidade (Marcelino, 2020).

Para a análise termográfica das portas do secador, procedeu-se, inicialmente, à aquisição de imagens com recurso a uma câmara termográfica. Foram captadas imagens de todas as portas existentes ao longo das paredes laterais do secador, com o cuidado de manter, sempre que possível, a distância entre as portas do secador e a câmara termográfica e de manter as propriedades de funcionamento do secador durante o período de captação das imagens, de maneira que o procedimento de captação fosse homogéneo. Tanto a emissividades como a refletividade do material, que constitui as portas do secador, não varia, pois o material é sempre o mesmo, não influenciando a leitura da temperatura pela câmara termográfica.

Posteriormente à aquisição das imagens, procedeu-se à realização de um esquema, onde são apresentados os valores das diferentes temperaturas, relativas a cada porta, lidas pela câmara termográfica (Figura 64). Como se pode observar no esquema, as portas do secador estão numeradas de acordo com a sua localização. As quatro portas identificadas com o número 1 estão localizadas na Interligação. As portas localizadas na Zona 1 estão numeradas do número 2 ao 9 e as portas localizadas na Zona 2 estão numeradas do número 2 ao 22, tanto de um lado do secador como do outro.

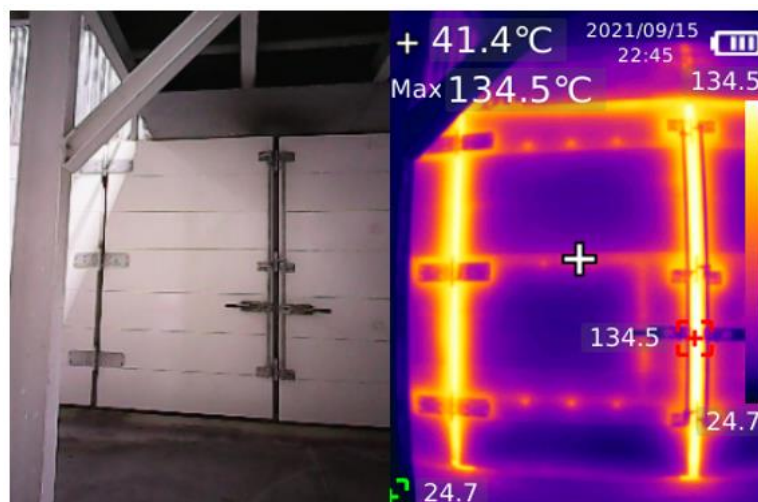


Figura 65 – Imagem termográfica da junção entre a porta 6 e a porta 5

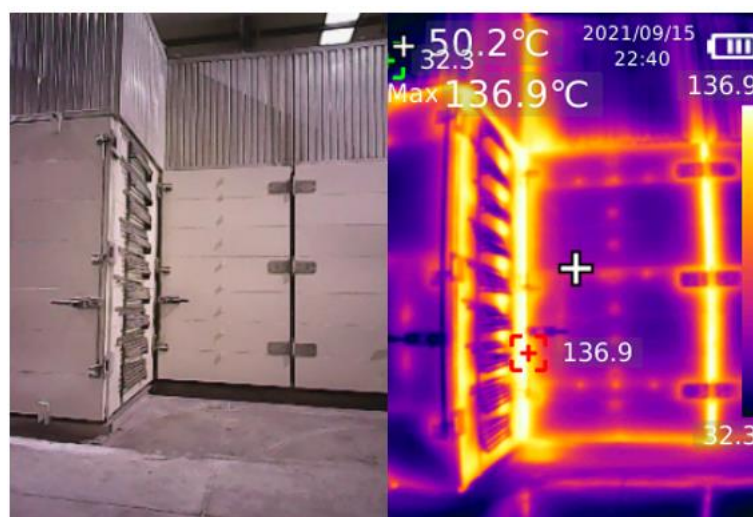


Figura 66 – Imagem termográfica da junção entre a porta 2 e a porta 1

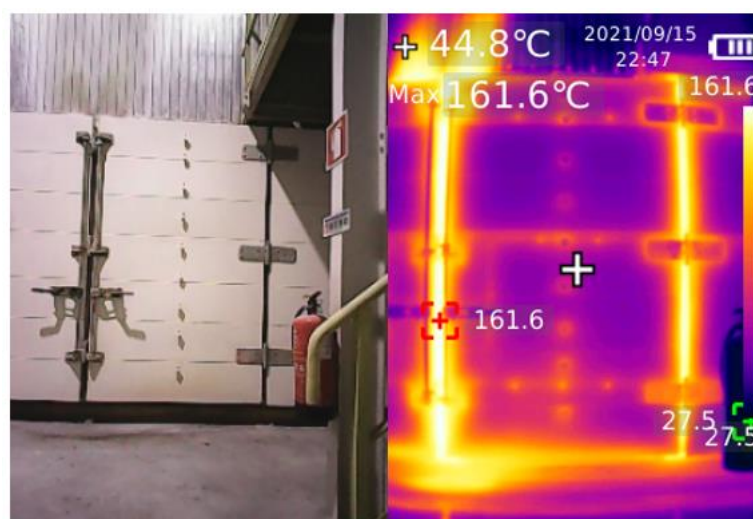


Figura 67 – Imagem termográfica da junção entre a porta 1 e a porta 2

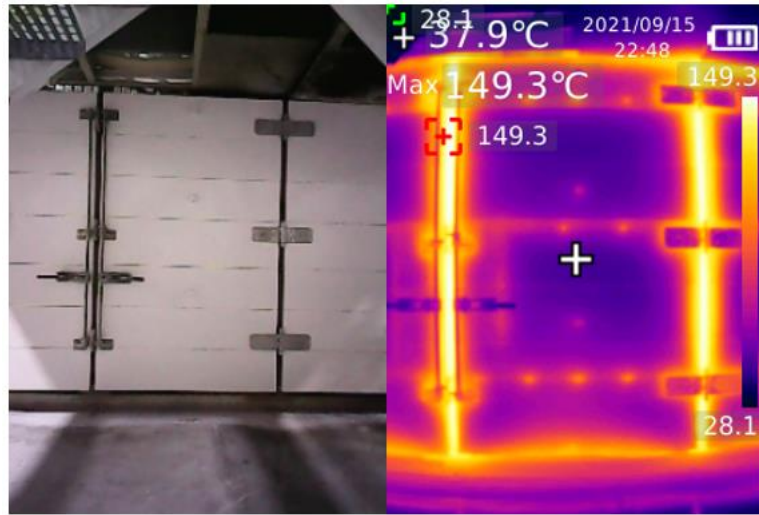


Figura 68 – Imagem termográfica da junção entre a porta 3 e a porta 4

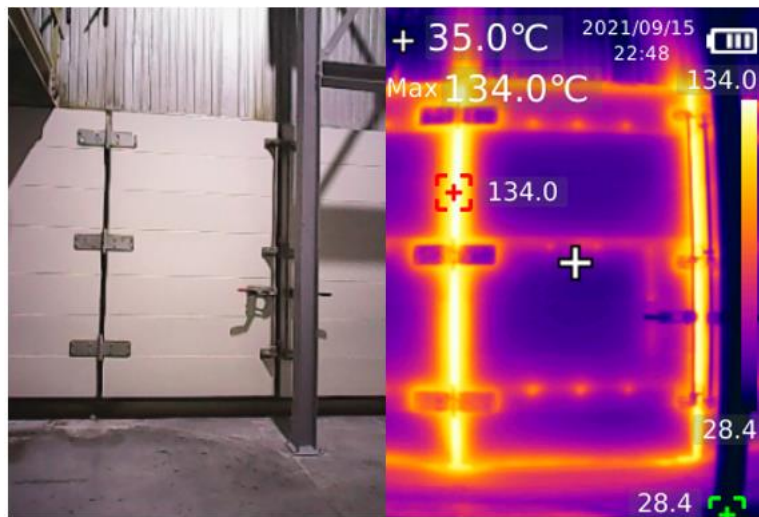


Figura 69 – Imagem termográfica da junção entre a porta 6 e a porta 7

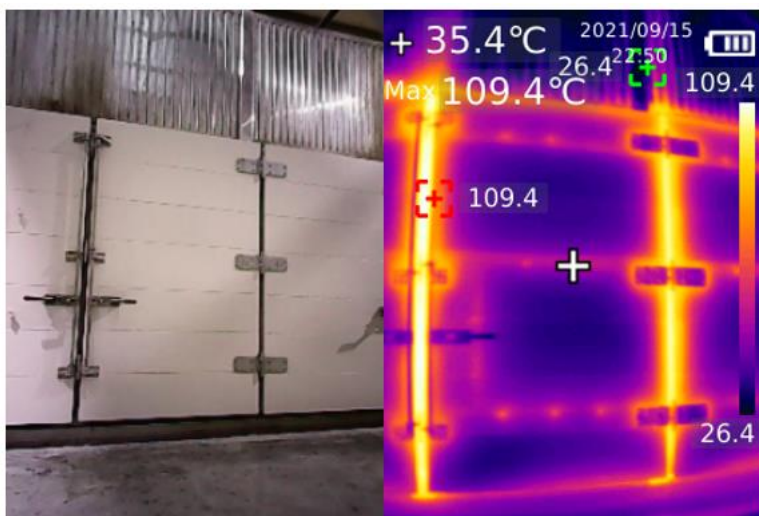


Figura 70 – Imagem termográfica da junção entre a porta 15 e a porta 16

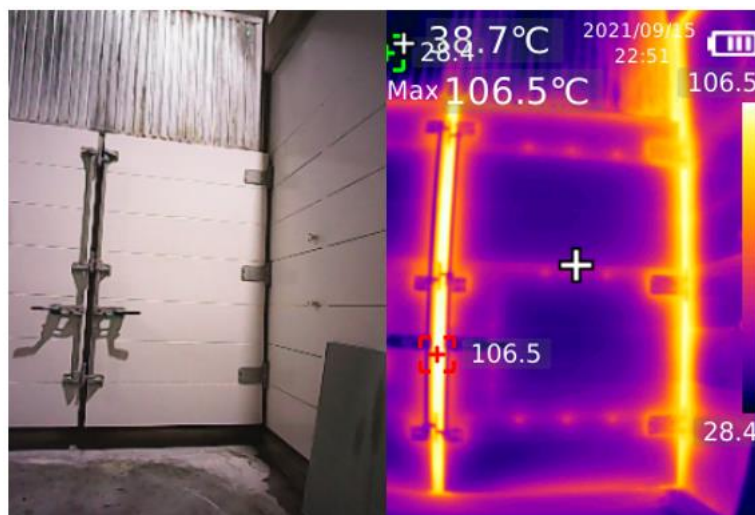


Figura 71 – Imagem termográfica da junção entre a porta 19 e a porta 20

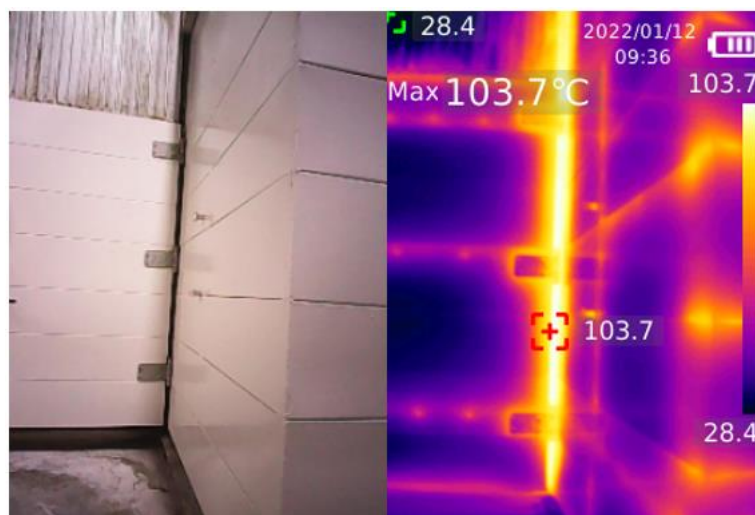


Figura 72 – Imagem termográfica da junção entre a porta 20 e a porta 21

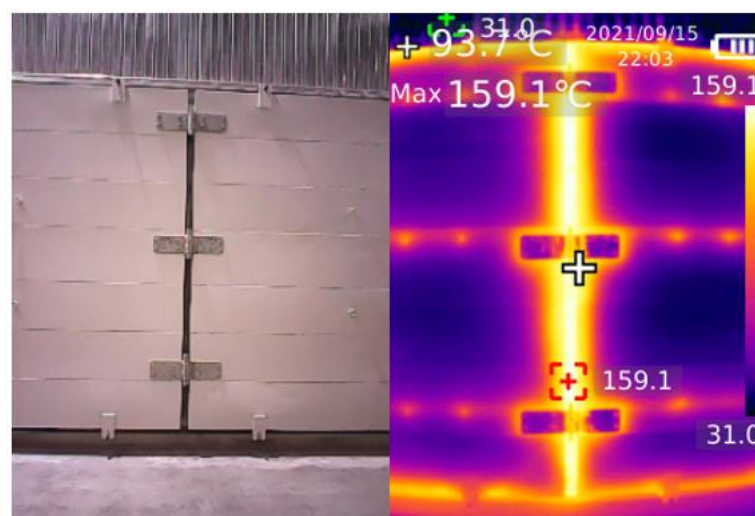


Figura 73 – Imagem termográfica da junção entre as portas da interligação

4.5.2. Solução encontrada para reduzir as perdas de energia das portas do secador

Após identificadas as portas do secador que apresentam maiores perdas energéticas, é necessário encontrar uma solução para reduzir essas perdas de energia.

A solução encontrada consiste na vedação das portas do secador que apresentam maiores perdas energéticas, através do sistema Quick-Change Dryer Door Seal, da Westmill Industries, apresentado na Figura 74, que consiste numa vedação de perfil “D” em aço inoxidável que se fixa facilmente a uma “placa de suporte” permanente que está soldada aos caixilhos das portas do secador. A vedação do canto em silicone proporciona uma vedação com menos fugas e um ajuste perfeito da vedação de porta inoxidável. Este sistema é aplicado em torno de toda a porta do secador.

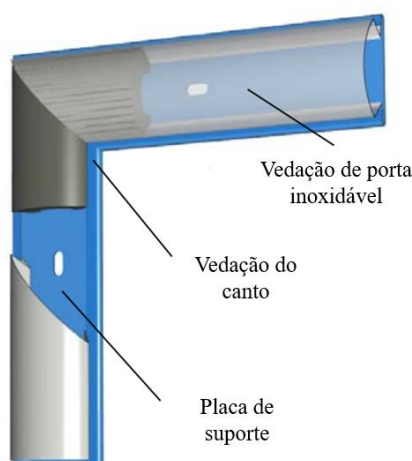


Figura 74 – Sistema Quick-Change Dryer Door Seal da Westmill Industries (Documentação técnica)

Esta solução, que consiste no sistema de vedação, foi apenas instalada em uma das portas identificadas, de forma a perceber se os resultados seriam os esperados e se seria uma boa solução a implementar para as restantes portas. Escolheu-se a porta 2, da Zona 1, que se encontra na parte superior do esquema, para realizar a experiência do sistema de vedação.

Após a instalação do sistema de vedação, voltou-se a captar uma imagem termográfica da porta 2, nas mesmas propriedades de funcionamento do secador, para que fosse possível fazer uma comparação, da imagem termográfica captada antes da aplicação da solução (Figura 66) e a imagem termográfica captada depois da aplicação da solução (Figura 75). Na comparação das duas imagens termográficas, verifica-se uma diminuição do valor da temperatura máxima registada e uma mudança do foco de energia, do lado esquerdo da porta para o lado direito, o que significa que o foco de energia anterior, do lado esquerdo da porta, apresenta agora uma temperatura inferior a 130,9 °C, inferior à registada anteriormente. A diminuição do valor da temperatura máxima registada, antes e depois da aplicação do sistema de vedação, é de 6 °C. A justificação de esta diferença não ser muito elevada pode-se dever ao facto de o sistema de vedação aplicado na porta 2, não ter sido aplicado na porta 3, que se encontra imediatamente ao lado da porta 2. Isto é, as fugas de energia registadas no lado direito da porta 2, responsáveis pelo registo da temperatura máxima de 130,9 °C, podem estar relacionadas com as fugas da porta 3, uma vez que o lado direito da porta 2 corresponde à junção entre a porta 2 e 3.

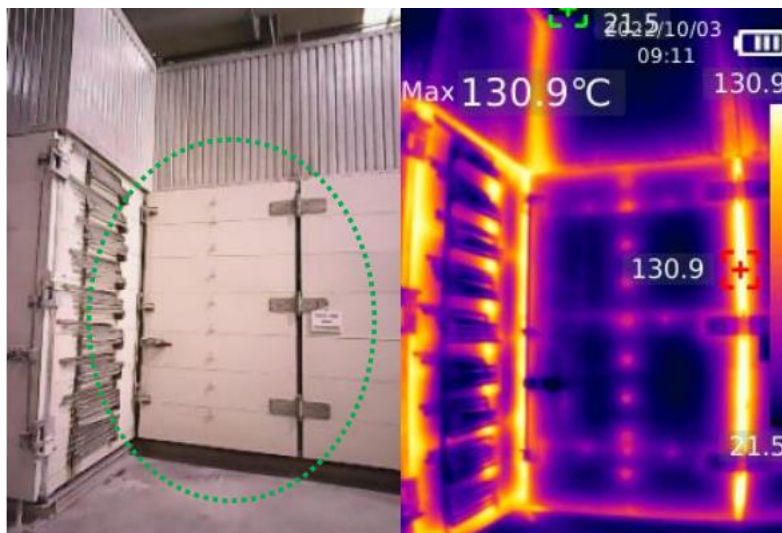


Figura 75 – Imagem termográfica da porta 2 depois da aplicação do sistema de vedação

Assim, de acordo com a experiência realizada, conclui-se que a solução encontrada permite diminuir as fugas de energia das portas do secador e aconselha-se a instalação do sistema de vedação nas restantes portas associadas às junções identificadas como as que apresentam mais fugas de energia.

5. CONCLUSÕES

No presente capítulo são salientadas as conclusões finais do estudo, bem como das ações de melhoria implementadas na Gyptec. São também fornecidas recomendações e propostas para trabalhos futuros, de forma que se possa dar continuidade ao projeto desenvolvido.

5.1. Conclusões Finais

O projeto decorreu conforme o estabelecido inicialmente, tendo-se atingido os objetivos definidos, devendo continuar-se com a procura de oportunidades para implementar melhorias.

Com as ações de melhoria implementadas, foi possível obter ganhos significativos, tanto a nível monetário, como das condições de trabalho. Este trabalho envolve a implementação de cinco ações de melhoria: melhoria dos registos do SGI; implementação da metodologia 5S; melhoria da gestão da ETA; redução do custo da placa de gesso e diminuição das perdas de energia no secador.

Os procedimentos, constituintes do SGI da Gyptec, implicam a realização de vários registos, de forma que toda a informação seja documentada e guardada, sem que haja repetição ou dissipação da mesma. Alguns dos modelos dos registos do SGI, não correspondem ao que deve ser um registo simples, direto, intuitivo e fácil de preencher, sendo necessário realizar algumas melhorias nos mesmos. Depois de implementadas as devidas mudanças aos modelos, os registos passaram a constituir análises quantitativas mais elaboradas, em vez de apenas análises qualitativas, passaram a requerer um preenchimento menos repetitivo e a ter a informação mais organizada.

Anteriormente à implementação da metodologia 5S, tanto a zona de trabalho da ETA, como a zona de produção de placas compostas, como as zonas de passagem encontravam-se com alguns materiais não necessários, dificultando o reabastecimento dos consumíveis e dos diversos materiais ali armazenados, assim como dificultava o bom funcionamento da produção de placas compostas. Verificou-se, também, uma grande dispersão e desorganização dos materiais armazenados por todo o armazém, resultado da falta de determinação de zonas específicas para cada material. Depois de implementada a metodologia 5S, o armazém da ETA passou a ter marcação e identificação de zonas para todos os materiais nele armazenados e tornou-se num armazém limpo e organizado. Assim, com a implementação da metodologia 5S, conclui-se que o processo de fazer o inventário semanal dos materiais armazenados melhorou uma vez que, com todos os materiais identificados e nas zonas corretas, a tarefa de controlo de stock é facilitada. Conclui-se, ainda, que a produção de placas compostas foi melhorada, uma vez que, com os materiais necessários à produção das mesmas corretamente identificados e armazenados, a produção é facilitada.

No âmbito da melhoria da gestão da ETA, desenvolveu-se um programa de registo de operações e de entrada e saída de consumíveis, que permite obter um histórico dos registos de todas as operações realizadas na ETA e de todos os consumíveis utilizados. Através desse histórico de registos, para além de ser uma ferramenta para a gestão de stocks, permite perceber os custos associados ao funcionamento da ETA num determinado período de tempo.

Deste modo, com o desenvolvimento deste programa de registos, conclui-se que toda a gestão do ciclo de vida da ETA e, conseqüentemente, a gestão de custos a este associado, foi melhorada. Ainda no âmbito da melhoria da gestão da ETA, realizou-se um estudo ao CCV da ETA, onde foram apurados todos os custos a este associados, desde os CA, CO, CM e CFV, de forma a obter o valor do CCV da ETA, num período de 15 anos. Com este estudo, foi possível analisar e perceber o peso que as várias categorias de custo têm no CCV, permitindo atuar sobre as categorias com custos mais elevados, de forma a minimizá-los ao máximo. Foi, também, possível concluir que o projeto da ETA, permite que a Gyptec poupe cerca de 232 784,29 € por ano, o que indica que o projeto é viável, tanto a nível financeiro, como ambiental e ético.

A pedido da gestão de topo, efetuou-se uma redução de custos na produção de algumas placas, diminuindo a quantidade de gesso utilizada na receita das mesmas. Essa redução, implica uma redução da quantidade de energia necessária para a produção das placas e, conseqüentemente, reduz os custos associados à produção destas. Após a redução da quantidade de gesso utilizada na receita, procedeu-se à análise estatística da gramagem e da resistência à flexão das placas, que sofreram alteração, de forma a perceber o impacto da alteração na qualidade das placas. Como esperado, os testes realizados relativamente à gramagem das placas, confirmam que a média, antes e depois da aplicação da mudança, é efetivamente diferente. Relativamente à resistência à flexão das placas, os testes confirmam que a média, antes e depois da aplicação da mudança, é efetivamente diferente, para alguns tipos de placa. Perante este último resultado, procedeu-se à verificação do cumprimento dos valores estipulados pela norma de qualidade, associados à resistência à flexão das placas. Com a verificação realizada, conclui-se que todos os tipos de placa, nos próximos ensaios de resistência à flexão, tanto longitudinal como transversal, irão cumprir os requisitos da norma, com um grau de confiança de 99%. Perante esta ação de melhoria, conclui-se que a implementação da mudança é compensadora e reduz significativamente os custos de produção, permitindo à Gyptec poupar cerca de 118 253,61 € por ano.

Devido à crescente preocupação com a diminuição do consumo energético, tanto pela questão económica, como pela questão da sustentabilidade, procedeu-se à otimização energética do secador da Gyptec, de forma a diminuir as perdas de energia através das portas do mesmo. Captaram-se imagens termográficas de modo a identificar quais as portas com maiores perdas energéticas para atuar sobre as mesmas. Realizou-se uma experiência, onde se aplicou um sistema de vedação, com o objetivo de diminuir as perdas de energia através dos bordos das portas. De acordo com a experiência realizada, conclui-se que a solução encontrada permite diminuir as fugas de energia das portas do secador e aconselha-se a instalação do sistema de vedação nas restantes portas identificadas com as que apresentam mais fugas de energia.

Por fim, entende-se que o trabalho desenvolvido contribuiu para colocar a Gyptec mais perto de trabalhar segundo a filosofia *Lean*, ainda que haja um longo caminho a percorrer.

5.2. Trabalho futuro

Relativamente à implementação da metodologia 5S no armazém da ETA, propõe-se a inclusão de quadros para a colocação de informações (gestão visual), sendo que as informações devem incluir dados relativos às não conformidades, à produtividade do trabalho

realizado no armazém e deve incluir, também, uma lista de tarefas a desenvolver, pelos colaboradores, aquando da realização das tarefas no armazém. Estas informações podem influenciar a procura de melhoria por parte dos colaboradores, incentivando-os a fazer melhor. Ainda no âmbito da metodologia 5S, esta deve ser aplicada aos restantes armazéns e zonas de trabalho, que constituem toda a fábrica.

Quanto à melhoria da gestão da ETA, persiste a sensação de necessidade de realizar uma comparação, ao longo do tempo, entre os custos efetivos do ciclo de vida da ETA e os custos previstos no cálculo do CCV, de forma a identificar e minimizar os desperdícios com os custos patentes no CCV, através da sinalização de áreas onde não exista acréscimo de valor ao ativo, intervindo assim com o objetivo de melhoria contínua, no que se refere à otimização de custos. Será ainda necessário, através da análise pormenorizada de todos os custos associados ao ciclo de vida da ETA, elaborar e aplicar estratégias *Kaizen*, com vista à minimização desses mesmos custos.

Em relação, à redução das perdas de energia nas portas do secador, propõe-se que o sistema de vedação mencionado seja aplicado a todas as portas identificadas como as que apresentam mais fugas de energia, para que o objetivo de redução das perdas de energia nas portas do secador seja cumprido.

De forma a garantir o sucesso das melhorias efetuadas, deverá existir um acompanhamento das mesmas, e caso seja necessário, realizarem-se os devidos ajustes. Após a identificação de quaisquer problemas que venham a surgir, estes devem ser alvo de ações de melhoria. Deverá continuar-se com a filosofia de melhoria contínua, de forma a permitir o desenvolvimento e crescimento da Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Aomar, R. A. (2011) ‘Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement’, *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 5(12), pp. 2014–2019. Available at: <http://waset.org/publications/930>.
- Almeida, A. L. (2015) *Metodologia Lean Manufacturing no Processo Produtivo de Capas para Assentos de Automóvel*. Universidade de Aveiro. Available at: <http://hdl.handle.net/10773/15287>.
- Arya, A. K. and Choudhary, S. (2015) ‘Assessing the Application of Kaizen Principles in Indian Small-scale Industry’, *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(4), pp. 369–396. doi: 10.1108/IJLSS-11-2014-0033.
- Barbosa, A. de S. *et al.* (2022) ‘Integrated Management Systems: their organizational impacts’, *Total Quality Management and Business Excellence*, 33(7–8), pp. 794–817. doi: 10.1080/14783363.2021.1893685.
- Barros, M. (2018) *Avaliação do desempenho Lean : Modelos e aplicação*. Técnico de Lisboa. Available at: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1970719973967698/78200_dissertacao_mestrado_final.pdf.
- Blank, S. (2013) *Why the Lean Start-Up Changes Everything*, *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2013/05/why-the-lean-start-up-changes-everything> (Accessed: 18 March 2022).
- Bowen, D. E. and Youngdahl, W. E. (1998) ‘“Lean” Service : In Defense of a Production-Line Approach’, *International Journal of Service Industry Management*, 9(3), pp. 207–225. doi: 10.1108/09564239810223510.
- Buell, R. S. and Turnipseed, S. P. (2003) ‘Application of Lean Six Sigma in Oilfield Operations’, in *Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. Denver: Society of Petroleum Engineers (SPE), pp. 3343–3351. doi: 10.2523/84434-ms.
- Coelho, R. W. S. (2015) *Aplicação do Conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Available at: <http://hdl.handle.net/10400.21/5533>.
- Costa, A. (2013) *Aplicação do pensamento Lean ao processo de desenvolvimento de produtos*. Universidade da Beira Interior. Available at: <http://hdl.handle.net/10400.6/2461>.
- Costa, S. de S. (2017) *Avaliação e gestão do risco na perspetiva da norma ISO 9001 : 2015*. Universidade do Minho. Available at: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49850>.
- CTCP (2012) ‘Guia do Empresário N15 - Gestão da Qualidade, Ambiente, SST’. Available at: <https://www.ctcp.pt/detalhe-publicacao/guia-do-empresario-n15-gestao-da-qualidade-ambiente-sst/207.html>.
- Davids, M. (1994) ‘Environmental Strategies - Lean and Green’, *Journal of Business Strategy*, 15(2), pp. 18–20. doi: 10.1108/eb039621.
- Destá, A. *et al.* (2014) ‘Analysis of Kaizen Implementation in Northern Ethiopia’s Manufacturing Industries’, *International Journal of Business and Commerce*, 3(8), pp. 39–57. Available at: <https://scholar.dominican.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1096&context=all-faculty>.

- Dionísio, J. M. M. (2020) *Modelo de Gestão Económica do Ciclo de Vida de um Ativo*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Available at: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/12480>.
- Duarte, R. P. (2018) *Definição de um Sistema de Gestão de Ativos: um Caso de Estudo na Rede de Distribuição de Gás Natural*. Universidade do Porto. Available at: <https://hdl.handle.net/10216/114418>.
- Falkowski, P. and Kitowski, P. (2013) 'The 5S Methodology as a Tool for Improving the Organization of Production', *PhD Interdisciplinary Journal*, 4(1), pp. 127–133. Available at: http://sdpg.pg.gda.pl/pij/files/2013/10/03_2013_18-falkowski.pdf.
- Farinha, L. (2015) *Lean Manufacturing – Uma História de Sucesso em Portugal*. Instituto Politécnico de Tomar. Available at: [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18514/1/Lean Manufacturing - Uma história de Sucesso em Portugal.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18514/1/Lean_Manufacturing_-_Uma_historia_de_Sucesso_em_Portugal.pdf).
- Florida, R. (1996) 'Lean and Green: The Move to Environmentally Conscious Manufacturing', *California Management Review*, 39(1), pp. 80–105. doi: 10.2307/41165877.
- Fynes, B. and Ennis, S. (1994) 'From Lean Production to Lean Logistics: The Case of Microsoft Ireland', *European Management Journal*, 12(3), pp. 322–331. doi: 10.1016/0263-2373(94)90067-1.
- Gil-Vilda, F., Yagüe-Fabra, J. A. and Sunyer, A. (2021) 'From Lean Production to Lean 4.0: A Systematic Literature Review with a Historical Perspective', *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(21), p. 20. doi: 10.3390/app112110318.
- Gomes, M. A. F. (2019) *Impacto da Filosofia Kaizen no Sistema de Controlo Interno das Empresas*. Instituto Politécnico de Lisboa. Available at: <http://hdl.handle.net/10400.21/10866>.
- Hastings, N. A. J. (2015) *Physical Asset Management*. 1ª Edição. London: Springer. doi: 10.1007/978-1-84882-751-6.
- Helper, S. (1996) 'Lean Thinking', *Sloan Management Review*, 38(1), pp. 114–116. Available at: <https://www.proquest.com/docview/224969013/fulltextPDF/B3644088BB254C86PQ/1?accountid=39703>.
- Hogg, T. M. (1993) 'Lean Manufacturing', *Human Systems Management*, 12(1), pp. 35–40. doi: 10.3233/HSM-1993-12106.
- IBM (2013) 'The Evolution of Asset Management - Finding the Right Best Practice is Not All Theory', *Evolution*, p. 23. Available at: <https://paperzz.com/download/7190061>.
- IMA and BSI (2008) 'PAS 55-1:2008 Asset Management', *Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering and Toxicology*, 32(4), p. 24. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10934529709376585>.
- Imai, M. (1986) *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. 1ª Edição. United States: McGraw-Hill.
- Imai, M. (1997) *Gemba Kaizen - A Commonsense Low-Cost Approach to Management*. 1ª Edição. New York: McGraw-Hill.
- Imai, M. (2012) *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. 2ª Edição. United States: McGraw-Hill Education.
- Ismael, A. R. C. (2015) *Gestão de Empresas por Metodologias Kaizen-Lean: Estudo de Caso - Iberol*. Técnico de Lisboa. Available at: [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1126295043833980/Dissertacao de Mestrado - Ana Ismael_70588.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1126295043833980/Dissertacao_de_Mestrado_-_Ana_Ismael_70588.pdf).

- ISO (2014) *ISO 55000:2014 - Asset Management - Overview, principles and terminology*.
- Karlsson, C. and Åhlström, P. (1996) 'The Difficult Path to Lean Product Development', *Journal of Product Innovation Management*, 13(4), pp. 283–295. doi: 10.1016/S0737-6782(96)00033-1.
- Korytkowski, P., Wisniewski, T. and Rymaszewski, S. (2013) 'Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - A case study', *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 46(9), pp. 1554–1559. doi: 10.3182/20130619-3-RU-3018.00285.
- Krafick, J. F. (1988) 'Triumph of the Lean Production System', *Sloan Management Review*, 30(1), pp. 41–52. Available at: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5373958/mod_resource/content/4/krafcik_TEXTO_INTEGRAL.pdf.
- Kraus, J. L. and Grosskopf, J. (2008) 'Auditing integrated management systems: Considerations and practice tips', *Environmental Quality Management*, 18(2), pp. 7–16. doi: 10.1002/tqem.20202.
- Langdon, D. (2007) *Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction*. Available at: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/5054/attachments/1/translations/en/renditions/native>.
- Larman, C. and Vodde, B. (2009) 'Lean Primer', *Readings*, (c), p. 46. Available at: https://www.leanprimer.com/downloads/lean_primer.pdf.
- Manea, D. (2013) 'Lean Production – Concept and Benefits', *Review of General Management*, 17(1), pp. 164–171. Available at: http://www.managementgeneral.ro/pdf/1_2013_14.pdf.
- Marcelino, C. S. G. (2020) *A envolvente exterior de edifícios através da termografia - Caracterização construtiva e identificação de patologias*. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Available at: <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/7083>.
- Margalho, L. M. S. M. (2021) *Apontamentos da Unidade Curricular de Análise de Dados e Estudos de Mercado*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Marksberry, P., Vu, D. and Hordusky, B. (2011) 'A Quantitative Investigation of Toyota's Approach in Teaching Standardised Work', *International Journal of Productivity and Quality Management*, 7(2), pp. 148–167. doi: 10.1504/IJPM.2011.038682.
- Martins, M. E. G. (2006) *Introdução à Inferência Estatística*. Universidade de Lisboa.
- Mateus, F. J. D. (2013) *Termografia em diagnóstico de revestimentos em azulejo*. Universidade de Aveiro. Available at: <http://hdl.handle.net/10773/11642>.
- Matos, J. P. S. (2016) *Custo do ciclo de vida como ferramenta para a gestão de ativos físicos - Aplicação ao aquartelamento da Amadora da Academia Militar*. Técnico de Lisboa. Available at: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/17751>.
- Mayr, A. et al. (2018) 'Lean 4.0 - A Conceptual Conjunction of Lean Management and Industry 4.0', in Wang, L. (ed.) *51st CIRP Conference on Manufacturing Systems*. Estocolmo: Elsevier Science B.V., pp. 622–628. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.292.
- Mourato, J. F. S. de A. (2019) *Aplicação da Filosofia Lean no Serviço de Manutenção de uma Empresa de Transportes Públicos*. Universidade Nova de Lisboa. Available at: <https://run.unl.pt/handle/10362/76568>.
- Muniz, P. R. and Mendes, M. A. (2019) *Termografia Infravermelha Aplicada à Manutenção Elétrica - Dos Fundamentos ao Diagnóstico*. Edited by Edifes. Vitória.

- Nunhes, T. V., Bernardo, M. and Oliveira, O. J. (2019) ‘Guiding principles of integrated management systems: Towards unifying a starting point for researchers and practitioners’, *Journal of Cleaner Production*, 210, pp. 977–993. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.066.
- Nunhes, T. V. and Oliveira, O. J. (2020) ‘Analysis of Integrated Management Systems research: identifying core themes and trends for future studies’, *Total Quality Management and Business Excellence*, 31(11–12), pp. 1243–1265. doi: 10.1080/14783363.2018.1471981.
- O’Brien, W. J. (1996) ‘Lean Production, Lean Construction - New Paradigm Goes With the Flow’, *Journal of Management in Engineering*, 12(2), pp. 3–4. doi: 10.1061/(ASCE)0742-597X(1996)12:2(3).
- Ó hUallacháin, B. and Wasserman, D. (1999) ‘Vertical integration in a lean supply chain: Brazilian automobile component parts’, *Economic Geography*, 75(1), pp. 21–42. doi: 10.1111/j.1944-8287.1999.tb00072.x.
- Pais, E. *et al.* (2020) ‘Optimizing the life cycle of physical assets – A review’, *WSEAS Transactions on Systems and Control*, 15, pp. 417–430. doi: 10.37394/23203.2020.15.42.
- Pais, E., Farinha, J. T. and Raposo, H. (2019) ‘ISO 55001 – Gestão de Activos’, in *15º Congresso Nacional de Manutenção*. Braga, p. 7. Available at: https://www.researchgate.net/publication/339363909_ISO_55001_-_Gestao_de_Activos.
- Pereira, J. *et al.* (2021) ‘Análise dos Ativos Físicos de uma Indústria Alimentar’, *Revista de Manutenção*, 148(Parte 1), pp. 4–8.
- Pinto, J. P. (2014) *Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras*. 6ª Edição. Edited by Lidel. Lisboa: Realbase - Sistemas Informáticos.
- Portioli-Staudacher, A. (2008) ‘Lean Healthcare. An Experience in Italy’, *IFIP International Federation for Information Processing*, 257, pp. 485–492. doi: 10.1007/978-0-387-77249-3_50.
- Productivity Press Development Team (2005) *The Lean Office: Collected Practices and Cases*. 1ª Edição. New York: Taylor & Francis Inc.
- Raposo, H. *et al.* (2017) ‘Análise de Investimento versus Análise do Ciclo de Vida no Contexto das ISO 55000 com ênfase na Gestão de Manutenção’, in *14º Congresso de Manutenção*. Maia, pp. 1–23.
- Raposo, H. *et al.* (2021) ‘An Integrated Model for Dimensioning the Reserve Fleet based on the Maintenance Policy’, *WSEAS Transactions on Systems and Control*, 16, pp. 43–65. doi: 10.37394/23203.2021.16.3.
- Raposo, H. and Farinha, J. T. (2020) *Modelos Económicos para Análise do Ciclo de Vida de Ativos Físicos Hospitalares, Tecnohospital*. Coimbra.
- Ribeiro, J. L. G. S. (2008) ‘Um modelo de análise da qualidade das águas estuarinas’, *Cadernos de Geografia*, pp. 239–253. doi: 10.14195/0871-1623_27_20.
- Rossini, M. *et al.* (2019) ‘Extending lean frontiers: a kaizen case study in an Italian MTO manufacturing company’, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104(5–8), pp. 1869–1888. doi: 10.1007/s00170-019-03990-x.
- Rothaermel, F. (2014) *Strategic Management*. 2ª Edição. Georgia: McGraw-Hill Education.
- Rovisco, J. M. L. (2017) *Lean Manufacturing - Análise Funcional de Implementação da Metodologia Lean numa Indústria Alimentar*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Available at: <http://hdl.handle.net/10400.26/18874>.
- Sá, C. M. A. (2017) *Sistema de Gestão da Qualidade (NP EN ISO 9001:2015): Um Ensaio Numa Empresa de Agregados e Betão Pronto*. Instituto Politécnico de Viseu. Available at:

https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/4428/1/Tese_Final_Inácio.pdf?fbclid=IwAR3TyQoFw2uz3ubypv6iO23-oamCwllD7lkOwacDLw7OGKniG4E1I0MqzB4.

Santos, M. da C. F. N. (2014) *Uso da termografia para caracterizar qualitativamente fachadas de edifícios*. Universidade de Coimbra. Available at: <http://hdl.handle.net/10316/38455>.

Shahidehpour, M. and Ferrero, R. (2005) 'Time Management - Chronological Strategies for Power System Asset Management', *IEEE power & energy magazine*, pp. 32–38. doi: 10.1109/MPAE.2005.1436498.

Silva, T. J. S. (2014) *Melhoria do Fluxo de Materiais com o Auxílio de Ferramentas Lean*. Universidade de Aveiro.

Soltaninejad, M., Fardhosseini, M. and Kim, Y. W. (2021) 'Safety climate and productivity improvement of construction workplaces through the 6S system: mixed-method analysis of 5S and safety integration', *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, pp. 1–11. doi: 10.1080/10803548.2021.1935624.

Sousa, N. (2018) *Visualização de dados e testes de hipóteses com R: uma breve abordagem prática*. Universidade Aberta.

Srinivasan, G. and Shah, N. (2018) 'Kaizen and Lean Implementation in Pharmaceutical Industries: A Review', *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(7), pp. 57–63. doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i7.24722.

Tasdemir, C. and Gazo, R. (2018) 'A Systematic Literature Review for Better Understanding of Lean Driven Sustainability', *Sustainability (Switzerland)*, 10(7), p. 54. doi: 10.3390/su10072544.

Tavares, C. L. (2019) *Sistemas Integrados de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança e Saúde no Trabalho (SIGQASST) – Contributo para a Sustentabilidade Empresarial*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Available at: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/10449/1/Dissertação.pdf>.

Tiwari, S., Dubey, R. and Tripathi, N. (2011) 'The Journey of Lean', *Indian Journal of Commerce & Management Studies*, 2(2), pp. 200–208. doi: 10.13140/RG.2.2.26800.97284.

Vaz, A. S. A. de P. S. (2016) *A Utilização do Kaizen em Áreas Operacionais e Administrativas de uma Empresa de Manutenção e Rent-a-cargo*. Universidade Nova de Lisboa. Available at: <http://hdl.handle.net/10362/19461>.

Vieira, A. (2014) *Implementação do Toyota Production System - Standard Work na secção de Soldadura*. Universidade de Coimbra. Available at: [https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/39062/1/Implementacao do Toyota Production System Standard Work na seccao de Soldadura.pdf](https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/39062/1/Implementacao%20do%20Toyota%20Production%20System%20Standard%20Work%20na%20seccao%20de%20Soldadura.pdf).

Womack, J. P. and Jones, D. T. (1994) *From Lean Production to the Lean Enterprise*, *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/1994/03/from-lean-production-to-the-lean-enterprise> (Accessed: 17 March 2022).

Womack, J. P. and Jones, D. T. (1996) 'Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation', *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), pp. 1148–1148. doi: 10.1038/sj.jors.2600967.

Womack, J. P., Jones, D. T. and Roos, D. (1990) *The Machine that Changed the World*. 1ª Edição. Edited by Rawson-Associates. New York: Macmillan Publishing Company.

Wynne, B. E. and Marovac, N. (1993) 'Lean Management, Group Support Systems, and Hypermedia: A Combination Whose Time Has Come', in *Proceedings of the Annual Hawaii*


International Conference on System Sciences. Wailea: Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 112–121. doi: 10.1109/HICSS.1993.284173.

Yile, L., XueHang, X. and Lei, Z. (2008) ‘Lean Maintenance Framework and its Application in Clutch Maintenance’, in *Proceedings of the International Conference on Information Management Proceedings of the International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*. Taipei: Acedemy of Armored force engineering, pp. 230–232. doi: 10.1109/ICIII.2008.84.

ANEXOS

ANEXO 1 – Modelo do Registo do Procedimento de Design e Desenvolvimento	125
ANEXO 2 – Planta do Armazém da ETA	127
ANEXO 3 – Procedimento <i>Red Tagging</i>	129
ANEXO 4 – Lista de Itens Red Tag	133
ANEXO 5 – Padrão de Cores na Marcação do Pavimento	135
ANEXO 6 – Plano de Limpeza do Armazém da ETA	137
ANEXO 7 – Folha de Verificação para Auditoria 5S	139
ANEXO 8 – Relatório de Auditoria 5S	141
ANEXO 9 – Código do Programa de Controlo de Operações e Consumíveis da ETA	143
ANEXO 10 – Artigos Publicados.....	159

ANEXO 1 – Modelo do Registo do Procedimento de Design e Desenvolvimento

	Relatório de Projeto	REG 01.11-001
---	----------------------	---------------

1. Planificação de Alterações

1.1. Identificação do Projeto

1.1.1. Título:

1.1.2. Área de Aplicação:

Área de Aplicação	
Armazém do Gesso	<input type="checkbox"/>
Calcinação	<input type="checkbox"/>
Mixer	<input type="checkbox"/>
Zona Húmida	<input type="checkbox"/>
Cortadora	<input type="checkbox"/>
Secador	<input type="checkbox"/>
Corte Final	<input type="checkbox"/>
Embaladora	<input type="checkbox"/>
Armazém	<input type="checkbox"/>
Laboratório	<input type="checkbox"/>
Outra:	<input type="checkbox"/>

1.1.3. Descrição:

Planificação de Alterações
Execução de Alterações
Avaliação de Alterações Efetuadas

1.2. Alocação de Meios

1.2.1. Meios Humanos:

Número de Colaboradores por hora por semana necessários à execução				
Horas por semana:	1h a 2h	2h a 5h	5h a 10h	mais de 10h
Operadores				
Quadros Intermédios				
Quadros Superiores				

1.2.2. Meios Financeiros:

Ações a Realizar			
Nº	Descrição	Orçamento Previsto (€)	Gastos Efetivos (€)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

1.2.3. Meios Materiais:

Materiais a Utilizar		
Nº	Descrição	Tempo de Uso (H)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

1.3. Avaliação de Impacte Ambiental

Para cada uma das ações previstas discriminar o impacto ambiental enquanto positivo ou negativo, classificar o mesmo numa escala de 1 a 5 em que um é insignificante e cinco muito impactante, e fazer uma pequena descrição das razões na base desta classificação.

Impacte Ambiental			
Nº	Impacte (Positivo/Negativo)	Classificação (1 a 5)	Razão para a Classificação
1			
2			
3			
4			
5			

2. Execução de Alterações/Avaliação de Resultados

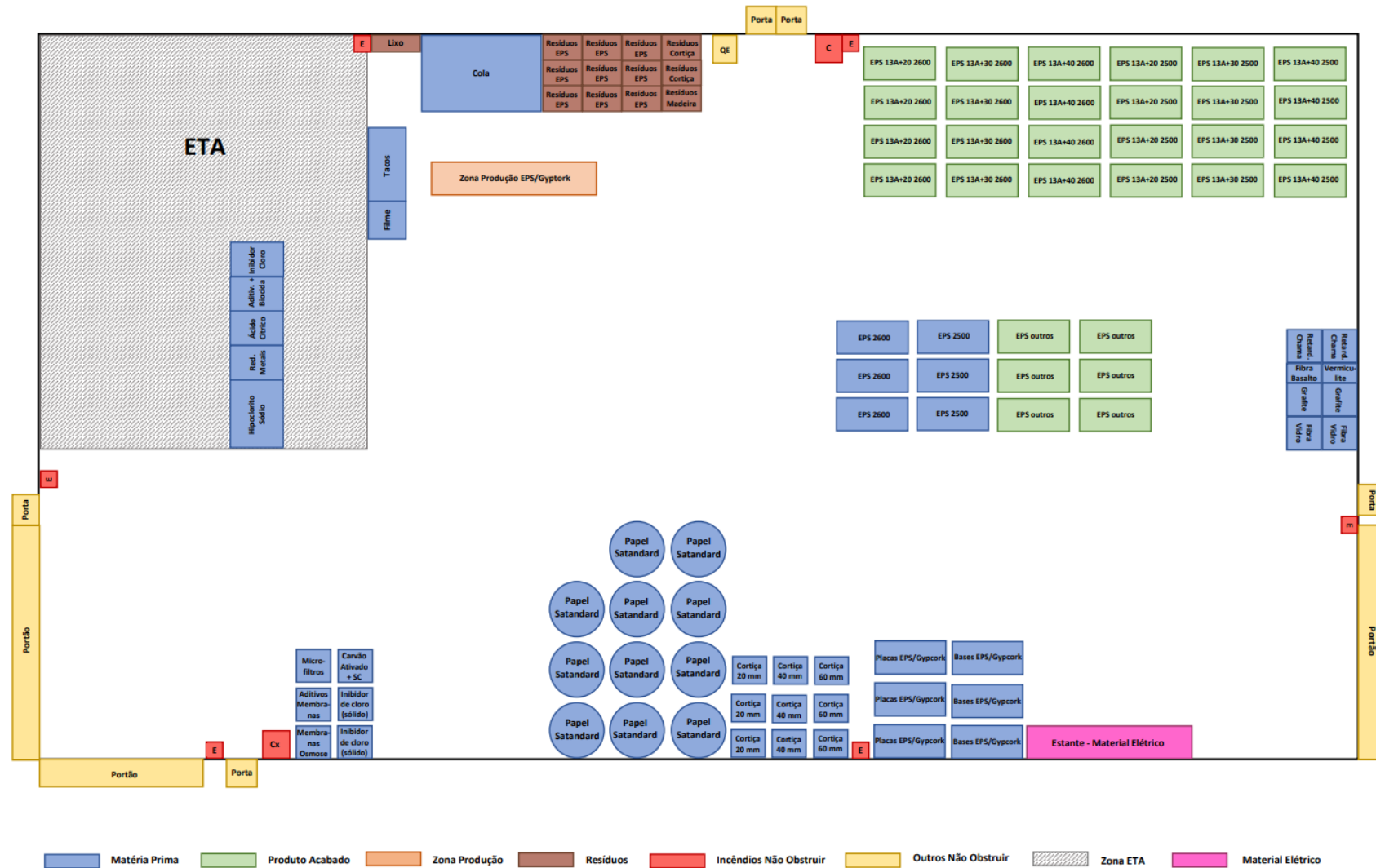
Cronograma				Avaliação de Ações	
Nº	Data de Início (Mês - Ano)	Data de Finalização (Mês - Ano)	Cumprimento do Prazo (Sim/Não)	Objetivos Propostos	Objetivos Atingidos (Sim/Não)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Observações:

3. Avaliação da Necessidade de Novos Projetos Complementares

A quando da conclusão do projeto, com toda a informação considerada relevante para a avaliação do mesmo, avaliar a pertinência da execução de novos projetos resultantes das conclusões da execução do projeto corrente.

ANEXO 2 – Planta do Armazém da ETA

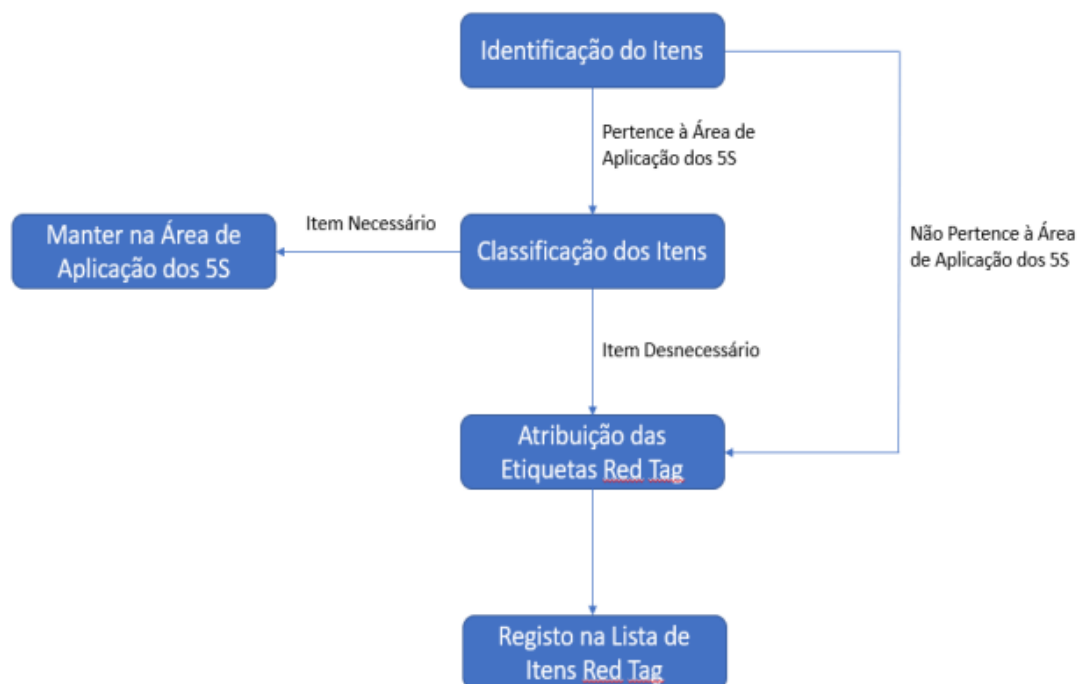


ANEXO 3 – Procedimento *Red Tagging*

IT 05.03-001

Red Tagging

1. Fluxograma



2. Descrição

O procedimento de *Red Tagging*, utilizado na primeira fase de implementação da metodologia 5S (*Seiri* – Organização), descrito nesta IT, é um documento que descreve o método utilizado para identificar itens potencialmente desnecessários na área de aplicação, avaliando a sua utilidade e o destino a atribuir.

2.1. Identificação dos Itens

A primeira etapa, que passa pela identificação dos itens, consiste na análise de todos os itens que se encontram na área de aplicação da metodologia 5S, identificando os que pertencem e os que não pertencem a essa área de aplicação. Caso os itens pertençam à área de aplicação, estes são mantidos na mesma e procede-se de acordo com a etapa 2.2 – Classificação dos Itens. Caso os itens não pertençam à área de aplicação, deve-se proceder de acordo com a etapa 2.3 – Atribuição da *Red Tag*.

Red Tagging

2.2. Classificação dos Itens

Decorrente da identificação efetuada na etapa anterior, procede-se de seguida à classificação dos itens, que pertencem à área de aplicação, classificando-os como necessários ou desnecessários. Esta classificação, deve ter em consideração se o item é ou não necessário para as tarefas diárias dos operadores, se o item é ou não adequado às tarefas exigidas, se a quantidade do item é a mais adequada ou não e se o local onde o item está armazenado é o mais apropriado. Caso os itens sejam considerados necessários, estes mantêm onde já se encontravam. Caso os itens sejam considerados desnecessários, deve-se proceder de acordo com a etapa 2.3 – Colocação da *Red Tag*.

2.3. Atribuição das Etiquetas *Red Tag*

Após identificação e classificação dos itens, procede-se à atribuição das etiquetas *Red Tag*, para os itens considerados desnecessários ou que não pertencem à área de aplicação dos 5S, de forma a sinalizá-los. As etiquetas *Red Tag* devem estar devidamente preenchidas.

2.4. Registo na Lista de Itens *Red Tag*


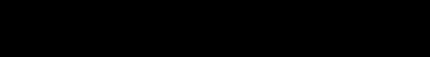

Depois de atribuídas as etiquetas *Red Tag*, procede-se ao registo dos itens sinalizados, no REG 05.03.001 – Lista de Itens *Red Tag*, para que a informação sobre os itens sinalizados se encontre disponível para aqueles que precisarem de a consultar.

Elaborado por: Inês Nunes Data: 08/02/2022	Aprovado por: RSGI Data: 09/02/2022
---	--

ANEXO 5 – Padrão de Cores na Marcação do Pavimento



Padrão de Cores da Marcação do Armazém da ETA

Cor	Descrição
	Zona de Matérias-Primas
	Zona de Produto Acabado
	Zona de Produção de Placas Compostas
	Zona de Resíduos
	Zona de segurança contra incêndio

ANEXO 6 – Plano de Limpeza do Armazém da ETA



Plano de Limpeza do Armazém da ETA

REG 05.03-002

Plano de Limpeza					
Área / Equipamentos a limpar	Tipo de Ação	Responsável	Frequência	Equipamento e Produtos de Limpeza	Equipamento de Segurança
Pavimento	Limpeza	Responsável de Limpeza	1x Semana	Auto Lavadora	-
Equipamentos	Limpeza	Colaboradores	Após utilização	Pano Húmido	Luvas de Látex
Zona de Produção de Placas Compostas	Troca de Papel	Colaboradores	Sempre que danificado	Folha de papel + Fita Cola	-
Zona de Armazenamento da Cola	Troca de Papel	Colaboradores	Sempre que danificado	Folha de papel + Fita Cola	-
Panos Usados	Limpeza	Colaboradores	Após utilização	Água	Luvas de Látex
Baldes do Lixo	Recolha do Lixo	Responsável de Limpeza	Sempre que cheio	-	-
Estante de Arrumação	Limpeza	Responsável de Limpeza	1x Semana	Pano Húmido	Luvas de Látex

ANEXO 7 – Folha de Verificação para Auditoria 5S



REG 05.03-002

Folha de Verificação de Auditoria 5S

Pontuação	0	1	2	3	4
	Mau	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito Bom

		Pontuação (0-4)	Observações
1 - Seiri - Organização	1.1 No espaço auditado, só existem documentos, materiais, ferramentas e equipamentos necessários para a continuidade de operações.		
	1.2 Os artigos desnecessários ou obsoletos, caso existam, são facilmente identificados.		
	1.3 São efetuadas reuniões, pela equipa de projeto, para discussão e atribuição dos destinos a dar aos artigos assinalados com Red Tag.		
	1.4 Existem normas/instruções para o processo de identificação Red Tag, e estão a ser seguidas pela equipa de projeto.		
	Subtotal	0	
2 - Seiton - Arrumação	2.1. Os documentos, materiais, ferramentas e equipamentos, e respetivos locais de armazenamento, encontram-se devidamente identificados.		
	2.2. Os materiais, ferramentas e equipamentos estão organizados de acordo com a sua frequência de uso.		
	2.3. Os materiais, ferramentas e equipamentos encontram-se dispostos nos locais que lhes são destinados.		
	2.4. O chão encontra-se marcado, delimitando assim as diversas áreas/zonas.		
	2.5. O fluxo está livre, sem bloqueio de passagem, sem dificuldade de movimentação de materiais e de funcionários na área?		
	2.6. Saídas de emergência e corredores estão disponíveis, assinalados e desobstruídos?		
	2.7. Existem, e estão a ser seguidas pela equipa de projeto, normas/instruções para a identificação dos materiais, equipamentos e respetivos locais de armazenamento.		
Subtotal	0		

3 - Seiso - Limpeza	3.1. Os materiais, ferramentas, equipamentos, e respetivos locais de armazenamento estão limpos e conservados.		
	3.2. O pavimento encontra-se devidamente limpo.		
	3.3. Recipientes, etiquetas e sinalização encontram-se devidamente limpos.		
	3.4. A recolha do lixo é efetuada regularmente.		
	3.5. Existe um plano de limpeza e é seguido pela equipa de projeto.		
Subtotal	0		
4 - Seiketsu - Normalização	4.1. Existe um quadro 5S, onde se encontram afixadas informações relativas à implementação da metodologia 5S.		
	4.2. Estão criadas as normas/instruções necessárias à manutenção de um local de trabalho limpo e organizado.		
	4.3. As normas/instruções encontram-se disponíveis para consulta da equipa de projeto.		
	4.4. Os colaboradores da equipa de projeto conhecem as suas responsabilidades.		
	4.5. Os elementos da gestão visual encontram-se documentados e normalizados.		
Subtotal	0		
5 - Shitsuke - Autodisciplina	5.1. Existe uma constante atualização do quadro 5S.		
	5.2. As auditorias 5S são realizadas frequentemente, pela equipa de auditoria.		
	5.3. Os colaboradores dão continuidade ao projeto de forma espontânea.		
	5.4. Existem reuniões periódicas, onde são apresentados os resultados das auditorias, é promovida a troca de ideias entre envolvidos e a manutenção das práticas 5S.		
	5.5. Todos os colaboradores receberam formação sobre a ferramenta 5S.		
Subtotal	0		
Total	0		


Classificação 0%
Ponto de Situação Abaixo do Objetivo

Abaixo do objetivo: < 80% da classificação

No objetivo: = 80% da classificação

Acima do objetivo: > 80% da classificação

ANEXO 8 – Relatório de Auditoria 5S

 Relatório da Auditoria 5S	REG 05.03-002
--	---------------

1 - Seiri - Organização	
2 - Seiton - Arrumação	
3 - Seiso - Limpeza	
4 - Seiketsu - Normalização	
5 - Shitsuke - Autodisciplina	

ANEXO 9 – Código do Programa de Controlo de Operações e Consumíveis da ETA

Formulário de Registos – Inicialização do Formulário

```

UserForm Initialize
Private Sub UserForm_Initialize()
'configurações dos botões do menu'
Call criar_menu
'configurações do layout do formulario'
Call configurar_layout

'colocar as opções de preenchimento no campo de registo das operações'
ult_linha = Sheets("Fontes").Range("B2").End(xlDown).Row
CaixaCombinacao_Operacao.RowSource = "Fontes!B3:B" & ult_linha

'colocar as opções de preenchimento no campo de registo dos consumiveis na entrada e saida de stock'
ult_linha1 = Sheets("Fontes").Range("D2").End(xlDown).Row
CaixaCombinacao6_consumivel.RowSource = "Fontes!D3:D" & ult_linha1
CaixaCombinacao7_consumivel.RowSource = "Fontes!D3:D" & ult_linha1

'colocar as opções de preenchimento no campo de registo dos consumiveis para cada operação'
ult_linha2 = Sheets("Fontes").Range("F2").End(xlDown).Row
CaixaCombinacao1_consumivel.RowSource = "Fontes!F3:F" & ult_linha1

ult_linha3 = Sheets("Fontes").Range("H2").End(xlDown).Row
CaixaCombinacao2_consumivel.RowSource = "Fontes!H3:H" & ult_linha1

ult_linha4 = Sheets("Fontes").Range("J2").End(xlDown).Row
CaixaCombinacao4_consumivel.RowSource = "Fontes!J3:J" & ult_linha1

ult_linha5 = Sheets("Fontes").Range("L2").End(xlDown).Row
CaixaCombinacao5_consumivel.RowSource = "Fontes!L3:L" & ult_linha1

End Sub

```

Formulário de Registos – Abertura do Calendário

```

Label_calendario Click
Private Sub Label_calendario_Click()
'abertura do calendário para o preenchimento da data'
TextBox_data.value = Form_Calendarario.data

End Sub

```

Formulário de Registos – Formatação do Campo de Preenchimento da Hora

```

TextBox_hora Change
'Formatação do campo de preenchimento da hora'
Private Sub TextBox_hora_Change()
Dim hora1 As String, hora2 As String, hora3 As String
Dim i As Integer, j As Integer, n As Integer

hora1 = TextBox_hora.Value
TextBox_hora.MaxLength = 5

i = Len(hora1)
For j = 1 To i
If IsNumeric(Mid(hora1, j, 1)) Then
hora2 = hora2 & Mid(hora1, j, 1)
End If
Next
i = Len(hora2)
For j = 1 To i
hora3 = hora3 & Mid(hora2, j, 1)
If j = 3 Then
n = Len(hora3) - 1
hora3 = Left(hora3, n) & ":" & Right(hora3, 1)
End If
Next
TextBox_hora.Value = hora3

End Sub

```

Formulário de Registos – Scroll das Opções de Preenchimento

CaixaCombinacao6_consumivel	Change
Private Sub CaixaCombinacao_Operacao_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação das operacoes Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao_Operacao) End Sub	
Private Sub CaixaCombinacao1_consumivel_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação dos consumiveis Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao1_consumivel) End Sub	
Private Sub CaixaCombinacao2_consumivel_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação dos consumiveis Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao2_consumivel) End Sub	
Private Sub CaixaCombinacao4_consumivel_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação dos consumiveis Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao4_consumivel) End Sub	
Private Sub CaixaCombinacao5_consumivel_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação dos consumiveis Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao5_consumivel) End Sub	
Private Sub CaixaCombinacao6_consumivel1_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação dos consumiveis Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao6_consumivel) End Sub	
Private Sub CaixaCombinacao7_consumivel_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, _ ByVal Y As Single) 'permite scroll mouse na caixa de combinação dos consumiveis Call SetComboBoxHook(CaixaCombinacao7_consumivel) End Sub	

Formulário de Registos – Colocação das Unidades de Medida para cada Tipo de Consumível na Entrada de Consumíveis

CaixaCombinacao6_consumivel	MouseMove
Private Sub CaixaCombinacao6_consumivel_Change() If CaixaCombinacao6_consumivel = "Hipoclorito de Sódio" Then Label6_unidades.Caption = "litros" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Ácido Cítrico" Then Label6_unidades.Caption = "litros" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Aditivo Alcalino" Then Label6_unidades.Caption = "litros" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Aditivo Ácido" Then Label6_unidades.Caption = "litros" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Filtros Milipor 100 µ" Then Label6_unidades.Caption = "unidades" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Filtros Milipor 150 µ" Then Label6_unidades.Caption = "unidades" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Microfiltros 1 µ" Then Label6_unidades.Caption = "unidades" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Microfiltros 5 µ" Then Label6_unidades.Caption = "unidades" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Redutor de Metais" Then Label6_unidades.Caption = "litros" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Inibidor de Cloro" Then Label6_unidades.Caption = "quilogramas" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Biocida" Then Label6_unidades.Caption = "litros" End If If CaixaCombinacao6_consumivel = "Membranas da Osmose" Then Label6_unidades.Caption = "unidades" End If End Sub	

Formulário de Registos – Colocação das Unidades de Medida para cada Tipo de Consumível na Saída de Consumíveis

CaixaCombinacao7_consumivel	Change
-----------------------------	--------

```

Private Sub CaixaCombinacao7_consumivel_Change()
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Hipoclorito de Sódio" Then
    Label7_unidades.Caption = "litros"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Ácido Cítrico" Then
    Label7_unidades.Caption = "litros"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Aditivo Alcalino" Then
    Label7_unidades.Caption = "litros"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Aditivo Ácido" Then
    Label7_unidades.Caption = "litros"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Filtros Milipor 100 µ" Then
    Label7_unidades.Caption = "unidades"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Filtros Milipor 150 µ" Then
    Label7_unidades.Caption = "unidades"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Microfiltros 1 µ" Then
    Label7_unidades.Caption = "unidades"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Microfiltros 5 µ" Then
    Label7_unidades.Caption = "unidades"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Redutor de Metais" Then
    Label7_unidades.Caption = "litros"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Inibidor de Cloro" Then
    Label7_unidades.Caption = "quilogramas"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Biocida" Then
    Label7_unidades.Caption = "litros"
End If
If CaixaCombinacao7_consumivel = "Membranas da Osmose" Then
    Label7_unidades.Caption = "unidades"
End If
End Sub

```

Formulário de Registos – Botão Inserir

Label_inserir	Click
---------------	-------

```

Private Sub Label_inserir_Click()
'PREENCHIMENTO DOS DADOS INSERIDOS NO FORMULÁRIO NAS LINHAS DA FOLHA DE EXCEL'
Folhal.Activate

linha = Range("B6").End(xlDown).Row + 1

Cells(linha, 3) = TextBox_data.Value
Cells(linha, 4) = TextBox_hora.Value
Cells(linha, 5) = CaixaCombinacao_Operacao.Value

'consumiveis utilizados'
consumivel1 = CaixaCombinacao1_consumivel.Value
If consumivel1 <> "" Then
    Cells(linha, 6) = CaixaCombinacao1_consumivel.Value
End If
quantidade1 = TextBox1_quantidade.Value
If quantidade1 <> "" Then
    Cells(linha, 7) = TextBox1_quantidade.Value
End If
consumivel2 = CaixaCombinacao2_consumivel.Value
If consumivel2 <> "" Then
    Cells(linha, 6) = CaixaCombinacao2_consumivel.Value
End If
quantidade2 = TextBox2_quantidade.Value
If quantidade2 <> "" Then
    Cells(linha, 7) = TextBox2_quantidade.Value
End If
consumivel4 = CaixaCombinacao4_consumivel.Value
If consumivel4 <> "" Then
    Cells(linha, 6) = CaixaCombinacao4_consumivel.Value
End If
quantidade4 = TextBox4_quantidade.Value
If quantidade4 <> "" Then
    Cells(linha, 7) = TextBox4_quantidade.Value
End If
consumivel5 = CaixaCombinacao5_consumivel.Value
If consumivel5 <> "" Then
    Cells(linha, 6) = CaixaCombinacao5_consumivel.Value
End If

```

```

End If
quantidade5 = TextBox5_quantidade.Value
If quantidade5 <> "" Then
Cells(linha, 7) = TextBox5_quantidade.Value
End If
consumivel6 = CaixaCombinacao6_consumivel.Value
If consumivel6 <> "" Then
Cells(linha, 6) = CaixaCombinacao6_consumivel.Value
End If
quantidade6 = TextBox6_quantidade.Value
If quantidade6 <> "" Then
Cells(linha, 7) = TextBox6_quantidade.Value
End If
consumivel7 = CaixaCombinacao7_consumivel.Value
If consumivel7 <> "" Then
Cells(linha, 6) = CaixaCombinacao7_consumivel.Value
End If
quantidade7 = TextBox7_quantidade.Value
If quantidade7 <> "" Then
Cells(linha, 7) = TextBox7_quantidade.Value
End If

'parametros a controlar'
pinufantes1 = TextBox1_PinUF_antes.Value
pinufantes3 = TextBox3_PinUF_antes.Value
pinufantes4 = TextBox4_PinUF_antes.Value
If pinufantes1 = "" And pinufantes3 = "" Then
Cells(linha, 8) = TextBox4_PinUF_antes.Value
End If
If pinufantes1 = "" And pinufantes4 = "" Then
Cells(linha, 8) = TextBox3_PinUF_antes.Value
End If
If pinufantes3 = "" And pinufantes4 = "" Then
Cells(linha, 8) = TextBox1_PinUF_antes.Value
End If
poutufantes1 = TextBox1_PoutUF_antes.Value
poutufantes3 = TextBox3_PoutUF_antes.Value
poutufantes4 = TextBox4_PoutUF_antes.Value

```

```

If poutufantes1 = "" And poutufantes3 = "" Then
Cells(linha, 9) = TextBox4_PoutUF_antes.Value
End If
If poutufantes1 = "" And poutufantes4 = "" Then
Cells(linha, 9) = TextBox3_PoutUF_antes.Value
End If
If poutufantes3 = "" And poutufantes4 = "" Then
Cells(linha, 9) = TextBox1_PoutUF_antes.Value
End If
caudalufantes1 = TextBox1_caudalUF_antes.Value
caudalufantes4 = TextBox4_caudalUF_antes.Value
If caudalufantes1 = "" Then
Cells(linha, 10) = TextBox4_caudalUF_antes.Value
End If
If caudalufantes4 = "" Then
Cells(linha, 10) = TextBox1_caudalUF_antes.Value
End If
pinufdepois1 = TextBox1_PinUF_depois.Value
pinufdepois3 = TextBox3_PinUF_depois.Value
pinufdepois4 = TextBox4_PinUF_depois.Value
If pinufdepois1 = "" And pinufdepois3 = "" Then
Cells(linha, 11) = TextBox4_PinUF_depois.Value
End If
If pinufdepois1 = "" And pinufdepois4 = "" Then
Cells(linha, 11) = TextBox3_PinUF_depois.Value
End If
If pinufdepois3 = "" And pinufdepois4 = "" Then
Cells(linha, 11) = TextBox1_PinUF_depois.Value
End If
poutufdepois1 = TextBox1_PoutUF_depois.Value
poutufdepois3 = TextBox3_PoutUF_depois.Value
poutufdepois4 = TextBox4_PoutUF_depois.Value
If poutufdepois1 = "" And poutufdepois3 = "" Then
Cells(linha, 12) = TextBox4_PoutUF_depois.Value
End If
If poutufdepois1 = "" And poutufdepois4 = "" Then
Cells(linha, 12) = TextBox3_PoutUF_depois.Value
End If

```

```

    If poutufdepois3 = "" And poutufdepois4 = "" Then
        Cells(linha, 12) = TextBox1_PoutUF_depois.Value
    End If
caudalufdepois1 = TextBox1_caudalUF_depois.Value
caudalufdepois4 = TextBox4_caudalUF_depois.Value
    If caudalufdepois1 = "" Then
        Cells(linha, 13) = TextBox4_caudalUF_depois.Value
    End If
    If caudalufdepois4 = "" Then
        Cells(linha, 13) = TextBox1_caudalUF_depois.Value
    End If
pinosmantes2 = TextBox2_PinOsm_antes.Value
pinosmantes5 = TextBox5_PinOsm_antes.Value
    If pinosmantes2 = "" Then
        Cells(linha, 14) = TextBox5_PinOsm_antes.Value
    End If
    If pinosmantes5 = "" Then
        Cells(linha, 14) = TextBox2_PinOsm_antes.Value
    End If
poutosmantes2 = TextBox2_PoutOsm_antes.Value
poutosmantes5 = TextBox5_PoutOsm_antes.Value
    If poutosmantes2 = "" Then
        Cells(linha, 15) = TextBox5_PoutOsm_antes.Value
    End If
    If poutosmantes5 = "" Then
        Cells(linha, 15) = TextBox2_PoutOsm_antes.Value
    End If
caudalosmantes2 = TextBox2_caudalOsm_antes.Value
caudalosmantes5 = TextBox5_caudalOsm_antes.Value
    If caudalosmantes2 = "" Then
        Cells(linha, 16) = TextBox5_caudalOsm_antes.Value
    End If
    If caudalosmantes5 = "" Then
        Cells(linha, 16) = TextBox2_caudalOsm_antes.Value
    End If
condutividadeantes2 = TextBox2_condutividade_antes.Value
condutividadeantes5 = TextBox5_condutividade_antes.Value
    If condutividadeantes2 = "" Then
        Cells(linha, 17) = TextBox5_condutividade_antes.Value
    End If
    If condutividadeantes5 = "" Then
        Cells(linha, 17) = TextBox2_condutividade_antes.Value
    End If
pinosmdepois2 = TextBox2_PinOsm_depois.Value
pinosmdepois5 = TextBox5_PinOsm_depois.Value
    If pinosmdepois2 = "" Then
        Cells(linha, 18) = TextBox5_PinOsm_depois.Value
    End If
    If pinosmdepois5 = "" Then
        Cells(linha, 18) = TextBox2_PinOsm_depois.Value
    End If
poutosmdepois2 = TextBox2_PoutOsm_depois.Value
poutosmdepois5 = TextBox5_PoutOsm_depois.Value
    If poutosmdepois2 = "" Then
        Cells(linha, 19) = TextBox5_PoutOsm_depois.Value
    End If
    If poutosmdepois5 = "" Then
        Cells(linha, 19) = TextBox2_PoutOsm_depois.Value
    End If
caudalosmdepois2 = TextBox2_caudalOsm_depois.Value
caudalosmdepois5 = TextBox5_caudalOsm_depois.Value
    If caudalosmdepois2 = "" Then
        Cells(linha, 20) = TextBox5_caudalOsm_depois.Value
    End If
    If caudalosmdepois5 = "" Then
        Cells(linha, 20) = TextBox2_caudalOsm_depois.Value
    End If
condutivadedepois2 = TextBox2_condutividade_depois.Value
condutivadedepois5 = TextBox5_condutividade_depois.Value
    If condutivadedepois2 = "" Then
        Cells(linha, 21) = TextBox5_condutividade_depois.Value
    End If
    If condutivadedepois5 = "" Then
        Cells(linha, 21) = TextBox2_condutividade_depois.Value
    End If

'FECHAR O FORMULÁRIO E AVISAR QUE OS DADOS FORAM BEM INSERIDOS'
operacao = CaixaCombinacao_Operacao.Value
Unload Registo_ETA
MsgBox ("Os registos associados à operação " & operacao & " foram inseridos com sucesso.")

End Sub

```

Formulário de Registos – Botão de Pesquisa

label_pesquisar	Click
-----------------	-------

```
Private Sub Label_pesquisar_Click()
'fechar o formulario principal e abrir o formulario de pesquisa
Unload Registo_ETA
Form_Pesquisa.Show
End Sub
```

Formulário de Registos – Botão Limpar

Label_limpar	Click
--------------	-------

```
Private Sub Label_limpar_Click()
'LIMPAR TODOS OS CAMPOS DE PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO'
TextBox_data.Value = ""
TextBox_hora.Value = ""
CaixaCombinacao_Operacao.Value = ""

CaixaCombinacao1_consumivel.Value = ""
TextBox1_quantidade.Value = ""
TextBox1_PinUF_antes.Value = ""
TextBox1_PoutUF_antes.Value = ""
TextBox1_caudalUF_antes.Value = ""
TextBox1_PinUF_depois.Value = ""
TextBox1_PoutUF_depois.Value = ""
TextBox1_caudalUF_depois.Value = ""

CaixaCombinacao2_consumivel.Value = ""
TextBox2_quantidade.Value = ""
TextBox2_PinOsm_antes.Value = ""
TextBox2_PoutOsm_antes.Value = ""
TextBox2_caudalOsm_antes.Value = ""
TextBox2_condutividade_antes.Value = ""
TextBox2_PinOsm_depois.Value = ""
TextBox2_PoutOsm_depois.Value = ""
TextBox2_caudalOsm_depois.Value = ""
TextBox2_condutividade_depois.Value = ""

TextBox3_PinUF_antes.Value = ""
TextBox3_PoutUF_antes.Value = ""
TextBox3_PinUF_depois.Value = ""
TextBox3_PoutUF_depois.Value = ""

CaixaCombinacao4_consumivel.Value = ""
TextBox4_quantidade.Value = ""
TextBox4_PinUF_antes.Value = ""
TextBox4_PoutUF_antes.Value = ""
TextBox4_caudalUF_antes.Value = ""
TextBox4_PinUF_depois.Value = ""
TextBox4_PoutUF_depois.Value = ""

TextBox4_caudalUF_depois.Value = ""

CaixaCombinacao5_consumivel.Value = ""
TextBox5_quantidade.Value = ""
TextBox5_PinOsm_antes.Value = ""
TextBox5_PoutOsm_antes.Value = ""
TextBox5_caudalOsm_antes.Value = ""
TextBox5_condutividade_antes.Value = ""
TextBox5_PinOsm_depois.Value = ""
TextBox5_PoutOsm_depois.Value = ""
TextBox5_caudalOsm_depois.Value = ""
TextBox5_condutividade_depois.Value = ""

CaixaCombinacao6_consumivel.Value = ""
TextBox6_quantidade.Value = ""

CaixaCombinacao7_consumivel.Value = ""
TextBox7_quantidade.Value = ""

End Sub
```

Formulário de Registos – Botão Fechar

Label_calendario	Click
------------------	-------

```
Private Sub Label_fechar_Click()
'BOTAO PARA FECHAR FORMULÁRIO'
Unload Registo_ETA
End Sub
```

Formulário de Registos – Formatação dos Campos de Preenchimento

TextBox1_PoutUF_antes	KeyPress
Private Sub TextBox1_quantidade_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_quantidade.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_quantidade.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_quantidade_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_quantidade.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_quantidade.Text) End Sub	
Private Sub TextBox4_quantidade_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox4_quantidade.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_quantidade.Text) End Sub	
Private Sub TextBox_data_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) If keyascii < 48 Or keyascii > 57 Then keyascii = 0 End Sub	
Private Sub TextBox5_quantidade_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox5_quantidade.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_quantidade.Text) End Sub	
Private Sub TextBox_hora_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) If keyascii < 48 Or keyascii > 57 Then keyascii = 0 End Sub	
Private Sub TextBox6_quantidade_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox6_quantidade.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox6_quantidade.Text) End Sub	
Private Sub TextBox7_quantidade_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox7_quantidade.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox7_quantidade.Text) End Sub	
Private Sub TextBox1_caudalUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_caudalUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_caudalUF_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox1_caudalUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_caudalUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_caudalUF_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox1_PinUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_PinUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_PinUF_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox1_PinUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_PinUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_PinUF_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox1_PoutUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_PoutUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_PoutUF_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox1_PoutUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox1_PoutUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox1_PoutUF_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_caudalOsm_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_caudalOsm_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_caudalOsm_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_caudalOsm_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_caudalOsm_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_caudalOsm_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_condutividade_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_condutividade_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_condutividade_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_condutividade_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_condutividade_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_condutividade_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_PinOsm_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_PinOsm_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_PinOsm_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_PinOsm_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_PinOsm_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_PinOsm_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_PoutOsm_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_PoutOsm_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_PoutOsm_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox2_PoutOsm_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox2_PoutOsm_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox2_PoutOsm_depois.Text) End Sub	
Private Sub TextBox3_PinUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox3_PinUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox3_PinUF_antes.Text) End Sub	
Private Sub TextBox3_PinUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger) TextBox3_PinUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox3_PinUF_depois.Text) End Sub	

```

Private Sub TextBox3_PoutUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox3_PoutUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox3_PoutUF_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox3_PoutUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox3_PoutUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox3_PoutUF_depois.Text)
End Sub
Private Sub TextBox4_caudalUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox4_caudalUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_caudalUF_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox4_caudalUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox4_caudalUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_caudalUF_depois.Text)
End Sub
Private Sub TextBox4_PinUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox4_PinUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_PinUF_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox4_PinUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox4_PinUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_PinUF_depois.Text)
End Sub
Private Sub TextBox4_PoutUF_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox4_PoutUF_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_PoutUF_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox4_PoutUF_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox4_PoutUF_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox4_PoutUF_depois.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_caudalOsm_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_caudalOsm_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_caudalOsm_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_caudalOsm_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_caudalOsm_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_caudalOsm_depois.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_condutividade_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_condutividade_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_condutividade_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_condutividade_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_condutividade_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_condutividade_depois.Text)
End Sub

```

```

Private Sub TextBox5_PinOsm_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_PinOsm_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_PinOsm_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_PinOsm_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_PinOsm_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_PinOsm_depois.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_PoutOsm_antes_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_PoutOsm_antes.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_PoutOsm_antes.Text)
End Sub
Private Sub TextBox5_PoutOsm_depois_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
TextBox5_PoutOsm_depois.Text = Formatar_Registos.virgula(keyascii, TextBox5_PoutOsm_depois.Text)
End Sub

```

Formulário de Pesquisa – Inicialização do Formulário

UserForm	Initialize
<pre> Private Sub UserForm_Initialize() 'configurações dos botoes do menu pesquisa Call criar_pesquisa_menu 'configurações do layout do formulario de pesquisa Call configurar_layout_pesquisa 'colocar as opções de preenchimento no campo de registo das operações' ult_linha = Sheets("Fontes").Range("B2").End(xlDown).Row CaixaCombinacao_Pesquisa_Operacao.RowSource = "Fontes!B3:B" & ult_linha 'colocar as opções de preenchimento no campo de registo dos consumiveis ult_linha1 = Sheets("Fontes").Range("D2").End(xlDown).Row CaixaCombinacao_Pesquisa_Consumiveis.RowSource = "Fontes!D3:D" & ult_linha1 End Sub </pre>	

Formulário de Pesquisa – Abertura do Calendário

Label_calendario_de	Click
<pre> 'abertura do calendário para a data final Private Sub Label_calendario_ate_Click() TextBox_data_final.Text = Form_Calendario.data End Sub 'abertura do calendário para a data inicial Private Sub Label_calendario_de_Click() TextBox_data_inicial.Text = Form_Calendario.data End Sub </pre>	

Formulário de Pesquisa – Botão Limpar

Label_pesquisa_limpar	Click
-----------------------	-------

```
Private Sub Label_pesquisa_limpar_Click()
'limpar os campos de preenchimento e a lista de registos
Me.ListBox_pesquisa.RowSource = ""
TextBox_data_inicial.value = ""
TextBox_data_final.value = ""
CaixaCombinacao_Pesquisa_Operacao.value = ""
CaixaCombinacao_Pesquisa_Consumiveis.value = ""

End Sub
```

Formulário de Pesquisa – Botão Voltar

Label_pesquisa_voltar	Click
-----------------------	-------

```
Private Sub Label_pesquisa_voltar_Click()
'fechar o formulario e abrir o formulario de registos
Unload Form_Pesquisa
Registo_ETA.Show
End Sub
```

Formulário de Pesquisa – Botão Todos os Registos

Label_total_registos	Click
----------------------	-------

```
Private Sub Label_total_registos_Click()
'apresentar lista de todos os registos até ao momento
ListBox_pesquisa.RowSource = todos_dados
Label_registos_encontrados.Caption = ListBox_pesquisa.ListCount - 1 & " registos foram encontrados"
ListBox_pesquisa.ColumnWidths = "30;50;45;130;80;50;40;40;40;40;40;40;50;40;60;40;50;40;60"
End Sub
```

Módulo 1 – Abrir Programa

(General)	Abrir_Registo
-----------	---------------

```
Sub Abrir_Registo()

Registo_ETA.Show

End Sub
```

Módulo 2 – Configurações Gerais do Programa

(General)	(Declarations)
-----------	----------------

```
Option Explicit

'configuração das cores do formulário'
Public Const COR_PRINCIPAL As Long = 16777215
Public Const COR_SECUNDARIA As Long = 16119285
Public Const COR_FONTE_PRINCIPAL = 0
Public Const COR_FONTE_SECUNDARIA = 6908265

'configuração dos botões do menu'
Public menu As clsMenu
Public col_menu As Collection

'configuração do formulário para o calendário'
Public calendario As clsCalendario
Public col_calendario As Collection
```

Módulo 3 – Formatar Campos de Registo do Programa

(General)	virgula
-----------	---------

```
Option Explicit

'bloqueio da escrita de letras ou caracteres especiais, permissão apenas da escrita de números e vírgulas'
Public Function virgula(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger, texto As String) As String

Select Case keyascii
Case 44, 8, 48 To 57
If keyascii = 44 Then If InStr(1, texto, ",", vbTextCompare) > 0 Then keyascii = 0
Case Else
keyascii = 0
End Select

virgula = texto

End Function
```

Módulo 4 – Inicialização do Formulário

```

(General) criar_pesquisa_menu
Option Explicit

Sub configurar_layout()
'configurar layout do formulário Registos_ETA
With Registo_ETA
    .BackColor = COR_PRINCIPAL
End With

With Registo_ETA.Frame_menu
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
    .SpecialEffect = fmSpecialEffectFlat
End With
End Sub

Sub configurar_layout_pesquisa()
'configurar layout do formulário Form_Pesquisa
With Form_Pesquisa
    .BackColor = COR_PRINCIPAL
End With

With Form_Pesquisa.Frame_filtros
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
    .SpecialEffect = fmSpecialEffectFlat
End With

With Form_Pesquisa.Frame_pesquisa_menu
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
    .SpecialEffect = fmSpecialEffectFlat
End With

With Form_Pesquisa.Label_de
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
End With

With Form_Pesquisa.Label_ate
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
End With

With Form_Pesquisa.Label_pesquisa_datas
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
End With

With Form_Pesquisa.Label_pesquisa_operacao
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
End With

With Form_Pesquisa.Label_pesquisa_consumivel
    .BackColor = COR_SECUNDARIA
End With

With Form_Pesquisa.Label_total_registos
    .BackColor = COR_PRINCIPAL
    .ForeColor = COR_FONTE_PRINCIPAL
    .SpecialEffect = fmSpecialEffectRaised
    .BorderColor = COR_FONTE_SECUNDARIA
    .TextAlign = fmTextAlignCenter
End With
End Sub

Sub criar_menu()
'configuração dos botões do menu
Dim i_botao As MSForms.Label
Set col_menu = New Collection

For Each i_botao In Registo_ETA.Frame_menu.Controls
    Set menu = New clsMenu
    Set menu.botoes_menu = i_botao

    menu.propriedades_padrao

    col_menu.Add menu
Next
End Sub

```

```

Sub criar_pesquisa_menu()
'configuração dos botões do menu de pesquisa
Dim i_botao_pesquisa As MSForms.Label
Set col_menu = New Collection

For Each i_botao_pesquisa In Form_Pesquisa.Frame_pesquisa_menu.Controls
Set menu = New clsMenu
Set menu.botoes_menu = i_botao_pesquisa

menu.propriedades_padrao

col_menu.Add menu
Next
End Sub

```

Módulo 5 – Filtros de Pesquisa

(General)	todos_dados
Option Explicit	
'aplicação dos filtros no formulário de pesquisa	
Function intervalo_dados() As String	
Dim base As Range 'intervalo de dados onde estão todos os registos	
Dim intervalo_criterios As Range 'intervalo onde estao os filtros na folha filtros	
Dim destino As Range 'intervalo onde vao aparecer os registos filtrados	
Set base = Folha1.Range("B6").CurrentRegion	
Set intervalo_criterios = Folha3.Range("A1:U2")	
Set destino = Folha3.Range("A4:T4")	
base.AdvancedFilter xlFilterCopy, intervalo_criterios, destino	
intervalo_dados = destino.CurrentRegion.Offset(1, 0).Address(, , , True)	
End Function	
'apresentação da lista completa de registos inseridos	
Function todos_dados() As String	
Dim base As Range 'intervalo de dados onde estão todos os registos	
Set base = Folha1.Range("B6").CurrentRegion	
todos_dados = base.CurrentRegion.Offset(1, 0).Address(, , , True)	
End Function	

Módulo 6 – Funcionamento do Calendário

(General)	atualizar
'Funcionamento do calendário	
Option Explicit	
Public WithEvents label_dia As MSForms.Label	
Public label_rotulo As MSForms.Label	
Public WithEvents label_proximo As MSForms.Label	
Public WithEvents label_anterior As MSForms.Label	
Public dia_calendario As Date	
Public calendario_filho As clsCalendario	
Public Property Set Form_Calendario(meu_form As MSForms.UserForm)	
Dim i_label As MSForms.Label	
Dim i_linha As Long, i_coluna As Long	
Dim largura As Single, altura As Single	
Dim espaco As Single	
espaco = 1	
largura = (meu_form.InsideWidth - espaco * 8) / 7	
altura = (meu_form.InsideHeight - espaco * 9) / 8	
Set col_calendario = New Collection	
meu_form.BackColor = 15130800	
col_calendario.Add Me	
Me.dia_calendario = Date	
'cria os dias do mês'	
For i_linha = 3 To 8	
For i_coluna = 1 To 7	
Set calendario_filho = New clsCalendario	
Set i_label = meu_form.Controls.Add("forms.label.1")	
i_label.Caption = 200	
Call formatar_label(i_label, largura, altura, i_linha, i_coluna, espaco)	
Set calendario_filho.label_dia = i_label	

```

        col_calendario.Add calendario_filho
    Next
Next
'cria os dias da semana'
For i_coluna = 1 To 7
    Set i_label = meu_form.Controls.Add("forms.label.1")
    i_label.Caption = WeekdayName(i_coluna, True)
    i_label.BackStyle = fmBackStyleTransparent
    i_label.BorderStyle = fmBorderStyleNone

    Call formatar_label(i_label, largura, altura, 2, i_coluna, espaco)
Next

'cria o rótulo do calendário'
Set label_rotulo = meu_form.Controls.Add("Forms.Label.1")

Call formatar_label(label_rotulo, largura * 5, altura, 1, 1, espaco)

With label_rotulo
    .BackStyle = fmBackStyleTransparent
    .BorderStyle = fmBorderStyleNone
    .Caption = Format(Date, "mmmm yyyy")
    .TextAlign = fmTextAlignLeft
End With

'cria o label que permite ir para o proximo mês'
Set label_proximo = meu_form.Controls.Add("forms.label.1")

Call formatar_label(label_proximo, largura, altura, 1, 7, espaco)

With label_proximo
    .Caption = ">"
    .BackStyle = fmBackStyleTransparent
End With

'cria o label que permite ir para o mês anterior'
Set label_anterior = meu_form.Controls.Add("forms.label.1")

Call formatar_label(label_anterior, largura, altura, 1, 6, espaco)

With label_anterior
    .Caption = "<"
    .BackStyle = fmBackStyleTransparent
End With

Call atualizar(Date)

End Property
'formatação
Sub formatar_label(meu_label As MSForms.Label, largura As Single, altura As Single, _
i_linha As Long, i_coluna As Long, espaco As Single)

    Dim menor_dimensao As Single
    If altura < largura Then
        menor_dimensao = altura
    Else
        menor_dimensao = largura
    End If

    With meu_label
        .BorderStyle = fmBorderStyleSingle
        .Width = largura
        .Height = altura
        .Left = i_coluna * espaco + largura * (i_coluna - 1)
        .Top = i_linha * espaco + altura * (i_linha - 1)
        .Font.Size = menor_dimensao * 0.6
        .TextAlign = fmTextAlignCenter
    End With

End Sub

'Atualização do calendário
Private Sub atualizar(data_referencia As Date)

    Dim i_calendario As clsCalendario
    Dim i_c As Long
    Dim primeiro_dia_mes As Date

```

```

Dim primeiro_dia_calendario As Date

primeiro_dia_mes = DateSerial(Year(data_referencia), Month(data_referencia), 1)
primeiro_dia_calendario = primeiro_dia_mes - (Weekday(primeiro_dia_mes) - 1)

For i_c = 2 To col_calendario.Count
    Set i_calendario = col_calendario.item(i_c)
    i_calendario.dia_calendario = primeiro_dia_calendario + i_c - 2
    i_calendario.label_dia.Caption = Day(primeiro_dia_calendario + i_c - 2)

    If Month(i_calendario.dia_calendario) <> Month(data_referencia) Then
        i_calendario.label_dia.ForeColor = 12632256
        i_calendario.label_dia.BackColor = 16777200
    Else
        i_calendario.label_dia.ForeColor = COR_FONTE_PRINCIPAL
        i_calendario.label_dia.BackColor = 16777200
    End If

    If i_calendario.dia_calendario = Date Then
        i_calendario.label_dia.BackColor = 11193702
    End If
Next

Set i_calendario = col_calendario.item(1)
i_calendario.dia_calendario = data_referencia

i_calendario.label_rotulo.Caption = Format(data_referencia, "mmmm yyyy")

End Sub

Private Sub label_anterior_Click()

Dim nova_data As Date

nova_data = DateAdd("m", -1, Me.dia_calendario)

Call atualizar(nova_data)

```

```

End Sub

Private Sub label_dia_Click()

Dim calendario_mae As clsCalendario

Set calendario_mae = col_calendario.item(1)

calendario_mae.dia_calendario = Me.dia_calendario

Unload Me.label_dia.Parent

End Sub

Private Sub label_proximo_Click()

Dim nova_data As Date

nova_data = DateAdd("m", 1, Me.dia_calendario)

Call atualizar(nova_data)

End Sub

```

Módulo 7 – Configuração dos Botões do Formulário

(General)	propriedades_padrao
<pre> Option Explicit 'mudança do aspeto dos botões quando o rato passa por cima dos mesmos Public WithEvents botoes_menu As MSForms.Label Public foco As Boolean Sub propriedades_padrao() With Me.botoes_menu .BackColor = COR_PRINCIPAL .ForeColor = COR_FONTE_PRINCIPAL .SpecialEffect = fmSpecialEffectRaised .BorderColor = COR_FONTE_SECUNDARIA .TextAlign = fmTextAlignCenter End With 'para que a macro nao esteja constantemente a funcionar Me.foco = False End Sub </pre>	

```
Sub propriedades_customizacao()  
    'mudar bordas dos botões'  
    With Me.botoes_menu  
        .BorderStyle = fmBorderStyleSingle  
        .SpecialEffect = fmSpecialEffectFlat  
        .BackColor = COR_SECUNDARIA  
    End With  
  
    'para que a macro nao esteja constantemente a funcionar'  
    Me.foco = True  
  
End Sub  
  
Private Sub botoes_menu_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal X As Single, ByVal Y As Single)  
  
    'mudar bordas dos botoes quando passar o rato por cima deles'  
    Dim i_menu As clsMenu  
  
    'para que a macro nao esteja constantemente a funcionar'  
    If Me.foco = True Then Exit Sub  
  
    For Each i_menu In col_menu  
        i_menu.propriedades_padrao  
    Next  
  
    Me.propriedades_customizacao  
  
End Sub
```


ANEXO 10 – Artigos Publicados

1º Congresso Nacional de Engenharia e Gestão de Ativos

Nuno Marques de Almeida
José Torres Farinha
Hugo Raposo
Daniel Gaspar
Edmundo Pais

Fundamentos e Perspetivas de Inovação na Gestão de Ativos

Coleção Ativos de Engenharia

pontēditora

ISBN 978-989-99820-6-2

Nuno Marques de Almeida
José Torres Farinha
Hugo Raposo
Daniel Gaspar
Edmundo Pais
Editores

Fundamentos e Perspetivas de Inovação na Gestão de Ativos

Coleção Ativos de Engenharia

1º Congresso Nacional de Engenharia e Gestão de Ativos

pontēditora

Editores:

Nuno Marques de Almeida
José Torres Farinha
Hugo Raposo
Daniel Gaspar
Edmundo Pais

Coordenação Editorial:

Nuno Marques de Almeida

Design:

Ponte Editora

Paginação:

Ponte Editora

ISBN:

ISBN 978-989-99820-6-2



ID 26

Implementação da filosofia Kaizen e análise do custo do ciclo de vida de um ativo físico na Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A.

Inês Nunes (Nunes, Inês)¹, Paulo Gomes², Ana Vieira³, Hugo Raposo⁴, José Torres Farinha⁵

1 ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; inunes050499@gmail.com

2 ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; paulojsqm@gmail.com

3 ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; avieira@isec.pt

4 ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, CEMMPRE – Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes, EIGES – Research Centre in Industrial Engineering, Management and Sustainability, Universidade Lusófona; hugo.raposo@isec.pt

5 ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, CEMMPRE – Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes; tfarinha@isec.pt

Resumo

Vivemos atualmente um período de alguma incerteza para as empresas, com uma escalada galopante dos custos energéticos e uma escassez ameaçadora de fornecimento de matérias-primas. Simultaneamente, a sociedade é assombrada por sinais económicos que parecem indicar períodos de menor fulgor, no que ao investimento diz respeito, nomeadamente com valores de inflação raramente vistos ao longo da última década e, por consequência, ao crescimento das taxas de juro, até aqui mantidas em valores residuais ou, até mesmo, negativos. Perante este cenário, as empresas terão, necessariamente, de se ajustar, procurando estratégias que lhes permitam ser mais eficientes na utilização dos seus recursos, nomeadamente na gestão dos seus ativos físicos.

O trabalho apresentado neste artigo, realizado na Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A., cuja atividade é a produção de placas de gesso, teve como objetivo melhorar as práticas da Gestão de Ativos Físicos (GAF) na Estação de Tratamento de Águas (ETA), através da implementação da filosofia Kaizen. Com foco no objetivo, implementou-se a metodologia 5S na zona de trabalho da ETA, de forma a melhorar o processo de fazer o inventário semanal e de ter um maior controlo de stock dos materiais utilizados no funcionamento da ETA. De modo a melhorar ainda mais o controlo de stock, foi desenvolvido um programa de registos de operações e de entrada e saída de consumíveis da ETA, que resultou, também, numa melhoria da gestão do ciclo de vida do ativo e, conseqüentemente, dos custos a este associados, ao fornecer um histórico de registos que permite perceber os custos relativos ao funcionamento da ETA, num determinado período de tempo. Após o desenvolvimento e a colocação em prática do programa desenvolvido, realizou-se um estudo ao Custo do Ciclo de Vida (CCV) da ETA, de forma a confirmar a viabilidade do projeto e a permitir atuar sobre as atividades do ciclo de vida, cujos custos são mais elevados, com o intuito de os minimizar ao máximo.

Os resultados alcançados demonstram que as ações de melhoria implementadas, nomeadamente a implementação do 5S e o desenvolvimento do programa de registos, permitiram obter um controlo de stock e de operações mais eficiente. Como consequência, o processo de apuramento do CCV da ETA foi facilitado, permitindo assim obter objetivos de poupança mais claros e atingíveis.

Abstract


We are currently experiencing a period of some uncertainty for companies, with skyrocketing energy costs and a threatening shortage of raw material supplies. Simultaneously, society is haunted by economic signals that seem to indicate periods of lesser glow, as far as investment is concerned, namely with inflation figures, rarely seen over the last decade and, consequently, the growth of interest rates, which, until now, have remained at residual or even negative values. Faced with this scenario, companies will necessarily have to adjust, seeking strategies that allow them to be more efficient in the use of their resources, namely in the management of their physical assets.

The work presented in this article, carried out at Gyptec Ibérica - Gessos Técnicos S.A., whose activity is the production of plasterboard, aimed to improve the practices of Physical Asset Management (PAM) in the Water Treatment Plant (WTP), through the implementation of the Kaizen philosophy. Focusing on the objective, the 5S methodology was implemented in the work area of the WTP to improve the process of making the weekly inventory and to have greater stock control of the materials used in the operation of the WTP. In order to further improve stock control, a program of operations' records and input and output of WTP consumables was developed, which also resulted in an improvement

33


Revista de Ativos de Engenharia






RAE
REVISTA DE ATIVOS DE ENGENHARIA

RAE – Revista de Ativos de Engenharia
Volume XX Número XX | 10.29073/rae.v1i1.653





Check for
Updates

ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA PRODUÇÃO DE PLACAS DE GESSO

LIFE CYCLE COST ANALYSIS OF A WATER TREATMENT PLANT FOR GYPSUM BOARDS PRODUCTION

Inês Nunes ^a, Paulo Gomes ^b, Ana Vieira ^c, Hugo Raposo ^d, José Torres Farinha ^e

^aISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; inunes050499@gmail.com

^bISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; paulojsqm@gmail.com

^cISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; avieira@isec.pt

^dISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, CEMMPRE – Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes, EIGES – Research Centre in Industrial Engineering, Management and Sustainability, Universidade Lusófona; hugo.raposo@isec.pt

^eISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, CEMMPRE – Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes; tfarinha@isec.pt

RESUMO

Vivemos atualmente um período de alguma incerteza para as empresas, com uma escalada dos custos energéticos e uma escassez de matérias-primas. Simultaneamente, a sociedade é assombrada por sinais económicos que indicam períodos de menor fulgor, no que ao investimento diz respeito. Perante este cenário, as empresas terão de se ajustar, procurando estratégias que lhes permitam ser mais eficientes na utilização dos seus recursos, nomeadamente na gestão dos seus ativos físicos. Este artigo propõe soluções para melhorar as práticas da Gestão de Ativos numa Estação de Tratamento de Água (ETA) associada a uma linha de produção de placas de gesso, na qual a gestão do seu ciclo de vida é estratégico para a Organização. Nesta perspetiva foi realizado um estudo do seu Custo do Ciclo de Vida de forma a avaliar a viabilidade do projeto e a permitir atuar sobre as diversas fases do seu ciclo de vida, visando avaliar quais e quando os custos são mais elevados, com o objetivo de os minimizar. Foram apurados todos os custos associados ao ciclo de vida da Estação de Tratamento de Água, permitindo a identificação e atuação sobre as categorias de custos mais elevados, de forma a combatê-las. Através deste estudo, também foi possível concluir que o projeto da Estação de Tratamento de Água permite que a empresa poupe cerca de 232.784,29 € por ano.

Palavras-Chave: Gestão de ativos, Custo do Ciclo de Vida, Estação de Tratamento de Águas.

ABSTRACT

We are currently living in a period of some uncertainty for companies, with escalating energy costs and a shortage of raw materials. Simultaneously, society is haunted by economic signals that indicate periods of less boom, as far as investment is concerned. Faced with this scenario, companies will have to adjust, seeking strategies that allow them to be more efficient in the use of their resources, particularly in the management of their physical assets. This article proposes solutions to improve Asset Management practices in a Water Treatment Plant (WTP) associated with a plasterboard production line, in which the management of its life cycle is strategic for the Organization. In this perspective, a study of its Life Cycle Cost was carried out in order to assess the project's viability and to allow for action on the various phases of its life cycle, aiming to assess which and when costs are higher, with the goal of minimizing them. All costs associated with the life cycle of the Water Treatment Plant were calculated, allowing the identification and action on the highest cost categories, in order to combat them. Through this study, it was also possible to conclude that the Water Treatment Plant project allows the company to save around 232,784.29 € per year.

Keywords: Asset Management, Life Cycle Cost, Water Treatment Plant.


Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Histórico:

Submissão | Received: 01/07/2022

Aprovação | Accepted: 22/09/2022

Publicação | Published: 00/00/0000



Todo o conteúdo da RAE – Revista de Ativos de Engenharia é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

9º Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial



Livro de resumos

do

**9º Encontro Nacional de Engenharia e Gestão
Industrial**

ENEGI
Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial

2022

isep Instituto Superior de
Engenharia do Porto

P. PORTO



Coordenação

Paulo Ávila,
Manuel Lopes,
Luís Ferreira,
Teresa Pereira,
Alzira Mota,
Pedro Rocha,
Juliana Azevedo.

Edição

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Edição Técnica

Alzira Mota,
Juliana Azevedo.

e-ISBN: 978-989-53496-7-8

*9º Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial (2022)***Análise do Custo do Ciclo de Vida de um Ativo Físico na Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A.**

¹Inês Nunes, ²Hugo Raposo, ³Ana C. V. Vieira, ⁴José T. Farinha

¹ inunes050499@gmail.com, ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra;

² hugo.raposo@isec.pt, ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, CEMMPRE - Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes, EIGES - Research Centre in Industrial Engineering, Management and Sustainability, Universidade Lusófona;

³ avieira@isec.pt, ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; CISE - Electromechatronic Systems Research Centre; Ci2 - Smart Cities Research Center.

⁴ tfarinha@isec.pt, ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, CEMMPRE - Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes.

Resumo

Vivemos atualmente um período de alguma incerteza para as empresas, com uma escalada galopante dos custos energéticos e uma escassez no fornecimento de matérias-primas. Simultaneamente, a sociedade é ameaçada por sinais económicos que parecem indicar períodos de menor fulgor, no que ao investimento diz respeito, nomeadamente com valores de inflação raramente vistos ao longo da última década e, por consequência, ao crescimento das taxas de juro, até aqui mantidas em valores residuais ou, até mesmo, negativos. Perante este cenário, as empresas terão, necessariamente, de se ajustar, procurando estratégias que lhes permitam ser mais eficientes na utilização dos seus recursos, nomeadamente na gestão dos seus ativos físicos.

O trabalho apresentado neste projeto, realizado na Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos S.A., cuja atividade é a produção de placas de gesso, teve como objetivo melhorar as práticas da Gestão de Ativos (GA) na Estação de Tratamento de Águas (ETA). Com o foco neste objetivo, foi desenvolvido um programa de registos de operações e de entrada e saída de consumíveis da ETA, de forma a melhorar o processo de fazer o inventário semanal e de ter um maior controlo de stock dos materiais utilizados no funcionamento da estação. Como resultado, verificou-se uma melhoria da gestão do ciclo de vida do ativo e, conseqüentemente, dos custos a este associados, ao fornecer um histórico de registos que permite perceber os custos relativos ao funcionamento da ETA, num determinado período de tempo. Após o desenvolvimento e a colocação em prática do programa desenvolvido, realizou-se um estudo ao Custo do Ciclo de Vida (CCV) da ETA, de forma a confirmar a viabilidade do projeto e a permitir atuar sobre as atividades do ciclo de vida, cujos custos são mais elevados, com o intuito de os minimizar ao máximo.

Nesta perspetiva foram apurados todos os custos associados ao ciclo de vida da Estação de Tratamento de Água, permitindo a identificação e atuação sobre as categorias de custos mais elevados, de forma a combatê-las. Através deste estudo, também foi possível concluir que o projeto da Estação de Tratamento de Água permite que a empresa poupe cerca de 232.784,29€ por ano.

Os resultados alcançados demonstram que as ações de melhoria implementadas, nomeadamente o desenvolvimento do programa de registos, permitiu obter um controlo de stock e de operações mais eficiente. Como consequência, o processo de apuramento do CCV da ETA foi facilitado, permitindo assim obter objetivos de poupança mais claros e atingíveis.

Palavras-chave:

Gestão de Ativos, Custo do Ciclo de Vida, Estação de Tratamento de Águas