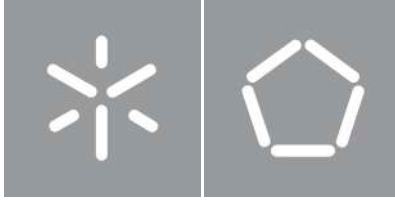




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Rúben Filipe Augusto Gonçalves

Análise Económica da Melhoria de Processos numa empresa da Indústria Metalomecânica



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Rúben Filipe Augusto Gonçalves

Análise Económica da Melhoria de Processos numa empresa da Indústria Metalomecânica

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professora Doutora Carina Pimentel
Professor Doutor Paulo Afonso

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho:



CC BY

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

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação representa o culminar de mais uma etapa académica. A execução deste projeto não seria possível sem a ajuda e apoio de diversas pessoas, pelo que gostaria de agradecer a todos os que, direta e indiretamente, ajudaram na conclusão desta etapa.

Em primeiro lugar, um agradecimento aos professores orientadores, nomeadamente à Professora Doutora Carina Pimentel e ao Professor Doutor Paulo Afonso, pela ajuda, orientação e disponibilidade ao longo da elaboração deste projeto.

Deixo também um agradecimento ao Eng. Orlando Vicente e à Dr.^a Márcia Teixeira pela oportunidade de realização deste projeto na empresa, assim como pela disponibilidade fornecida ao longo da sua execução.

Um agradecimento a toda equipa da Metalomarão, pela forma como me receberam e com quem aprendi imenso, em especial ao Eng. Ricardo Petinga e ao Daniel Carvalho. O meu obrigado também à Leonor Marques, pela ajuda numa fase crucial da dissertação, assim como pela boa disposição.

À minha família, um agradecimento muito especial por todo o apoio que me deram ao longo destes anos:

Aos meus avós e tios,

À minha prima Benedita,

Aos meus irmãos Rute e Hugo,

Ao meu pai e ao meu padrasto,

E sobretudo à minha mãe,

Muito Obrigado!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

Universidade do Minho, Braga, fevereiro 2025

Rúben Filipe Augusto Gonçalves

RESUMO

Esta dissertação aborda a melhoria de processos numa empresa metalomecânica, assim como a modelação de um método de custeio que permite a análise económica dessas melhorias.

Este trabalho é sustentado por uma base teórica que abrange o conceito de Engenharia por Encomenda, explorando as suas características e desafios no contexto da produção personalizada. Além disso, são abordados temas relacionados com a *Lean Production*, metodologias e ferramentas *Lean*, bem como modelos de gestão de inventário. Adicionalmente, dedica-se uma secção aos métodos de custeio, com especial destaque para o TDABC. Por fim, apresenta-se uma análise económica das implementações *Lean* e a relação entre o TDABC e o *Lean Management*.

Foi realizada uma análise a todos os departamentos da empresa, recorrendo a metodologias *Lean*, como *shadowing* e *gemba walks*, assim como o mapeamento de processos em fluxogramas e VSM. Desta análise identificaram-se várias oportunidades de melhoria, sobretudo relacionadas com a falta de processos de controlo, fluxo de informação ineficiente, desorganização e falta limpeza no chão de fábrica e baixa produtividade no setor de corte e serralharia.

Com base nos problemas identificados, propuseram-se iniciativas de melhoria que se dividiram em quatro grandes grupos: Definição e criação de processos de controlo, implementação de gestão visual, da ferramenta dos 5S e da metodologia SMED. Também foi modelado em simultâneo um TDABC, com o qual se realizou a análise económica das propostas de melhoria.

Destas implementações resultaram a libertação de 355 horas anuais nos pantógrafos de corte de chapa, resultando numa poupança estimada de 8 447,25 €/ano, e de 461 horas anuais no processo de serralharia, com uma poupança estimada de 8 572,90 €/ano. O modelo TDABC permitiu a redução de custos totais até -5% em produtos com altos custos de matéria-prima, permitindo a definição de preços mais competitivos e sustentáveis. Quanto a benefícios intangíveis, melhorou-se o fluxo de informação, a organização e limpeza do setor de corte, assim como a motivação e sentimento de pertença dos colaboradores associados. Facilitou-se também o processo de controlo de ferramentaria e o fluxo de circulação de transportes de carga.

PALAVRAS-CHAVE *Lean Production, Time-Driven Activity Based Costing, Gestão Visual, Kaizen, 5S, SMED*

ABSTRACT

The main focus of this dissertation is the improvement of processes in a metalworking company, as well as the modeling of a costing method that enables the economic analysis of these improvements.

This work is supported by a theoretical framework that covers the concept of Engineer-to-Order, exploring its characteristics and challenges in the context of customized production. In addition, it addresses topics related to Lean Production, methodologies and Lean tools, as well as inventory management models. Furthermore, a section is dedicated to costing methods, with a special focus on TDABC. Finally, an economic analysis of Lean implementations is presented, highlighting the relationship between TDABC and Lean Management.

An analysis was conducted across all company departments, using Lean methodologies such as shadowing and gemba walks, as well as process mapping through flowcharts and VSM. This analysis identified several improvement opportunities, mainly related to a lack of control of processes, inefficient information flow, disorganization and lack of cleanliness on the shop floor, and low productivity in the cutting and metalworking sectors.

Based on the identified issues, improvement initiatives were proposed, categorized into four main groups: definition and creation of control processes, implementation of visual management, the 5S tool, and the SMED methodology. Additionally, a TDABC model was simultaneously developed to enable the economic analysis of the proposed improvements.

As a result of these implementations, 355 hours per year were freed in the sheet-cutting pantographs, leading to estimated savings of 8 447.25 €/year, and 461 hours per year were freed in the metalworking process, with estimated savings of 8 572.90 €/year. The TDABC model enabled cost reductions of up to -5% in products with high raw material costs, allowing for the definition of more competitive and sustainable prices. Regarding intangible benefits, the information flow was improved, organization and cleanliness in the cutting sector were enhanced, and the motivation and sense of ownership among the associated workers increased. Furthermore, the tooling control process and the flow of transport logistics were also facilitated.

KEYWORDS Lean Production, Time-Driven Activity Based Costing, Visual Management, Kaizen, 5S, SMED

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Equações	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvi
1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de Investigação	3
1.4 Estrutura da Dissertação	5
2 Enquadramento Teórico	6
2.1 Engenharia por Encomenda	6
2.1.1 Características do Ambiente de Produção ETO	6
2.1.2 Desafios do Ambiente de Produção ETO	8
2.2 <i>Lean Production</i>	9
2.2.1 Princípios do Lean	10
2.2.2 Desperdícios	11
2.2.3 A Casa do Sistema Toyota (TPS)	12
2.3 Metodologias e Ferramentas <i>Lean</i>	14
2.3.1 Gestão Visual	14
2.3.2 5S	16
2.3.3 <i>Single-Minute Exchange of Die</i>	17
2.3.4 Mapeamento e Análise de Fluxos	17
2.3.5 Outras ferramentas/metodologias	18
2.4 Modelos de Gestão de Inventário	18

2.4.1	Modelo de Quantidade Económica de Encomenda	19
2.5	Sistemas de Custeio	21
2.5.1	Custeio Tradicional	22
2.5.2	<i>Activity-Based Costing</i>	23
2.5.3	<i>Time-Driven Activity Based Costing</i>	27
2.6	Implementação TDABC	32
2.6.1	Preparação	32
2.6.2	Análise	33
2.6.3	Modelo Piloto	33
2.6.4	Lançamento Empresarial	36
2.6.5	Vantagens do modelo TDABC	36
2.7	Análise Económica de Implementações <i>Lean</i>	38
3	Apresentação da Empresa	40
3.1	Apresentação e Localização	40
3.2	Missão, Valores, Estratégia	41
3.3	Estrutura Organizacional	42
3.4	Clientes e Mercado	42
3.5	Produtos e Serviços	43
3.6	Matéria-Prima	44
3.7	Descrição do Processo Pré-Produtivo	45
3.8	Sistema Produtivo	46
3.9	Descrição do Processo Produtivo	48
4	Análise Crítica da Situação Inicial	53
4.1	Aprovisionamento	53
4.2	Comercial	56
4.2.1	Método de Orçamentação	56
4.2.2	Proposta Comercial	59
4.3	Técnico	62
4.4	Gestão da Produção	62
4.5	Armazém	63
4.6	Corte	63
4.6.1	Organização e Limpeza dos postos de trabalho	63

4.6.2	Capacidade dos Pantógrafos Corte de Chapa	66
4.7	Serralharia	68
4.7.1	Zona de Produto Acabado e Expedição	71
4.8	Expedição	72
4.9	Resumo dos Problemas Identificados	73
5	Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria	75
5.1	TDABC	76
5.1.1	Identificação e Definição dos Processos	76
5.1.2	Custos dos Recursos	77
5.1.3	Cálculo Capacidade Prática	80
5.1.4	Cálculo do Custo da Capacidade Prática	82
5.1.5	Equações de Tempo	84
5.1.6	Custeio de Produtos	86
5.2	Automatização Proposta Comercial	88
5.3	Processo de Controlo de Encomendas	90
5.4	Melhoria de Processos - Gestão Visual	92
5.4.1	Controlo e Monitorização do Planeamento Técnico	92
5.4.2	Controlo e Monitorização do Planeamento da Produção	94
5.4.3	Gestão dos Setores da Produção	97
5.4.4	Monitorização Funcionamento Interno	99
5.5	Implementação Metodologia 5S - Corte	100
5.5.1	Apresentação da Metodologia 5S	100
5.5.2	Implementação 5S	101
5.5.3	Avaliação 5S pós-implementação	104
5.6	Implementação da Metodologia SMED	105
5.7	Armazenamento pós-processo de Corte	107
5.8	Parque de Equipamento Obsoleto	109
5.8.1	Armazenamento de Paletes, Barrotes e Ripas	110
5.9	Registo e Controlo de ferramentas - Armazém	114
5.10	Sinalização da Zona de Carga e Descarga	117
6	Análise e Discussão de Resultados	119
6.1	Resultados Tangíveis	119

6.1.1	Impacto do Modelo TDABC no Custeio de Produtos	119
6.1.2	Redução do tempo de elaboração de propostas de fornecimento	120
6.1.3	Aumento da Capacidade dos Pantógrafos	121
6.1.4	Diminuição do Tempo de Abastecimento da Serralharia	121
6.1.5	Resumo Resultados Tangíveis	122
6.2	Resultados Intangíveis	123
6.2.1	Melhor fluxo de informação	123
6.2.2	Organização Fabril	123
6.2.3	Outros Benefícios	124
7	Conclusões	125
7.1	Considerações finais	125
7.2	Perspetiva de trabalho futuro	126
	Referências Bibliográficas	127
	Apêndices	135
	Apêndice I - Ficha Avaliação Diagnóstica 5S	135
	Apêndice II - VSM da Concepção e Desenvolvimento de Projeto de Obra	136
	Apêndice III - Operações por Atividade	137
	Apêndice IV - Tempo de Atividade por Produto	138
	Apêndice V - Excerto codificação VBA - Proposta Comercial	140
	Apêndice VI - Excerto codificação VBA - Registo e Inventário de ferramentas	144
	Apêndice VII - <i>Dashboard</i> Gestão da Produção	146
	Apêndice VIII - Comparação de Custos por Produto	147
	Apêndice IX - Correlação entre Percentagem de MP e Variação de Custos Totais	148
	Anexos	149
	Anexo I - Organograma	149
	Anexo II - Proposta de Fornecimento	150
	Capa da Proposta de Fornecimento	150
	Corpo da Proposta de Fornecimento	151

LISTA DE FIGURAS

1	Etapas Investigação-Ação (adaptado de Susman & Evered, 1978)	4
2	Princípios do <i>Lean Thinking</i>	11
3	A Casa do Sistema Toyota (adaptado de Liker, 2003)	13
4	Atividades associadas a Custos Operacionais de Fabrico (adaptado de Cooper & Kaplan, 1991)	25
5	Fases de Implementação TDABC (reproduzido de Kaplan & Anderson, 2007)	32
6	Requisitos de um Modelo Piloto TDABC	34
7	Ações estratégicas e Operacionais (adaptado de Kaplan & Anderson, 2007)	36
8	Países onde se realizaram projetos com participação da Metalomarão	43
9	Instalação Completa - meter cidade	44
10	Fluxograma Processo Pré-Produtivo	46
11	<i>layout</i> Base	47
12	Fluxo de material	48
13	Processo de Corte - Abastecimento	49
14	Processo de Corte - Finalização	49
15	Setor da Maquinagem	50
16	Posto de trabalho Serralharia	50
17	Processo de Soldadura	51
18	Processo de Acabamento	51
19	Processo Produtivo	52
20	Diagrama de Gantt - Acompanhamento dos departamentos	53
21	Mapa de encomendas	54
22	Cálculo do custo de MOD e Matéria-Prima	57
23	Cálculo do Custo Total e Preço do conjunto	58
24	Resumo da Orçamentação de Tapetes transportadores	58
25	Proposta Comercial - Condições de fornecimento	60
26	Proposta Comercial - Memória Descritiva	61
27	Ficha de Planeamento do Departamento Técnico	62

28	Postos de trabalho - Setor de Corte	64
29	Exemplos de desorganização no setor de Corte	66
30	Processo de Abastecimento da Serralharia - Diagrama de Circulação	68
31	Zona Produto Acabado e Expedição	71
32	Zona de Carga e Descarga (à esquerda) e entrada normal (à direita).	73
33	Excel elaboração da proposta comercial	89
34	Proposta comercial desenvolvida	90
35	Mapa de Controlo de Encomendas	91
36	Fluxograma do Processo de Controlo de Encomendas	92
37	Quadro Gestão Visual - Técnico	93
38	Registo de Dados - Departamento Técnico	94
39	Quadro de Gestão Visual para a Gestão da Produção	95
40	Quadro Gestão Visual para a Gestão da Produção - Planeamento curto prazo	96
41	Registo de Dados - Gestão da Produção	97
42	Quadro Gestão Visual - Corte	98
43	Quadro Gestão Visual - Geral	99
44	Manual dos 5S	101
45	Stock de Consumíveis CNC antes e depois dos 5S - Pantógrafo 2	102
46	Armários antes e depois da Implementação dos 5S	103
47	CNC Perfis - Comparação antes e após implementação 5S	103
48	Comparativo Avaliação 5S	104
49	Lista de critérios da avaliação 5S	105
50	Diagrama de Circulação - percurso no transporte de material do corte para a serralharia	108
51	Armazenamento do material de corte de pequena dimensão	108
52	Armazenamento pós-corte após implementação	109
53	Folha de Registo de encomendas de Paletes	111
54	Zona de armazenamento de paletes, barrotes e ripas	114
55	Excel de Registo e Inventário de ferramentas	115
56	<i>Dashboard</i> Gestão de Ferramentas	116
57	<i>Dashboard</i> Gestão da Produção	117
58	Sinalização Carga e Descarga	118

59	Ficha Avaliação Diagnóstica 5S	135
60	VSM da Concepção e Desenvolvimento de Projeto de Obra	136
61	Declaração de variáveis	140
62	Substituição de valores no documento Word	141
63	Inserção de imagens no documento Word	142
64	Geração automática de tabelas na memória descritiva	143
65	Excerto do código de Registo de Novo Equipamento	144
66	Excerto do código de Registo de Reparação	145
67	Dashboard Gestão da Produção - Páginas 5 e 6	146
68	Dashboard Gestão da Produção - Páginas 7 e 8	146
69	Dashboard Gestão da Produção - Página 9	146
70	Correlação entre Percentagem de MP e Variação de Custos Totais	148
71	Organograma	149
72	Capa da Proposta de Fornecimento	150
73	Corpo da Proposta de Fornecimento	151

LISTA DE TABELAS

1	Funções de um Sistema de Custeio, adaptado de (Kaplan, 1988)	22
2	História da Metalomarão	40
3	Organização Interna da Metalomarão	42
4	Orçamento adjudicado no ano 2023 por Mercado	43
5	Análise de Encomendas	55
6	Análise de Encomendas - Encomendas com prazo de entrega >0 dias	55
7	Resultados Diagnósticos 5S	65
8	Tempos de Atividades de Setup - Máquinas CNC corte	67
9	Abastecimento chapa nos Pantógrafos	68
10	Plano Observações - Resultados	70
11	Mapeamento Material e Equipamento Obsoleto	72
12	Resumo dos Problemas Identificados	73
13	5W2H - Propostas de Melhoria	75
14	Atividades do modelo TDABC	77
15	Conta 62 - Fornecimento e Serviços Externos	78
16	Conta 62 - Divisão de Custos por atividade	78
17	Divisão de custos com licenças	79
18	Gastos com Pessoal	79
19	Cálculo da amortização de máquinas	79
20	Custos do semestre por atividade	80
21	Capacidade do recurso de Mão-de-Obra	81
22	Capacidade do recurso de Máquinas	81
23	Custo da Capacidade Prática de Mão-de-Obra	82
24	Custo da Capacidade Prática de Máquinas	82
25	Custo da Capacidade Prática por Atividade	83
26	Fatores de Imputação de Custos de Suporte	84
27	Custo de Capacidade por Recurso das atividades	84
28	Equações de Tempo por Atividade - Produto A	85

29	Equações de Tempo por Atividade - Produto B	85
30	Equações de Tempo por Atividade - Produto C	86
31	Custeio Detalhado do Produto A	87
32	Custeio Detalhado do Produto B	87
33	Custeio Detalhado do Produto C	88
34	Resultados Avaliação 5S	104
35	Classificação de Atividades de setup - Máquinas CNC corte	106
36	Comparação de Tempos de Paragem para Setup antes e após implementação do SMED nos pantógrafos	107
37	Material na zona de produto acabado e expedição	109
38	Ocupação do material que não pertence à zona de produto acabado e expedição	110
39	Parâmetros de stock e área ocupada	113
40	Libertação de capacidade - Elaboração Proposta Comercial	120
41	Redução de Custos - Elaboração Proposta Comercial	120
42	Aumento da Capacidade Produtiva dos Pantógrafos	121
43	Redução de Custos - Aumento de Capacidade dos Pantógrafos	121
44	Libertação de capacidade - Abastecimento de Serralharia	122
45	Redução de Custos - Diminuição do Tempo de Abastecimento da Serralharia	122
46	Resumo dos Resultados Tangíveis	123
47	Atividades e operações associadas	137
48	Tempo (horas) de Atividade por Produto	138
49	Comparação entre Custo Total TDABC e Custo Total Inicial	147

LISTA DE EQUAÇÕES

1. Quantidade Económica de Encomenda (QEE)	20
2. Ponto de Encomenda (PE)	20
3. Custo Total (CT)	20
4. Stock de Segurança (SS)	20
5. Taxa de Custo de Capacidade	28
6. Tempo de Atividade	31
7. Avaliação por Categoria 5S	64
8. Tamanho da Amostra - Fórmula	69
9. Tamanho da Amostra - Cálculo	69
10. Tempo Médio por Procura e Transporte de Material - Fórmula	70
11. Tempo Médio por Procura e Transporte de Material - Cálculo	71
12. Procura média diária	111
13. Stock de Segurança	111
14. Ponto de Encomenda	112
15. Capacidade Anual do Processo de Abastecimento	121

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABC - *Activity-Based Costing*

CRM - *Customer Relationship Management*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

ETO - *Engineer-to-Order*

MOD - *Mão de Obra direta*

SKU - *Stock Keeping Unit*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

TDABC - *Time-Driven Activity Based Costing*

VSM - *Value Stream Mapping*

WIP - *Work in Progress*

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

No presente capítulo é apresentada a contextualização da dissertação, os objetivos que se pretendem alcançar com a realização do projeto, a metodologia de investigação escolhida e a estrutura do documento.

1.1 Contextualização

A indústria metalomecânica é atualmente um dos principais setores de atividade industrial em Portugal, caracterizado por uma elevada e crescente competitividade. Segundo dados do Banco de Portugal (2024), em 2023, a indústria metalomecânica contabilizava 10 931 empresas em Portugal, com um valor de negócio de 35 311 milhões de euros e mais de 200 000 pessoas empregadas. Tal representa 24,9% das empresas da indústria transformadora, 28,6% do seu volume de negócio e 28,3% das pessoas empregadas neste setor.

Torna-se, por isso, imperativo para as empresas metalomecânicas otimizar os seus processos para garantir a sua competitividade no mercado nacional e internacional. Para tal, da implementação de *Lean Production* podem resultar muitos benefícios, como a redução de desperdício e a melhoria da eficiência dos processos (Almanei et al., 2017). A filosofia *Lean Thinking* assenta em cinco princípios (Womack et al., 1990): 1) Definição de valor; 2) Identificação da cadeia de valor; 3) Fluxo contínuo; 4) Sistema *Pull*; 5) Perseguir a perfeição. Estes princípios permitem reduzir os desperdícios, resultando na redução de custos (Maia et al., 2011). Estes desperdícios são categorizados em sete categorias (Ohno, 1988): sobreprodução, inventário, defeitos, movimento, sobreprocessamento, esperas e transporte.

A filosofia *Lean* recorre a um conjunto de ferramentas e práticas de modo a atingir a máxima qualidade, menor custo e o mínimo *lead time* (Mrugalska & Wyrwicka, 2017). O sucesso da implementação desta filosofia necessita da integração de ferramentas *Lean* na sequência correta (Sundar et al., 2014). Algumas destas ferramentas incluem a técnica dos 5S, gestão visual, *single-minute exchange of die* e ferramentas de análise e mapeamento de fluxo.

Apesar das vantagens da implementação do *Lean Production*, sem um método de custeio apropriado e preciso, não é possível assegurar o real impacto das medidas propostas e a sua sustentabilidade (Özbayrak et al., 2004), com implicações em decisões importantes da empresa referentes à continuidade de produtos, design e preços de venda (Almeida & Cunha, 2017). Assim, na empresa em estudo, como noutras, torna-se relevante a implementação de um método de custeio que permita a análise do custo das

operações, da rentabilidade dos produtos e a orçamentação de projetos (Tayefeh Hashemi et al., 2020). Partindo destes pressupostos, esta dissertação será desenvolvida na empresa Metalomarão, pertencente ao setor da indústria metalomecânica, que opera segundo um sistema produtivo de Engenharia por Encomenda. A empresa dedica-se ao fabrico de equipamentos e estruturas para britagem, um processo altamente personalizado para responder às exigências específicas dos clientes. Esta abordagem apresenta desafios significativos, como a gestão eficiente dos recursos produtivos e a determinação rigorosa dos custos de produção, aspetos essenciais para garantir a competitividade da empresa no mercado. O principal objetivo deste projeto é propor melhorias nos processos produtivos e não produtivos, assim como implementar um sistema de custeio que permita não só avaliar economicamente as melhorias propostas, mas também obter um apuramento mais preciso dos custos dos produtos. As melhorias propostas centram-se na melhoria dos fluxos de trabalho e na eliminação de desperdícios, em alinhamento com os princípios da filosofia *Lean*.

A implementação de um sistema de custeio mais eficiente permitirá identificar os fatores que influenciam os custos de produção, proporcionando uma visão mais detalhada da rentabilidade dos produtos e das operações. Este sistema será concebido para ser simples e flexível, possibilitando à empresa tomar decisões mais informadas e otimizar a utilização dos seus recursos.

A motivação para este trabalho decorre da necessidade da empresa de aumentar a sua competitividade e capacidade de resposta num mercado cada vez mais exigente, através de uma maior eficiência operacional e de uma gestão de custos mais precisa. Para tal, pretende-se fomentar uma cultura de melhoria contínua, promovendo a adoção de boas práticas organizacionais e produtivas. Por fim, espera-se que este estudo contribua para reforçar a importância da análise económica no contexto da filosofia *Lean*, auxiliando as empresas na compreensão dos impactos financeiros das suas iniciativas de melhoria.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta Dissertação culmina na melhoria dos processos produtivos e não produtivos, avaliando-se o impacto económico das medidas propostas, o que implica a melhoria do método de custeio atualmente utilizado na empresa. De forma a alcançar este objetivo, pretende-se atuar em diversas áreas produtivas e não produtivas, abordando as seguintes dimensões:

- Modelação de um novo método de custeio;
- Melhoria de processos;
- Implementação de gestão visual;
- Organização dos postos de trabalho;

- Organização de locais de armazenamento de WIP;
- Implementação de indicadores de desempenho;

Como resultado desta Dissertação, era esperada a melhoria dos processos praticados na empresa, o que se traduziria na redução de custos operacionais e no tempo de execução das operações, assim como num fluxo mais eficiente de materiais, informação e pessoas. Era ainda esperado desenvolver um método de custeio aprimorado que aproximasse os custos calculados dos custos reais, permitindo aumentar a posição competitiva da empresa em situações de concurso de projetos, melhorar a sua monitorização e saúde financeira, assim como analisar as propostas de melhoria implementadas.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia utilizada para a realização da presente dissertação foi a Investigação-Ação. Esta metodologia foi introduzida por Kurt Lewin (1946) e define-se pelo lema *learning by doing*. Um grupo de pessoas identifica um problema, procura resolvê-lo e caso não satisfeitos com o resultado, procuram outra solução (O'Brien, 2001). Assim, esta estratégia de investigação tem como objetivo atender às necessidades práticas das pessoas, alcançar metas científicas e desenvolver as competências das pessoas que enfrentam os problemas, capacitando-as para lidar com desafios futuros (Susman & Evered, 1978).

A Investigação-Ação foi escolhida uma vez que foi promovido o envolvimento dos colaboradores, alinhando-se ao conceito de melhoria contínua, na resolução de problemas e implementação de melhorias. Esta abordagem permite testar e ajustar as soluções em tempo real, garantindo que as melhorias propostas sejam eficazes e adequadas à realidade da empresa. A sua natureza cíclica e iterativa encontra-se em sintonia com os princípios da melhoria contínua, possibilitando a implementação gradual e sustentada de mudanças. Por fim, a Investigação-Ação também possibilita uma tomada de decisão mais informada, uma vez que as soluções são baseadas em dados reais e *feedback* contínuo dos colaboradores. Esta estratégia de investigação segue um ciclo de cinco fases, ilustradas na Figura 1.



Figura 1: Etapas Investigação-Ação (adaptado de Susman & Evered, 1978)

Este projeto seguiu as fases anteriormente apresentadas:

- Diagnóstico: Numa primeira fase analisaram-se os processos internos documentados da empresa. Em seguida realizaram-se reuniões com os responsáveis de cada departamento a analisar. Prosseguiu-se com o mapeamento dos processos de cada departamento, recorrendo a técnicas de *gemba walks* e *shadowing*, de forma a identificar oportunidades de melhoria.
- Planeamento de ações: Com base nos desperdícios e nas oportunidades de melhoria diagnosticados, elaborou-se um plano de ações, recorrendo à ferramenta dos 5W2H. Este plano de ações foi posteriormente apresentado numa reunião dedicada ao processo de melhoria contínua, que contou com os responsáveis de cada departamento.
- Implementação de ações: Nesta fase foram implementadas as propostas de melhoria, contando com a participação dos responsáveis dos departamentos, assim como dos colaboradores associados.
- Avaliação: Após a implementação das propostas, avaliaram-se as mesmas, recorrendo para tal a uma análise financeira utilizando o novo método de custeio quando possível. Noutras propostas, recorreu-se ao *feedback* dos colaboradores e dos responsáveis por cada departamento.
- Aprendizagem: Por meio de reuniões realizadas dentro e entre departamentos, discutiram-se os resultados obtidos, identificaram-se problemas encontrados e propuseram-se soluções para os

mesmos. Além da aprendizagem no contexto laboral, espera-se que este estudo contribua para reforçar a importância da análise económica no contexto da filosofia *Lean*, fornecendo uma abordagem estruturada para a avaliação do impacto financeiro das propostas de melhoria. Assim, os resultados obtidos poderão servir de referência para empresas que pretendem aliar a eficiência operacional à sustentabilidade financeira.

1.4 Estrutura da Dissertação

A estrutura desta dissertação é dividida em 7 capítulos. No primeiro é realizada a contextualização do projeto e apresentam-se objetivos definidos, a metodologia de investigação utilizada e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo encontra-se o enquadramento que fornece o contexto teórico da dissertação. Este capítulo divide-se em sete tópicos: o conceito de Engenharia por Encomenda (ETO), o *Lean Production*, metodologias e ferramentas *Lean*, modelos de gestão de inventário com destaque na política de quantidade económica de encomenda, sistemas de custeio, implementação TDABC e a análise económica de implementações *Lean*, enfatizando a relação entre o TDABC e o *Lean Management*.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde foi realizada a dissertação. No capítulo seguinte descrevem-se os processos pré-produtivos e produtivos, assim como a análise à situação inicial de cada departamento.

No quinto capítulo são apresentadas as várias melhorias propostas para solucionar os problemas diagnosticados no capítulo anterior.

No sexto capítulo é realizada a análise ao impacto das propostas de melhoria implementadas.

Para finalizar, no capítulo 7 apresenta-se uma retrospectiva do projeto e a perspetiva de trabalho futuro.

Capítulo 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Este capítulo apresenta o enquadramento que serviu de base teórica para a realização da presente dissertação. Numa primeira parte, aborda-se o conceito de Engenharia por Encomenda (ETO), seguido do *Lean Production* e das metodologias e ferramentas *Lean* aplicadas ao longo deste trabalho. Posteriormente, são discutidos modelos de gestão de inventário, sobretudo a política de Quantidade Económica de Encomenda (QEE), bem como os métodos de custeio, com especial atenção ao método *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC) e a sua implementação. Por fim, é analisada a relação entre o TDABC e o *Lean Management*, no âmbito da avaliação económica de implementações *Lean*.

2.1 Engenharia por Encomenda

No contexto do setor industrial atual, verifica-se uma procura crescente por produtos personalizados, especialmente em setores que envolvam equipamentos avançados, de elevado investimento e grande porte, como na construção, na indústria marítima e no setor de petróleo e gás. Para dar resposta a esta procura, as empresas devem fornecer produtos concebidos e fabricados com base em requisitos muito específicos dos clientes (Strandhagen et al., 2018), recorrendo para tal a cadeias de abastecimento do tipo Engenharia por Encomenda (ETO).

As cadeias de abastecimento ETO distinguem-se por serem projetadas para dar resposta a estas exigências, uma vez que são desenvolvidas com o objetivo de fabricar produtos altamente personalizados. Esta abordagem exige frequentemente inovações no design, engenharia complexa e novos processos de produção para atender aos requisitos específicos dos clientes (Cannas & Gosling, 2021). Além disso, caracteriza-se por iniciar o seu processo na fase de conceção de projeto, onde o design do produto é diretamente influenciado pelos requisitos e especificações da encomenda do cliente (Gosling & Naim, 2009).

2.1.1 Características do Ambiente de Produção ETO

A produção baseada no conceito de Engenharia por Encomenda caracteriza-se por elevados níveis de personalização e complexidade, exigindo uma estreita colaboração com o cliente desde a fase inicial do projeto (Iakymenko et al., 2020). Este ambiente produtivo apresenta particularidades que o diferenciam de outros sistemas de produção, destacando-se pela sua elevada variabilidade e requisitos específicos

(Willner et al., 2016). As principais características do ambiente de produção ETO são as seguintes (Bakås et al., 2023):

- Elevada complexidade e personalização (Iakymenko et al., 2020)

A produção ETO envolve projetos de grande dimensão e complexidade, nos quais o cliente participa ativamente desde a fase de conceção. Este modelo permite um alto grau de personalização dos produtos, adaptando-os às necessidades específicas dos clientes, mas, em contrapartida, limita a padronização dos processos produtivos.

- Baixo volume de produção e falta de padronização (Willner et al., 2016)

As empresas que operam sob este modelo produzem em volumes reduzidos, devido à natureza altamente personalizada dos produtos. A falta de padronização representa um desafio significativo, uma vez que cada projeto é único em termos de requisitos técnicos e operacionais.

- Sobreposição de atividades (Strandhagen et al., 2019)

Nos ambientes ETO, as fases de conceção, engenharia e fabrico ocorrem de forma sobreposta, resultando numa maior complexidade na gestão da cadeia de abastecimento e nos processos internos. Esta sobreposição exige uma coordenação eficaz entre as diferentes áreas envolvidas no projeto.

- Gestão de prazos e mitigação de riscos (Kobayashi & Nakano, 2015)

A complexidade dos projetos ETO e a necessidade de cumprir requisitos específicos dos clientes podem resultar em prazos de entrega prolongados. Para mitigar atrasos e incertezas, as empresas recorrem frequentemente ao armazenamento de grandes volumes de materiais, o que exige uma gestão de inventário rigorosa.

- Alta intensidade de conhecimento e dependência de conhecimento tácito (Willner et al., 2014)

Os processos ETO são altamente intensivos em conhecimento técnico especializado, baseando-se frequentemente em conhecimento tácito adquirido pela experiência dos colaboradores. Esta dependência representa um desafio para a transferência eficaz de conhecimento entre equipas e novos colaboradores.

- Maior número de interações e ciclos de *feedback* (Willner et al., 2014)

Comparativamente a outros sistemas produtivos, os processos ETO envolvem múltiplas interações entre departamentos e ciclos de *feedback* mais detalhados. A engenharia específica para cada

cliente é fragmentada em diferentes departamentos, exigindo uma coordenação eficiente e uma comunicação contínua entre as equipas internas e externas.

2.1.2 Desafios do Ambiente de Produção ETO

A produção baseada no conceito de Engenharia por Encomenda (ETO) apresenta diversos desafios que dificultam a sua gestão e operação eficiente. Os principais desafios identificados na literatura são os seguintes (Strandhagen et al., 2018):

- Complexidade na coordenação interna e externa (Mello et al., 2015)

A necessidade de troca intensiva de informações entre departamentos internos, fornecedores, clientes e terceiros torna a coordenação dos processos complexa, podendo gerar atrasos e falhas de comunicação.

- Gestão de mudanças frequentes nos projetos (Kanerva et al., 2002)

Os clientes frequentemente solicitam alterações nas fases de design e engenharia, o que aumenta a complexidade e exige uma gestão ágil para evitar impactos negativos nos prazos e custos.

- Planeamento de produção complexo (Semini et al., 2014)

A execução simultânea de atividades de engenharia e fabricação dificulta o planeamento eficaz, tornando os prazos de entrega e a alocação de recursos desafiadores.

- Longos prazos de entrega e custos elevados (Gosling & Naim, 2009)

A necessidade de oferecer produtos altamente personalizados, mantendo competitividade no mercado, resulta em prazos de entrega prolongados e custos mais elevados em comparação com outros sistemas produtivos.

- Falta de padronização (Semini et al., 2014)

A variabilidade inerente aos produtos fabricados sob encomenda dificulta a implementação de práticas padronizadas e a repetição de processos, tornando mais complexa a gestão da qualidade e da eficiência operacional.

- Necessidade de maior flexibilidade e modularização (Duchi et al., 2014)

A busca por maior eficiência exige soluções que combinem flexibilidade para atender às necessidades dos clientes com modularização para reduzir a complexidade dos produtos.

- Dependência de conhecimento tácito e especializado (Willner et al., 2014)

Os processos ETO são altamente intensivos em conhecimento técnico especializado, baseado na

experiência dos colaboradores, o que dificulta a transmissão desse conhecimento para novos funcionários.

Apesar dos desafios mencionados, a implementação de princípios *Lean* tem sido explorada como uma abordagem para melhorar a eficiência operacional em ambientes ETO. A adaptação do *Lean* a estes ambientes foca-se na eliminação de desperdícios, melhoria da previsibilidade dos processos e aumento da eficiência da cadeia de abastecimento (Strandhagen et al., 2018). No entanto, devido à elevada variabilidade e complexidade dos projetos ETO, a implementação do *Lean* enfrenta desafios adicionais, como a necessidade de personalização contínua, a falta de padronização e as exigências de elevada flexibilidade (Powell et al., 2014). Assim, é essencial adaptar os princípios *Lean* às especificidades do ambiente ETO, combinando técnicas como a modularização, a gestão visual e a integração digital para melhorar a visibilidade e o controlo dos processos (Ballard, 2000).

2.2 Lean Production

O conceito de *Lean Production* surgiu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, com a implementação do *Toyota Production System* (TPS) (Womack et al., 1990). Este sistema foi desenvolvido como uma resposta às limitações de recursos enfrentadas pela Toyota no período pós-guerra, estabelecendo uma abordagem inovadora para a gestão da produção. O princípio central do *Lean Production* é a redução do tempo de entrega de um produto ou serviço por meio da eliminação de desperdícios ou *mudas* (Ohno, 1988), promovendo a melhoria contínua. Segundo Womack et al. (1990), este sistema de produção combina as vantagens do sistema produtivo artesanal e do sistema de produção em massa, evitando tanto o custo elevado do primeiro como a rigidez do segundo (Maia et al., 2011).

Outros autores, como por exemplo Warnecke & Hüser (1995) definem *Lean Production* como um conjunto de métodos e medidas capazes de tornar um sistema *Lean*, ou magro, não apenas no contexto de produção, mas também para todas as divisões da empresa. A implementação do *Lean* traz benefícios quantitativos, como redução de tempos, defeitos e inventários, e qualitativos, como aumento da moral, comunicação e organização no trabalho (Bhamu & Sangwan, 2014). Para tal, é fundamental seguir uma estratégia bem definida, com o envolvimento ativo da gestão de topo e uma comunicação clara e eficaz. A divulgação do projeto, a seleção cuidadosa das equipas e a definição de métodos, prazos e objetivos são essenciais para evitar desmotivação e garantir o seu sucesso. Por fim, é importante monitorizar constantemente o processo, registar os procedimentos, identificar oportunidades de melhoria e ajustar a estratégia sempre que necessário (Maia et al., 2011).

2.2.1 Princípios do Lean

O *Lean Production* é suportado por filosofia de pensamento, o *Lean Thinking*, sendo constituído por cinco princípios de acordo com Womack & Jones (1997).

- Definir Valor: O cliente final define o que é valor. Identificar as atividades que geram e as que não geram valor ao produto e/ou serviço, eliminando ou minimizando as que não acrescentam valor.
- Identificar a Cadeia de Valor: A cadeia de valor engloba todas as atividades necessárias para a criação de um produto e/ou serviço para o cliente. Essas atividades podem ser classificadas em três categorias: atividades que acrescentam valor, atividades que não acrescentam valor mas são atualmente necessárias e atividades que não acrescentam valor.
- Fluxo Contínuo: Após a identificação da cadeia de valor e a eliminação de atividades que não acrescentam valor ao produto e/ou serviço, é fundamental garantir um fluxo contínuo na produção. De acordo com os autores Womack & Jones (1997), o foco deve estar no produto e/ou serviço, ignorando barreiras entre departamentos e analisando as práticas de trabalho para eliminar retrabalho, desperdícios e paragens.
- Sistema *Pull*: O sistema *Pull* baseia-se na produção de bens exclusivamente de acordo com a procura do cliente. Segue a lógica “Sell one, buy one”, permitindo às empresas eliminar desperdícios associados à acumulação de *Work In Progress* (WIP) e a stock de produto final.
- Perseguir a perfeição: Este último princípio enfatiza que o processo de melhoria contínua, *Kaizen*, não tem fim. As organizações devem constantemente buscar a eliminação de desperdícios, e investir na inovação e na criação de valor, com o objetivo de alcançar desempenhos superiores.

Estes princípios do *Lean Thinking* permitem reduzir e/ou eliminar os sete desperdícios fundamentais, obtendo-se a redução de custos (Maia et al., 2011). Na Figura 2 encontram-se representados os cinco princípios do *Lean Thinking*.



Figura 2: Princípios do *Lean Thinking*

2.2.2 Desperdícios

Taichi Ohno (Ohno, 1988) definiu *muda*, termo japonês para desperdício, como qualquer atividade que não acrescente valor ao produto e/ou serviço e, como tal, deve ser eliminada. Estes *mudas* são categorizados em sete categorias:

- Sobreprodução: Produção em quantidades superiores à procura. A sobreprodução provoca diversos desperdícios, como o consumo de matéria-prima antes do necessário, excesso de colaboradores e consumíveis de produção, aquisição de maquinaria adicional, necessidade de espaço extra para armazenamento de stock e aumento de custos administrativos e de transporte (Imai, 1997).
- Inventário: Armazenamento excessivo de matéria-prima, *WIP* ou produto acabado, resultando no aumento dos *lead times*, obsolescência ou defeitos nos produtos, aumento dos custos com transporte e armazenamento, e atrasos (Liker, 2003). O excesso de inventário pode também ocultar problemas no sistema produtivo, dificultando o processo de melhoria contínua (Imai, 1997).
- Defeitos: Produção de bens defeituosos ou com necessidade de reparação. Reparações, retrabalho, sucata e necessidade de inspeção constante de produtos representam desperdícios a eliminar (Liker, 2003).
- Movimento: Qualquer movimento corporal do colaborador que não acrescente valor ao produto e/ou serviço. Alguns exemplos deste desperdício incluem a procura de ferramentas e material, caminhar desnecessariamente, ou ajustar repetidamente equipamentos ou ferramentas mal posicionadas.

- Sobreprocessamento: Realização de processos desnecessários para a produção do produto e/ou serviço final. Inclui também processamentos ineficientes devido a designs inadequado de produtos ou pelo uso de ferramentas de baixa qualidade, resultando em movimentos desnecessários e produtos defeituosos. Por fim, a produção de bens de qualidade superior às necessidades do cliente constitui desperdício (Liker, 2003).
- Esperas: Colaboradores à espera do próximo processo, ferramenta, material ou apenas a supervisionar o trabalho de uma máquina automática. Este tipo de desperdício encontra-se normalmente associado à falta de matéria-prima, atrasos nos processos anteriores, manutenção de equipamentos e *bottlenecks* na produção (Liker, 2003).
- Transporte: O transporte de matéria-prima, *WIP* ou produto acabado trata-se de uma atividade que não acrescenta valor, embora, por vezes, essencial ao processo produtivo. O transporte ineficiente pode também danificar o material transportado (Imai, 1997)

Para além dos sete *mudas* identificados por Ohno (1988), Womack & Jones (1997)) adicionam um oitavo quando produtos e serviços não cumprem os requisitos dos clientes. Outros autores consideram a não utilização da criatividade dos colaboradores (Liker, 2003).

Para além do *muda*, existe também o *mura*, variabilidade, e o *muri*, sobrecarga, comumente denominados de 3M ou 3MUs.

- *Mura*: Refere-se à variabilidade no sistema produtivo da organização, como quando um colaborador fica em espera porque o colaborador alocado à tarefa anterior é mais lento na execução do seu trabalho. Inclui também variações nas qualidades dos produtos e serviços (Imai, 1997).
- *Muri*: Refere-se à sobrecarga de trabalho, tanto de colaboradores como de máquinas (Imai, 1997).

2.2.3 A Casa do Sistema Toyota (TPS)

O TPS é o exemplo mais conhecido da aplicação das práticas *Lean*. De modo a facilitar a aprendizagem das boas práticas deste sistema, Fujio Cho desenvolveu a Casa do TPS (Liker, 2003), presente na Figura 3.

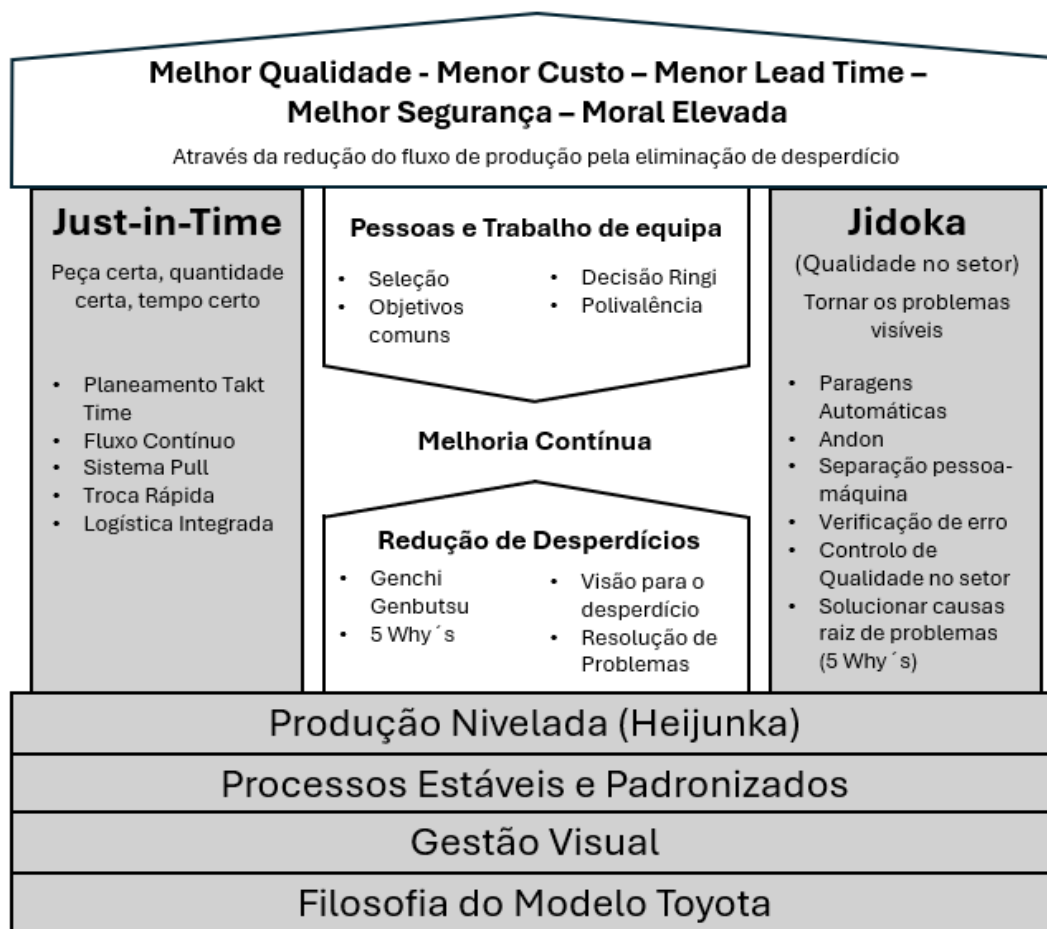


Figura 3: A Casa do Sistema Toyota (adaptado de Liker, 2003)

No telhado da casa TPS encontram-se os objetivos: obter a melhor qualidade, com o menor custo e o menor *lead time*, sempre considerando a segurança e a motivação dos colaboradores. Para atingir este objetivo, é essencial a eliminação de desperdícios no fluxo de produção.

Os pilares que sustentam a casa representam os pilares do TPS, nomeadamente o *Just-in-Time* e o *Jidoka*. Segundo Ohno (1988), *Just-in-Time* pressupõe que, num processo de fluxo, as peças certas, necessárias para montagem, chegam à linha de montagem no momento certo e apenas na quantidade necessária, resultando na redução de inventário de matéria-prima, *WIP* e produto acabado. *Jidoka*, conceito japonês para autonomação, consiste na identificação de anomalias na produção e impedir o seu progresso no processo. Para isso, um dispositivo é acionado, parando a máquina sempre que um defeito é encontrado num produto (Liker & Morgan, 2006).

No centro da casa TPS o foco recai sobre pessoas e as equipas de trabalho, assim como na redução de desperdícios, tendo a melhoria contínua como conceito central.

Por fim, na base da casa TPS encontra-se a produção nivelada, *Heijunka*, e a padronização e estabilização dos processos. Dependendo da versão, a gestão visual e a filosofia do modelo Toyota também podem ser consideradas na base do TPS (Liker, 2003).

2.3 Metodologias e Ferramentas Lean

Lean é uma abordagem focada na eliminação de desperdícios e na criação de valor para o cliente, promovendo a melhoria contínua em todas as áreas da organização. Entre as diversas metodologias e ferramentas *Lean*, destaca-se o *Kaizen*, termo que significa "mudar para melhor" em português. Este caracteriza-se pela implementação de pequenas melhorias que, a longo prazo, asseguram resultados significativos, com a vantagem de ser uma abordagem de baixo risco (Imai, 1997). Em seguida apresentam-se algumas das principais metodologias e ferramentas adotadas no contexto da melhoria contínua segundo os princípios *Lean*.

2.3.1 Gestão Visual

A gestão visual compreende a utilização de métodos visuais como forma de representar informação e requisitos para orientar ações e decisões (Torghabehi et al., 2016). Trata-se de um processo que busca aumentar a eficiência e eficácia de operações, tornando as informações visíveis, lógicas intuitivas (Pinto, 2009).

A gestão visual abrange diferentes tipos de ferramentas e métodos, podendo ser aplicada em dois domínios distintos (Torghabehi et al., 2016):

- Ferramentas informativas: Utilizada exclusivamente para visualizar informação, sem qualquer implicação de gestão de desempenho. Engloba ferramentas de mapeamento de processos, *layouts* de fábrica e de células de produção e etiquetas (Torghabehi et al., 2016).
- Ferramenta para orientação de ações e decisões: Exibem requisitos e definem ações. Incluem cartões *kanban*, instruções de trabalho padronizado, *andon* e quadros de gestão visual com indicadores de desempenho e metas a alcançar (Torghabehi et al., 2016).

SQCDM

Indicadores de desempenho são uma ferramenta de gestão que permitem acompanhar e controlar uma atividade ou processo, de forma a identificar desvios, corrigi-los e garantir que o desempenho desejado seja alcançado (Setiawan & Purba, 2020).

As ferramentas de gestão visual SQCDM apresentam indicadores de desempenho relacionados com Segurança e Ambiente, Qualidade, Custo, Entrega e Motivação. Estes sistemas visuais tornam os dados acessíveis, garantindo que as equipas possam monitorizar o desempenho, identificar lacunas e implementar ações corretivas de forma eficaz (Kanban Board, 2024). Assim, a utilização do modelo SQCDM permite o acompanhamento do desempenho em tempo real do processo produtivo, promovendo a participação ativa dos colaboradores no processo de melhoria contínua. Alguns exemplos de indicadores afetos a cada categoria do SQCDM encontram-se em seguida:

- Segurança e Ambiente

- Número de incidentes registados: Mede a quantidade de acidentes de trabalho ocorridos num determinado período.
- Taxa de quase acidentes: Quantifica os incidentes evitados que poderiam ter resultado em acidentes, ajudando na prevenção.

- Qualidade

- Taxa de defeitos: Mede a percentagem de produtos com defeitos em relação ao total produzido.
- Índice de retrabalho: Percentagem de produtos que necessitam de correção antes da entrega ao cliente.

- Custo

- Variação de custos: Diferença entre o custo real e o custo orçamentado para a produção.
- Percentagem de desperdício de material: Mede a quantidade de materiais desperdiçados em relação ao total utilizado.

- Entrega

- Percentagem de entregas no prazo: Mede a proporção de pedidos entregues dentro do prazo estabelecido.
- Tempo de ciclo de produção: Tempo total desde o início da produção até à entrega ao cliente.

- Motivação

- Taxa de absentismo: Percentagem de dias de ausência dos colaboradores em relação ao total de dias de trabalho disponíveis.

→ Índice de satisfação dos colaboradores: Mede o nível de contentamento dos funcionários através de inquéritos de satisfação.

A utilização do modelo SQCDM proporciona uma série de benefícios significativos para as organizações, promovendo uma cultura de transparência, onde as métricas críticas são visíveis a todos, fomentando um ambiente de abertura e comunicação eficaz (Kanban Board, 2024). Através desta abordagem, os colaboradores veem os seus esforços alinhados com os objetivos organizacionais, o que contribui para uma maior motivação e sentimento de pertença. Além disso, aumenta a capacidade de resolução rápida de problemas, recorrendo para tal a dados em tempo real que permitem uma atuação proativa na identificação e correção de desvios (Kanban Board, 2024). O modelo também facilita a otimização dos recursos, assegurando uma alocação mais eficiente com base no desempenho real, o que contribui para a redução de desperdícios e a melhoria da produtividade. Por fim, o SQCDM impulsiona a melhoria contínua, proporcionando uma visão clara do progresso e permitindo a implementação sistemática de ações corretivas e de melhoria, promovendo a excelência operacional da empresa (Kanban Board, 2024).

2.3.2 5S

Desenvolvida durante os anos 60, a técnica dos 5S é introduzida por Takashi Osada como uma metodologia direcionada para a criação e implementação de um ambiente de qualidade organizacional (Osada, 1991). Hirano (1995) afirma que os passos do 5S são concebidos para melhorar a eficiência, fortalecer o desempenho e promover a melhoria contínua em praticamente todos os setores da organização. Estes passos fazem parte de um programa estruturado de melhoria, composto por etapas interligadas de forma progressiva (Randhawa & Ahuja, 2017).

Patten (2006) enfatiza que a técnica dos 5S vai muito além de uma simples limpeza. É uma filosofia que visa atingir de forma sistemática um local de trabalho organizado, limpo e padronizado, tornado-o num espaço motivador e agradável para os colaboradores. Os 5S propõem uma transformação do local de trabalho, providenciando uma base para melhorias significativas no mesmo. Um espaço de trabalho bem organizado permite um ambiente de produção seguro e eficiente, o que eleva a motivação dos colaboradores, promove o sentimento de orgulho pelo trabalho realizado e reforça o senso de responsabilidade e propriedade sobre as suas tarefas (Randhawa & Ahuja, 2017).

A técnica dos 5S é composta por cinco etapas sequenciais, cujas iniciais resultam no nome desta metodologia (Imai, 1997):

- Seiri (Separação): Identificar os itens e classificá-los como necessários ou não necessários, descartando os últimos.

- Seiton (Organização): Organizar os itens necessários de forma clara e visual, facilitando o seu acesso e utilização.
- Seiso (Limpeza): Limpeza do local de trabalho e criar métodos para manter o local limpo.
- Seiketsu (Padronização): Desenvolver normas e procedimentos para assegurar e manter os resultados das etapas anteriores.
- Shitsuke (Auto-disciplina): Incorporar as práticas dos 5S na cultura organizacional, de modo a tornar os 5S um processo de melhoria contínua.

2.3.3 *Single-Minute Exchange of Die*

Tempos de *setup* refere-se aos tempos utilizados para a preparação dos recursos necessários para o desempenho de uma tarefa (Allahverdi, 2015). Uma vez que estes tempos não acrescentam valor ao produto e/ou serviço final, os mesmos devem ser reduzidos ou eliminados.

O *SMED*, *Single-Minute Exchange of Die*, é uma metodologia que permite elevar o desempenho do processo produtivo, reduzindo drasticamente o tempo de *setup* e melhorando a eficiência dos equipamentos (Godina et al., 2018). A aplicação desta metodologia é dividida em cinco etapas (Dillon & Shingo, 1985):

- Observação e Registo: Análise do estado atual da operação com recurso a um cronómetro e com recolha de informação junto dos operadores.
- Separação entre tarefas Internas e Externas:
 - Tarefas Internas referem-se a tarefas que necessitam que a máquina esteja parada para a sua execução.
 - Tarefas Externas referem-se a tarefas que podem ser executadas antes da paragem da máquina, com a mesma ainda em funcionamento.
- Converter o máximo possível de tarefas Internas em Externas.
- Reduzir a complexidade das tarefas internas e externas.
- Documentar os procedimentos internos e externos.

2.3.4 Mapeamento e Análise de Fluxos

A identificação da cadeia de valor é um dos pilares do *Lean Production*. Como forma de mapear e analisar o fluxo na cadeia de valor, são utilizadas diferentes ferramentas, de acordo com as especificidades pretendidas.

Value Stream Mapping

Value Stream Mapping, ou *VSM*, é uma ferramenta que permite a visualização do fluxo de material e informação pela cadeia de valor. Alguns benefícios da utilização do *VSM* incluem (Chaple & Narkhede, 2017):

- Proporciona uma visão ampla de todo o fluxo.
- Ajuda na identificação de desperdícios.
- Mostra a relação entre o fluxo de materiais e o fluxo de informações.
- Fornece uma abordagem simples e padronizada para tratar procedimentos.
- Torna as decisões mais “visíveis”.
- Forma a base para um plano de ação.

2.3.5 Outras ferramentas/metodologias

Shadowing

Shadowing refere-se à prática de observar, sem interferir, a execução de cada tarefa realizada por um colaborador, com o objetivo de entender o processo, medir o desperdício e identificar oportunidades de melhoria (Bastos et al., 2021).

Gemba Walk

Gemba Walk consiste na prática de líderes e gestores se deslocarem ao local de trabalho, *Gemba*, de modo a observarem os processos em ação, compreenderem as operações e identificarem oportunidades de melhoria.

Yokoten

Yokoten refere-se à expansão horizontal de resultados bem-sucedidos do *Kaizen*, através da partilha de boas práticas com colaboradores de outras áreas (Imai, 1997).

2.4 Modelos de Gestão de Inventário

A gestão de inventário é um fator crítico para garantir o equilíbrio entre a disponibilidade de materiais e a minimização de custos operacionais. Um modelo de gestão de inventário é uma abordagem sistemática utilizada para controlar e otimizar os níveis de stock de uma organização, com o objetivo de garantir a dis-

ponibilidade de produtos ou materiais necessários, minimizando simultaneamente os custos associados à posse, encomenda e rutura de stock.

De acordo com as características do prazo de entrega e da procura, é possível classificar os modelos de gestão de inventário em 3 tipos (Carvalho, 2005):

1. Modelos determinísticos

- Prazo de entrega e procura aproximadamente constantes;
- Modelos simples com bastante aplicação;

2. Modelos estocásticos ou probabilísticos

- Prazo de entrega e/ou procura apresentam variabilidade aleatória significativa;
- Necessário criar um stock de segurança, como amortecedor da variabilidade;
- Quanto maior o stock de segurança, menor o risco de rutura, mas maior o investimento;

3. Modelos para procura dependente

- Normalmente, em situações de stocks hierárquicos e procura irregular;
- Ex.: Qtd a produzir depende do plano de produção adotado;
- Ex.: no contexto do sistema de gestão *Material Requirements Planning* (MRP), ou no sistema *Just in Time*.

2.4.1 Modelo de Quantidade Económica de Encomenda

O modelo de Quantidade Económica de Encomenda é um modelo determinístico de gestão de inventário amplamente utilizados pelas organizações. Este modelo visa determinar a quantidade ideal de encomenda que minimiza os custos totais associados à gestão de inventário, equilibrando os custos de posse e de encomenda. Este modelo rege-se pelos seguintes pressupostos:

- A procura pelo produto é constante e conhecida;
- O prazo de entrega é fixo e não sofre variações significativas;
- Os custos unitários de encomenda e de posse são constantes ao longo do tempo.

Para a aplicação deste modelo de gestão de inventário, são necessários os seguintes parâmetros:

- R - Procura anual (unidades/ano);
- C_1 - Custo de posse por unidade por ano;
- C_3 - Custo por encomenda;
- LT - *Lead time* médio;
- $R_{\text{média diário}}$ - Procura média diária.

As fórmulas correspondentes aos parâmetros encontram-se em seguida:

$$QEE = \sqrt{\frac{2RC_3}{C_1}} \quad (1.)$$

Com:

QEE = Quantidade Económica de Encomenda.

$$PE = R_{\text{média diário}} \times LT \quad (2.)$$

Com:

PE = Ponto de encomenda.

$$CT = \frac{R}{QEE} \cdot C_3 + \frac{QEE}{2} \cdot C_1 \quad (3.)$$

Com:

CT = Custo total anual.

$$SS = n \times R_{\text{média diário}} \quad (4.)$$

Com:

SS = Stock de segurança,

n = Número de dias de stock de segurança.

2.5 Sistemas de Custeio

Calcular custos de produtos e serviços permanece uma das práticas mais difíceis para as organizações, sobretudo em contextos de mercado muito competitivos (Siguenza-Guzman et al., 2013). Empresas precisam garantir que os custos associados aos produtos e serviços que comercializam não excedem os preços de mercado (Hoozée et al., 2009), de modo a assegurarem a sua rentabilidade a longo-prazo e, consequente, sobrevivência empresarial. Recorrem, por isso, a sistemas de custeio para esta prática. Sistemas de custeio nada mais são do que sistemas de informação e de suporte à tomada de decisão (Afonso, 2002). Estes permitem às empresas determinar os custos dos seus produtos e serviços (Siguenza-Guzman et al., 2013), assumindo um papel vital na gestão das organizações. Kaplan (1988) refere que um sistema de custeio deve atender a três importantes funções:

- Avaliação de inventário, relatórios financeiros e obrigações legais, alocar custos de período a produtos vendidos e em stock.
- Controlo operacional, gerando informação relativa ao consumo de recursos para gestores de departamentos e produção.
- Custeio de produtos.

Em relação à avaliação de inventário, o sistema de custeio deve possibilitar a alocação de custos de produção de um período a objetos de custo. Estes custos dividem-se entre produtos vendidos e produtos em stock. Esta função não obriga a uma imputação precisa dos custos indiretos, uma vez que, segundo Kaplan (1988)), se a divisão de custos entre produtos vendidos e em *stock* for razoavelmente precisa, as necessidades dos relatórios financeiros serão cumpridas. Por este motivo, esta função não garante informação relevante sobre performance e custos de produtos.

Quanto ao controlo operacional, o sistema de custeio deve proporcionar informação periódica em relação à performance da produção (Kaplan, 1988). Necessita de corresponder ao nível de responsabilidade do gestor, controlar variações conhecidas no comportamento dos custos e minimizar a alocação de custos gerais aos objetos de custo. A imputação destes custos não deve ser permitida no controlo operacional, uma vez que distraem os gestores da sua principal função de monitorizar e controlar a eficiência da produção e melhorar a produtividade.

Por fim, um sistema de custeio deve custear objetos de custo. Nesta função, a imputação extensiva de custos pode ser necessária. O objetivo é fornecer aos gestores informação anual, excetuando grandes mudanças no sistema operativo, sobre os custos de produção dos objetos de custo, de modo a que possam ser tomadas decisões em relação a produtos. Estes custos devem incluir todos os gastos que

ocorrem ao longo da cadeia de valor (Kaplan, 1988). A Tabela 1 apresenta as funções de um sistema de custeio.

Tabela 1: Funções de um Sistema de Custeio, adaptado de (Kaplan, 1988)

Função	Frequência	Grau de Alocação	Alcance do Sistema
Avaliação de Inventário	Mensal ou Trimestral	Agregado	Custos de Fabrico
Controlo Operacional	Diário, por unidade	Nenhum	Centro Responsável
Custeio de Produtos	Anualmente, mudanças drásticas	Extensivo	Toda a Organização

Todas as funções anteriormente referidas mencionam objetos de custo. Um objeto de custo é uma atividade para a qual se deseja uma medição de custo individual (Ratnatunga, 1997). Esta medição pode ser classificada em três categorias:

- Custo para avaliação de stock
- Custos com o propósito de controlo
- Custos com propósito de tomada de decisão

Ratnatunga (1997) indica que, geralmente, sistemas de custeio usufruem de dois processos de alocação de custos. Primeiramente o agregado de custos diretos e indiretos de produção são imputados a centros de custo funcionais. De seguida imputa-se a acumulação de custos destes centros aos objetos de custo.

2.5.1 Custeio Tradicional

O custeio tradicional foi desenvolvido num período onde as organizações produziam pouca variedade de produtos, com uma predominância dos custos diretos, e com custos indiretos e de suporte limitados (Novićević & Antic, 1999). Estes sistemas, não só simplificam a realidade (Johnson & Kaplan, 1991), como necessitam de poucos recursos para a sua manutenção, razões para a facilidade de implementação e popularidade, sobretudo no século passado. No entanto, atualmente a utilização destes métodos insere-se meramente em procedimentos de relatórios financeiros (Siguenza-Guzman et al., 2013).

Neste método, os custos são divididos em três categorias: mão-de-obra e matéria-prima, referentes aos custos diretos, e custos indiretos (Kaplan & Cooper, 1992). Quanto a custos de suporte, nomeadamente custos de venda, custos gerais ou custos administrativos, são considerados despesas do período (Huang, 2018). O sistema de custeio tradicional apresenta um forte foco no produto (Hughes & Gjerde, 2003), e caracteriza-se pela imputação de custos diretos diretamente aos objetos de custo (Siguenza-Guzman et al., 2013). Por outro lado, custos indiretos como marketing, amortizações e eletricidade são imputados

de forma proporcional aos custos diretos (Kaplan & Cooper, 1992). Assim, produtos e os correspondentes volumes de produção são os elementos geradores de custos (Brimson, 1991). Quanto maior o volume de produção, maior a alocação de custos indiretos.

De forma resumida, a imputação de custos indiretos aos objetos de custos prossegue as seguintes etapas (Drury, 1996):

- Atribuição primária, onde os custos são imputados às secções.
- Repartição secundária, onde se procede à imputação dos custos das secções auxiliares pelas secções principais que usufruíram dos seus serviços.
- Repartição terciária, onde se procede à imputação dos custos das secções principais pelos objetos de custo.

Sistemas de custeio tradicional são sistemas de inteligível compreensão, fáceis de planear e implementar, necessitando apenas de dados já existentes na contabilidade das empresas (Labro et al., 2012). Apesar do seu desenvolvimento datar do século passado, alguns autores (Kaplan & Cooper, 1998; Tse & Gong, 2009) consideram que estes sistemas ainda funcionam em ambientes estáveis com custos indiretos baixos e fixos, com pequenas variações nas atividades, produtos e serviços.

Problemas do Custeio Tradicional

Como retratado na literatura (Waweru, 2010), estes sistemas de custeio apresentam diversos problemas associados (Johnson & Kaplan, 1991; Drury, 1996). Primeiramente, a imputação de custos indiretos com base nos custos diretos providencia informação errada que afeta a tomada de decisão. Numa organização que impute custos indiretos em função do custo de mão-de-obra, dois produtos com valores de mão-de-obra similares terão custeados os mesmos custos indiretos, independentemente dos processos e matéria-prima associados.

As práticas dos sistemas de custeio tradicional encontram-se subservientes aos requisitos da contabilidade financeira. A contabilidade de gestão destes sistemas não equaciona o ambiente externo da organização. Por fim, os sistemas de custeio tradicional não conseguem responder às necessidades atuais das organizações. Com o aumento da importância dos custos indiretos, estes métodos mostram-se incapazes de gerar informação de custos precisa (Ellis-Newman & Robinson, 1998).

2.5.2 *Activity-Based Costing*

O método de custeio ABC foi introduzido por Cooper nos anos 80, como uma alternativa aos métodos de custeio tradicionais (Cooper, 1988). Andrade et al. (1999) indicam que este sistema de custeio supera

os sistemas tradicionais na medida em que permite calcular de forma mais precisa e consistente, custos industriais. O processo de automatização da indústria, associada à política de melhoria de eficiência de processos que o mercado exige, provocou uma diminuição na participação dos custos diretos nos produtos (Kaplan & Anderson, 2007). As empresas começaram a abandonar a sua estratégia de produção em massa, oferecendo aos clientes maior variedade e customização. Assim, a nova estratégia das empresas recaiu sobre as seguintes práticas (Kaplan & Anderson, 2007):

- Produzir e inventariar uma grande variedade de produtos
- Suportar mais canais de entrada e acompanhamento de pedidos de encomenda
- Produzir e entregar em tamanhos de encomenda menor
- Entregar diretamente no local onde o cliente necessita do produto, no menor *lead time* possível
- Providenciar suporte técnico especializado

Kaplan & Anderson (2007) indicam que a implementação destas práticas industriais conduziu a um aumento dos custos indiretos nos produtos, nomeadamente para “engenharia, planeamento, receção, armazenamento, inspeção, configuração, manuseamento de materiais, embalagem, distribuição, gestão de pedidos, marketing e vendas”. Associado à diminuição dos custos diretos referidos anteriormente, conclui-se que os custos indiretos aumentaram não só de maneira absoluta, assim como relativamente aos custos totais dos produtos. A inabilidade dos métodos de custeio tradicionais de alocarem de forma correta e precisa estes custos indiretos revelou a necessidade de novos métodos de custeio, sendo o custeio ABC uma das principais alternativas (Kaplan & Cooper, 1998).

A teoria aderente a este novo sistema de custeio baseia-se na suposição de que produtos diferentes diferem na complexidade da sua produção, assim como na proporção de consumo de atividades (Siguenza-Guzman et al., 2013). Comparativamente aos métodos tradicionais, o ABC providencia uma maior precisão e eficiência na gestão de custos de atividades, uma vez que imputa diretamente os custos indiretos de cada atividade (Ellis-Newman & Robinson, 1998). Os sistemas ABC rastreiam os custos indiretos e de suporte às atividades realizadas pelos recursos, imputando os custos das atividades aos objetos de custo com base no seu consumo (Kaplan & Anderson, 2007).

Estas atividades identificam-se pela agregação de operações em tarefas, que conseqüentemente são transformadas nas atividades (Wickramasinghe & Alawattage, 2007). Todas as atividades devem estar conectadas a um produto ou a qualquer outro objetivo de reporte (Wickramasinghe & Alawattage, 2007). O sistema ABC introduz dois novos conceitos relativamente aos sistemas tradicionais: a hierarquização dos custos e o uso da capacidade prática (Labro et al., 2012). A hierarquização dos custos refere-se à caracterização das atividades em níveis, no que respeita à produção de um produto ou à prestação de um

serviço (Wickramasinghe & Alawattage, 2007; Major & Vieira, 2017). Cooper (1988) relata a existência de quatro tipos de atividades associadas a custos operacionais de fabrico, presentes na Figura 4.



Figura 4: Atividades associadas a Custos Operacionais de Fabrico (adaptado de Cooper & Kaplan, 1991)

As atividades ao nível da unidade referem-se a atividades cujos recursos são consumidos sempre que uma unidade adicional é produzida (Cooper, 1988). Estas consomem recursos proporcionalmente às quantidades produzidas e ao volume de vendas (Silva Barros & Simões, 2015). As atividades ao nível do lote são atividades cujo consumo de recursos não depende do número de unidades produzidas mas sim do número de ordens de produção (Cooper, 1988). Englobam atividades como os processamentos de ordens de compra e venda ou a preparação de maquinaria (Silva Barros & Simões, 2015). Nas atividades de sustentação do produto, o consumo de recursos é intrínseco a um produto ou linha de produtos, variando consoante a diversidade de produtos (Cooper, 1988). Abarcam todas as atividades que se prendam com a retenção de clientes, através de serviços adicionais e produtos suplementares (Wickramasinghe & Alawattage, 2007; Silva Barros & Simões, 2015). Incluem-se nestas as atividades de melhoria de produtos e engenharia de processos (Johnson & Kaplan, 1991). Por fim, as atividades de sustentação da instalação denominam atividades cujo consumo de recursos não varia pela quantidade de unidades produzida, ordens de produção ou diversidade de produtos. São atividades de cariz mais estrutural e

cujos custos não devem ser repartidos pelos diversos objetos de custeio (Silva Barros & Simões, 2015). O segundo conceito introduzido pelo ABC é o uso da capacidade prática. Os sistemas de custeio tradicionais imputam todos os custos da organização aos produtos e aos consumidores, independentemente se estes geram ou não valor ao produto (Wickramasinghe & Alawattage, 2007). Por outro lado, o ABC recorre ao conceito de capacidade prática, isto é, a capacidade realmente utilizada pelos recursos nas atividades. Para tal, questionários mensais são realizados aos trabalhadores de modo a estimar a alocação temporal de cada um por atividade.

Vantagens do Sistema ABC

O ABC possui diversas vantagens quando comparado com métodos de custeio tradicionais. Primeiramente, esta nova abordagem permite procurar as causas reais dos custos e a sua atribuição de forma mais precisa aos objetos de custeio (Silva Barros & Simões, 2015), reduzindo o grau de arbitrariedade característico do custeio tradicional. Deste modo, o ABC expande o conjunto de recursos considerados para incluir custos de vendas, custos gerais e administrativos, assim como os custos associados à pré-produção (Labro et al., 2012; Silva Barros & Simões, 2015), beneficiando de um vasto número de *pools* de custos indiretos (Ozbayrak et al., 2004).

A informação que o ABC providencia à gestão das empresas permite uma melhor tomada de decisão referente a melhoria de processos, aceitação ou rejeição de ordens de encomenda, preços e relações com clientes (Kaplan & Anderson, 2007). A capacidade de fornecer aos gestores informação que é substancialmente superior, em termos de relevância, que a dos sistemas tradicionais (Labro et al., 2012; Stout & Propri, 2011) torna atrativa a implementação deste método. Uma das principais desvantagens dos sistemas de custeio tradicionais prendia-se pela alocação dos custos indiretos. Por outro lado, este novo método retrata de forma mais precisa o consumo de recursos no interior da organização (Stout & Propri, 2011). A hierarquia de custos oferece aos gestores uma imagem clara de como os produtos, marcas, clientes, instalações, regiões e canais de distribuição geram rendimentos e consomem recursos (Cooper & Kaplan, 1991; Silva Barros & Simões, 2015). Outra vantagem do sistema ABC encontra-se no segundo conceito referido no subcapítulo anterior. Contrariamente aos sistemas tradicionais, que não são capazes de isolar os custos da capacidade fornecida que fica por utilizar (Kaplan & Cooper, 1992; Labro et al., 2012), o custeio ABC “ênfatiza o uso da capacidade prática, que em última análise reconhece e separa os custos do que não foi utilizado” (Silva Barros & Simões, 2015).

Apesar de todas as vantagens anteriormente mencionadas, o sistema de custeio ABC não foi universalmente aceite (Kaplan & Anderson, 2007). Pelo contrário, como referido em Siguenza-Guzman et al. (2013), muitos são os autores que não reconhecem o ABC como a solução para os problemas dos sistemas de custeio tradicionais (Kaplan & Anderson, 2004; Kaplan & Anderson, 2007; Tse & Gong, 2009). Primeiramente, o modelo ABC não reconhece a complexidade das atividades das organizações devido à subjetividade envolvida nas estimativas temporais dos colaboradores. A precisão dos dados não é fiável, uma vez que durante as entrevistas os colaboradores tendem a ignorar pausas e tempos não produtivos. Kaplan & Anderson (2007) referem que, por vezes, os colaboradores ajustam as suas respostas à forma como os dados serão usados.

Quando uma atividade necessita de uma alteração, a empresa reinicia o processo de entrevistar e questionar os colaboradores de modo a recolher os dados necessários, sendo este um processo moroso, caro e que consome muitos recursos. A expansão do modelo ABC, de modo a refletir maior granularidade e nível de detalhe nas atividades, provoca um aumento não-linear no esforço computacional, tornando a integração do modelo ABC com outros sistemas de informação limitada. O uso de um single driver rate por atividade dificulta a modelação de atividades *multi-driver*. Kaplan, um dos criadores deste modelo, refere num dos seus estudos (Kaplan & Anderson, 2007) que a dificuldade das empresas expandirem os seus modelos ABC a toda a organização, derivada do alto custo da capacidade de processamento necessária, obrigava à construção de sistemas ABC isolados entre instalações, limitando o potencial proveito dos mesmos. Em suma, o sistema de custeio ABC é apontado como um método “dispendioso, de aplicação demorada, complexo de manter e sobretudo fracassava em captar a complexidade das operações quotidianas” na literatura (Silva Barros & Simões, 2015).

2.5.3 *Time-Driven Activity Based Costing*

Atendendo aos problemas inerentes ao sistema de custeio ABC, Kaplan & Anderson (2004) descrevem uma nova abordagem “mais simples, tanto para estimar como para manter um modelo ABC, e mais preciso”, a qual nomeiam de *Time-Driven Activity Based Costing*. O sistema de Custeio TDABC surge como uma forma de ultrapassar os problemas relacionados com o seu predecessor, o custeio ABC, mantendo o conceito de custeio por atividade (Reddy et al., 2012). Kaplan & Anderson (2004) reconhecem que este novo modelo é mais simples, barato e rápido de implementar quando em comparação com o modelo ABC tradicional, assim como permite que os *cost driver rates* sejam baseados na capacidade prática dos recursos. O foco principal do TDABC é “facilitar e simplificar a implementação geral do sistema, ao mesmo

tempo que se ganha maior flexibilidade no que toca à modificação do modelo” (Silva Barros & Simões, 2015). Este simplifica o processo de custeio ao eliminar a necessidade de entrevistas e questionários a colaboradores na alocação de custos de recursos a atividades, e consequente imputação a objetos de custo (Kaplan & Anderson, 2007). Para tal, é requerido estimar apenas dois parâmetros, nenhum dos quais difícil de obter:

- Custo de fornecimento da capacidade de recursos
- Procura por capacidade de recursos, normalmente com base temporal, que cada objeto de custo requer

O sistema TDABC faz a alocação dos custos aos objetos de custeio com base em unidades de tempo consumidas pelas atividades (Dalci et al., 2010). Tal possibilita uma imputação de custo mais fiável do que o custeio ABC, pois permite que unidades de tempo sejam estimadas para transações complexas e especializadas (Kaplan & Anderson, 2004). A abordagem TDABC reconhece a heterogeneidade das atividades, encomendas e comportamento do cliente, enquanto simplifica o cálculo de custo de atividades, produtos e clientes (Kaplan & Anderson, 2007).

Capacity Cost Rates

Capacity Cost Rates, ou taxa de custo de capacidade, é um dos parâmetros essenciais à implementação do custeio TDABC. De forma prática, refere-se aos recursos utilizados para realizar as atividades por unidade de tempo (Reddy et al., 2012).

$$\text{Taxa de Custo de Capacidade} = \frac{\text{Custo de Capacidade}}{\text{Capacidade Prática}} \quad (5.)$$

A Equação 5. mostra como calcular a taxa de custo de capacidade, onde *Capacity Cost* é o custo de fornecimento da capacidade de recursos e *Practical Capacity* é a capacidade prática disponível.

Começando pelo custo de fornecimento da capacidade de recursos, normalmente incorpora os custos salariais dos colaboradores, os custos de equipamento e tecnologias utilizadas, o custo do espaço e outros gastos incorridos (Reddy et al., 2012; Kaplan & Anderson, 2007; Stout & Propri, 2011). Em relação aos salários dos colaboradores, estes incluem todos os custos envolvidos, como impostos, seguros de saúde, subsídios de alimentação e outros benefícios, tanto para a mão-de-obra direta, como para supervisores e mão-de-obra indireta. Quanto aos custos com equipamentos e tecnologia, estes englobam custos de depreciações, software informático e de telecomunicações. Formas mais avançadas para o cálculo deste

tipo de custo são sugeridas por Kaplan & Anderson (2007), considerando a amortização da aquisição de equipamento substituto ou o custo de oportunidade de investimento.

O custo do espaço utilizado refere-se ao custo do espaço ocupado por funcionários, equipamento e supervisores no cumprimento das suas atividades. Inclui a depreciação de instalações, utilitários, manutenção, limpeza e seguro do espaço. Este custo é, normalmente, imputado a cada departamento em função da área alocada a estes (Kaplan & Anderson, 2007). Por fim, os outros gastos incorridos referem-se a outros custos indiretos e recursos de suporte, como custos com departamentos de suporte, nomeadamente Recursos Humanos, Finanças e Tecnologias de Informação (Kaplan & Anderson, 2007). A incorporação dos custos com departamentos de suporte no custo de fornecimento da capacidade de recursos deve seguir o que Kaplan & Anderson (2007) designam de “*Rule of 1*”¹, isto é, podem ser imputados quando são constituídos por apenas 1 colaborador ou recurso. Segundo os mesmos, quando estes departamentos têm mais de um colaborador ou recurso, então existe uma necessidade de capacidade superior para a qual apenas uma pessoa não permite uma resposta eficaz. Nestes casos, as empresas devem utilizar os mesmos princípios da construção do modelo TDABC para os departamentos de suporte.

A capacidade prática também pode ser facilmente calculada de duas formas, analiticamente ou estimada arbitrariamente. Para determinar a capacidade prática analiticamente, começa-se por calcular a capacidade teórica e subtrai-se os tempos em que o colaborador ou a máquina estão indisponíveis para trabalhar. Nos colaboradores, estes tempos referem-se, por exemplo, a pausas, formações e reuniões. Nas máquinas, estes tempos referem-se a manutenção, reparações, *start-ups* e *shutdowns*. Estes períodos de tempo são determinados quer por observação direta, como questionando diretamente os funcionários e as equipas de gestão, assim como analisando os dados históricos de que a organização dispõe (Silva Barros & Simões, 2015).

Por outro lado, a capacidade prática pode ser estimada a partir da capacidade teórica. Os valores de referência sugeridos por Kaplan & Anderson (2004) são de 80% para colaboradores e 85% para máquinas. A precisão da estimativa da capacidade prática não é um fator crítico à implementação do sistema TDABC, uma vez que o mesmo requer rigor mas não um elevado grau de precisão (Kaplan & Anderson, 2007). Kaplan & Anderson (2004) indicam que o modelo em si revelará esses erros de precisão ao longo do seu processo de execução.

Existem alguns fatores a ter em conta no cálculo da capacidade prática, segundo Kaplan & Anderson (2007):

- Aquisição irregular de capacidade

¹ Regra do 1

- Capacidade sazonal ou de pico de procura
- Capacidade que eleva a qualidade do serviço
- Atribuição de custos de capacidade não utilizada

Em relação ao primeiro fator, no caso de aquisição de um equipamento onde se prevê um uso menor da sua capacidade, devido a restrições na procura ou no sistema produtivo, deve-se usar esta como a sua capacidade prática. Quando, e se tais restrições forem ultrapassadas, a capacidade do recurso deve ser atualizada para o valor real. No caso da procura sazonal, se a organização decidir não diminuir a capacidade, ou até aumentar a mesma durante um período de maior procura, os custos da capacidade não utilizada devem ser imputados aos meses de necessidade de maior capacidade.

Na condição de os requisitos de um cliente conduzirem ao aumento dos custos de atividade associados a algum produto de outro cliente, este aumento deve ser imputados ao primeiro. Nos custos de capacidade não utilizada, o princípio geral indica que a imputação dos mesmos deve ocorrer nos departamentos ou unidades nos quais recaíram a decisão sobre essa mesma capacidade ou consumo de recursos (Kaplan & Anderson, 2007).

Equações de Tempo

Uma das principais inovações do modelo TDABC encontra-se no recurso a equações para estimar os tempos de atividades básicas. Estas equações permitem que o modelo reflita como é que as características das atividades variam os tempos despendidos (Kaplan & Anderson, 2004), incluindo, para isso, múltiplos termos, caso a atividade necessite (Dalci et al., 2010; Silva Barros & Simões, 2015).

Kaplan & Anderson (2004) indicam que as empresas, geralmente, conseguem prever quais os drivers, responsáveis pela simplicidade ou complexidade das transações. Estes são frequentemente encontrados nos softwares informáticos das organizações, tal como nos sistemas de ERP. Kaplan & Anderson (2007), mais tarde, elaboraram um conjunto de etapas a seguir para a obtenção das equações temporais.

1. Começar pelos processos de custos mais elevados, uma vez que terão um maior impacto no custo final.
2. Definir de forma clara o que inicia e finda cada processo.
3. Determinar os fatores de variação de tempo chaves de cada processo. Para cada atividade começar pelo fator mais influente no consumo da capacidade.
4. Usar fatores de variabilidade aos quais a empresa já tem acesso.

5. Envolver os colaboradores na construção das equações temporais.

Em relação ao quarto passo, não é aconselhável adquirir tecnologia de recolha de dados apenas para aprovisionar o modelo TDABC. No entanto, este investimento pode ser justificável dependendo da situação. Quanto ao sexto passo, a equipa responsável pelo projeto deve começar por explicar o propósito do projeto e como o departamento em questão está envolvido. O desenvolvimento das equações com a ajuda dos colaboradores eleva a fiabilidade das mesmas, e facilita a compreensão e acréscimo de complexidade quando necessário.

Assim, uma equação temporal é composta por um tempo padrão, ao qual se incrementa tempo consoante fatores de variabilidade. A Equação 6. mostra como calcular o tempo de atividade considerando os incrementos de atividades.

$$\text{Tempo de Atividade} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i \quad (6.)$$

Com:

β_0 = Tempo padrão de atividade

β_i = Tempo estimado de incremento da atividade i

X_i = Quantidade de atividade incremental i

Kaplan & Anderson (2007) referem que, durante a implementação desta metodologia, identificaram diversos benefícios associados às equações temporais. As equações temporais permitem que o modelo TDABC seja menor, mais simples e mais flexível do que modelos convencionais ABC. A adição de termos às equações aumenta linearmente a complexidade do modelo. O modelo TDABC apresenta maior precisão ao modelar a variação dos processos com a adição de termos nas equações temporais. A utilização de dados provenientes de sistemas de software ERP e CRM reduz o risco de imprecisão proveniente da informação subjetiva dos colaboradores.

A estimativa de equações temporais reduz o número de colaboradores a entrevistar e elimina a necessidade de questionários de alocação de tempo. Dados relacionados a consumo de tempo podem ser observados diretamente ou estimados, sem a necessidade de constante atualização mensal. A facilidade de expansão para toda a empresa também é uma das mais valias associadas a este sistema. Uma vez que muitos processos são semelhantes, equações temporais numa instalação podem ser replicadas a outras instalações da mesma organização. Possibilita a realização de análises de capacidade e previsão,

através do uso de equações temporais para avaliar a capacidade de resposta de recursos a planos de produção ou variações da procura, contribuindo para a identificação de melhorias nos processos. Na construção de equações temporais, é possível encontrar atividades que não acrescentam valor ou ineficientes. As organizações também podem utilizar as equações temporais para comparar e identificar as melhores práticas de processos e transferi-las para as restantes instalações da empresa.

2.6 Implementação TDABC

Kaplan & Anderson (2004), demonstram as que consideram ser as 4 fases da implementação do custeio TDABC. Na Figura 5 apresentam-se as fases de implementação de um sistema de custeio TDABC, assim como o propósito e as ações envolvidas.

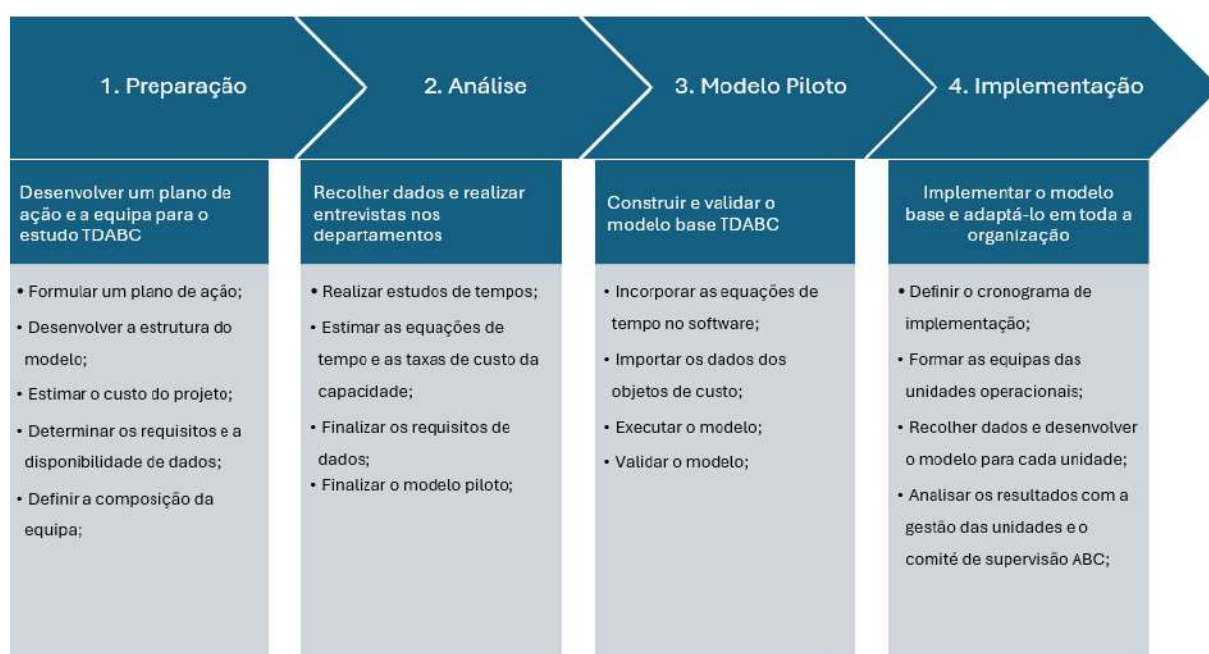


Figura 5: Fases de Implementação TDABC (reproduzido de Kaplan & Anderson, 2007)

2.6.1 Preparação

A primeira etapa do modelo desenvolvido por Kaplan & Anderson (2004) denomina-se Preparação. Um projeto de implementação de um modelo TDABC pode servir diversos propósitos, desde o estudo da rentabilidade de produtos, otimização de processos de produção, até à análise da lucratividade de clientes. Assim, o primeiro passo da Preparação encontra-se na definição dos objetivos da implementação. Esta definição permite a escolha de um responsável para o projeto que melhor se adeque ao seu propósito. Um exemplo seria a nomeação do diretor de Marketing caso o objetivo da implementação envolva-se o estudo

da rentabilidade de clientes, ou do diretor da produção caso o objetivo envolva-se a melhoria dos processos de produção. Reconhecido um líder do projeto, procede-se a elaboração de um plano de implementação, definindo-se o raio de ação para o projeto, as data de início e conclusão, custos estimados e os dados necessários. Por fim, inicia-se o desenvolvimento de um projeto piloto que permita observar os benefícios e os custos da implementação de forma rápida e sem grandes riscos associados.

Um aspeto importante é a composição da equipa responsável pela implementação do projeto. Kaplan & Anderson (2004) acreditam que a implementação do custeio TDABC necessita de uma participação ativa da gestão de topo, uma vez que o mesmo envolve uma variedade de departamentos. Colaboradores ligados a TI são essenciais para garantir os dados necessários para a implementação, assim como a própria modelação do sistema do custeio e consequente atualização. Na elaboração das equações temporais, o envolvimento de colaboradores operacionais é importante para a sua validação, transmitindo credibilidade a todo o modelo. Ainda, durante a fase de projeto piloto, a equipa deve estudar a adaptação do sistema para um software de gestão específico, devido à grande compatibilidade dos mesmos com o custeio TDABC (Kaplan & Anderson, 2004).

2.6.2 Análise

A segunda fase do modelo de implementação do custeio TDABC denomina-se Análise. Nesta etapa recolhe-se informação e conduzem-se entrevistas em cada departamento, com o objetivo de determinar as atividades a custear, assim como calcular custos associados aos mesmos. É recomendado o recurso ao ERP ou outro software de gestão utilizado pela organização que permita a recolha de dados relevantes, recorrendo a colaboradores de TI e ao departamento Financeiro para facilitar este processo. Com a informação relativa aos departamentos, atividades e consequentes custos, a equipa inicia o desenvolvimento das equações temporais. Tal só é possível através de entrevistas a colaboradores dos departamentos, assim como o recurso à observação direta. Kaplan & Anderson (2004), nos seus estudos, recomendam a entrevista de dois a três colaboradores por departamento, de modo a determinar os processos e atividades chave, os drivers que provocam variação na capacidade utilizada pelos objetos de custo e o tempo médio das atividades.

2.6.3 Modelo Piloto

Numa terceira etapa, denominada Modelo Piloto, o modelo de custeio TDABC é construído, utilizando os dados previamente recolhidos. A sua construção pode ser generalizada nos seguintes passos (Kaplan & Anderson (2004)):

- Imputar os custos financeiros gerais aos departamentos
- Imputar os custos dos departamentos a uma ou mais atividades
- Carregar dados de transações
- Incorporar os tempos estimados e as equações temporais de cada atividade
- Imputar os custos das atividades aos objetos de custo, via equações temporais
- Calcular custos e lucratividade por encomenda, SKU 's, cliente ou fornecedor

Kaplan & Anderson (2004) indicam que, embora o modelo Piloto possa ser construído no próprio ERP ou em folhas de cálculo não especializadas para a metodologia TDABC, a complexidade do modelo, identificação e correção de problemas e expansão ao resto da organização poderão ser entraves à sua implementação. Sugerem que um dos principais resultados da implementação do modelo Piloto seja o *know-how* de como automatizar o aprovisionamento de dados diretamente do ERP ou de um outro sistema para um software especializado na performance de TDABC. O modelo desenvolvido deve assegurar a capacidade de cumprir os requisitos presentes na Figura 6.

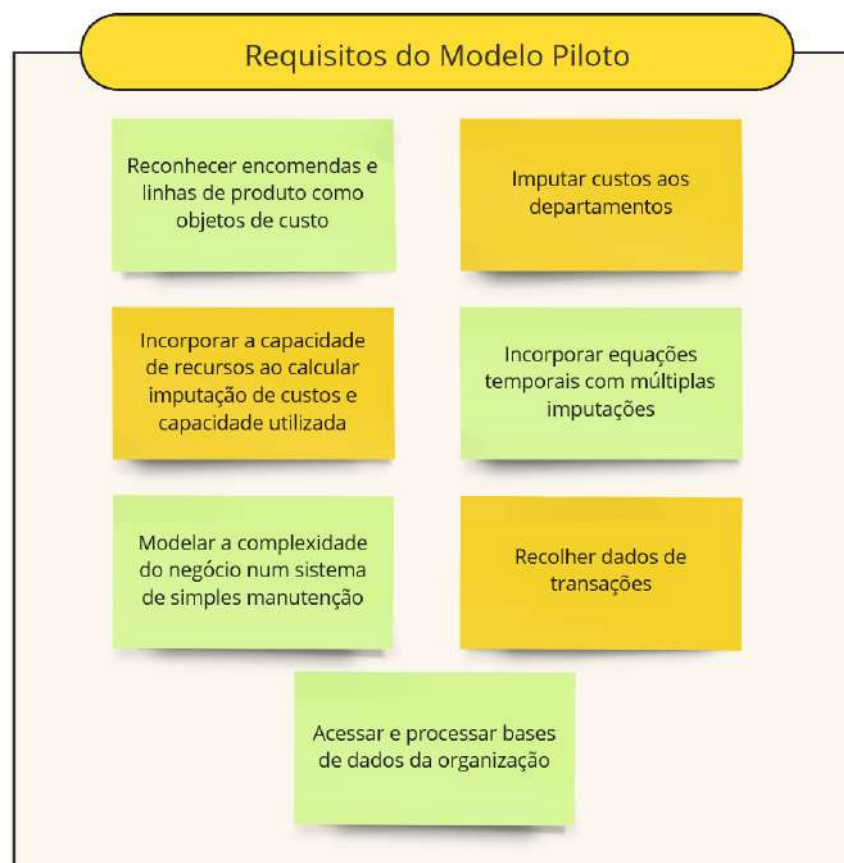


Figura 6: Requisitos de um Modelo Piloto TDABC

Após a construção do modelo Piloto, procede-se a validação financeira e operacional do mesmo. Finan-

ceiramente, recorre-se aos custos reais verificados num período e compara-se com os custos estimados pelo modelo. Numa fase inicial, Kaplan & Anderson (2007) reconhecem que se pode suprimir o cálculo do custo da capacidade, e apenas imputar custos gerais de um dado período nos objetos de custo, com base na percentagem relativa de tempo gasta por cada um. Assim, o modelo garante que os custos registados no período correspondem aos custos calculados pelo modelo, validando a receita e o custo dos produtos. Após esta validação, o modelo pode incorporar o cálculo do custo da capacidade, no qual a soma do custo da capacidade utilizada e da capacidade não utilizada deve igualar os custos gerais. O passo final seria a utilização de custos estimados no lugar dos custos reais observados, de forma a evitar que variações pontuais distorçam o cálculo da lucratividade de clientes ou produtos.

A nível operacional, a validação é realizada a partir da capacidade utilizada. Ao incorporar os dados relativos a transações de um período, o modelo retorna a capacidade utilizada em cada atividade. Valores de utilização de capacidade demasiado elevados ou demasiado reduzidos sugerem erros na estimativa da capacidade, nos coeficientes das equações temporais ou nas unidades usadas. Nestes casos, Kaplan & Anderson (2004) propõem que sejam realizadas três perguntas:

1. Se o processo encontra-se, supostamente, a trabalhar muito acima das suas capacidades, podem algumas das estimativas de tempo estar inflacionadas? O departamento tem recursos adicionais ou tempo disponível que não foram incorporados na criação do modelo?
2. Se o processo encontra-se, supostamente, a trabalhar muito abaixo das suas capacidades, pode o mesmo estar a executar mais atividades do que as atribuídas às equações temporais?
3. Pela revisão do histórico, o processo ou departamento tem constantemente operado acima ou abaixo das suas capacidades?

Após a validação do modelo Piloto, a equipa responsável deve analisar os dados obtidos em relação a custos, capacidades utilizadas e tempo de processos, referentes tanto a objetos de custo como a clientes, de modo a identificar oportunidades que aumentam a rentabilidade da organização. Kaplan & Anderson (2007) dividem as ações que empresas já realizaram a partir dos dados providenciados pelos seus modelos TDABC em 2 grupos, presentes na Figura 7.

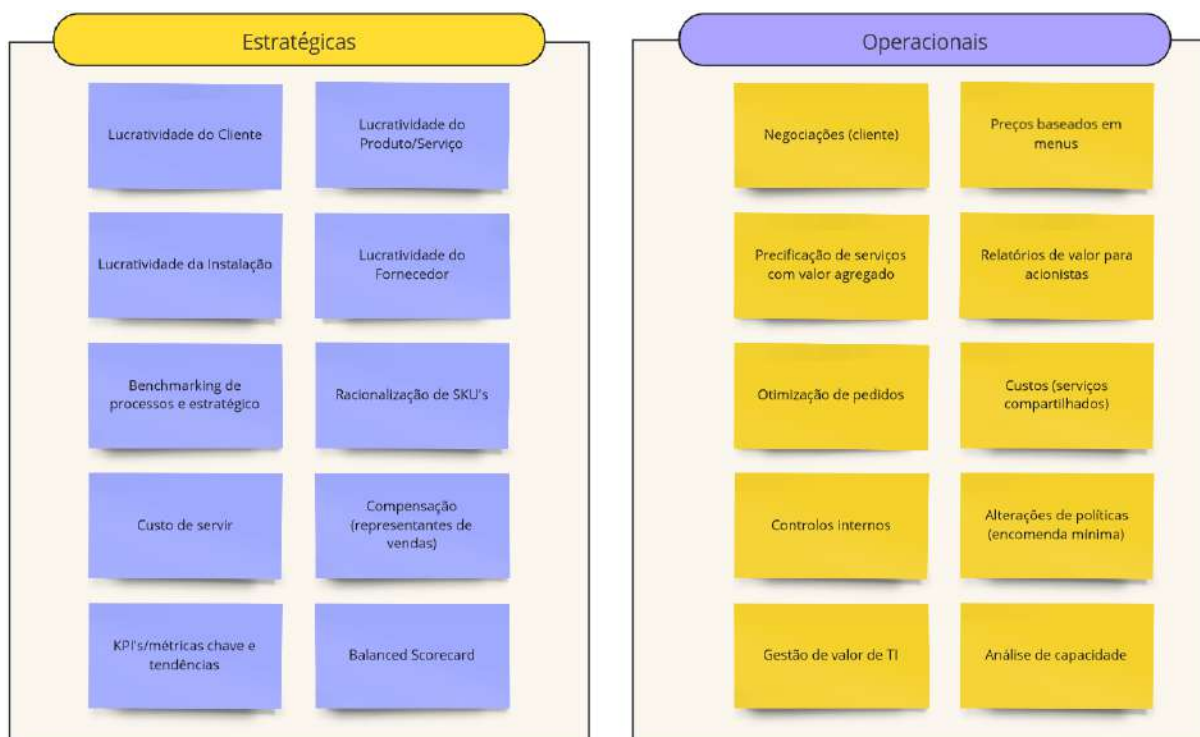


Figura 7: Ações estratégicas e Operacionais (adaptado de Kaplan & Anderson, 2007)

A análise e implementação de propostas de melhoria não tem necessariamente de ser conduzida pela equipa responsável pela construção do modelo Piloto, no entanto pode e deve ser parte integrante deste processo.

2.6.4 Lançamento Empresarial

Nesta ultima fase, o modelo Piloto é expandido a toda a organização. Caso o modelo Piloto englobe um ou mais centros de serviço, a expansão será facilitada consoante a homogeneidade dos restantes centros da empresa. Em situações de heterogeneidade de centros de serviço, a equipa responsável pelo modelo Piloto torna-se o grupo consultor da organização para a expansão. As suas funções concentram-se no treino e aconselhamento de equipas de projeto para cada centro de serviço. Um grupo central padroniza dados e define processos, coordena o aprovisionamento de dados a partir de recursos informáticos centrais e monitoriza o projeto de cada unidade de negócio (Kaplan & Anderson, 2004).

2.6.5 Vantagens do modelo TDABC

Como referido no início deste subcapítulo, o modelo de custeio TDABC apresenta-se na literatura como um modelo simples, barato e bastante mais poderoso em comparação com o modelo de custeio ABC (Silva Barros & Simões, 2015), ao que se acrescenta a sua facilidade de implementação (Reddy et al.,

2012; Tse & Gong, 2009).

A eliminação da necessidade de conduzir diversos inquéritos e questionários com colaboradores dos departamentos, de modo a assegurar a percentagem de tempo despendido por atividade, torna o processo de custeio mais simples, preciso e menos dispendioso (Reddy et al., 2012). Os colaboradores, durante a sua estimativa de alocação temporal, relatavam percentagens que somadas atingiam os 100%, desconsiderando pausas e tempos onde não realizavam trabalho efetivo. O modelo TDABC permite a substituição destes valores por valores reais, observáveis diretamente (Kaplan & Anderson, 2004). Tal torna o modelo menos propício a erros (Reddy et al., 2012), pois evita várias estimativas intermédias (Labro et al., 2012). O modelo de custeio TDABC permite diferenciar capacidade utilizada de capacidade não utilizada, subtraindo ao tempo da capacidade disponível a quantidade de tempo utilizado, oriundo da adição dos tempos estimados por atividade (Giannetti et al., 2011). Este cálculo também pode ser realizado com custos em vez de tempos (Giannetti et al., 2011). Conclui-se que, ao conhecer a capacidade não utilizada, é possível determinar se a organização estará a trabalhar a um nível desejado de eficiência, ou se será necessário um plano de melhoria (Giannetti et al., 2011).

Outra vantagem do custeio TDABC resulta do tipo de dados resultantes da sua implementação. Este modelo permite às empresas analisar os custos associados a cada objeto de custo pretendido, os vínculos entre as *pools* de recursos e as *pools* de custos, a quantidade de recursos não utilizados e os respetivos custos a eles associados (Tse & Gong, 2009). Auxilia e suporta as decisões da gestão de topo (Giannetti et al., 2011) no que respeita a rentabilidade, análise de mix de produtos e clientes e políticas de preços. Silva Barros & Simões (2015) indicam que, tal como advogava o ABC, também esta nova versão consegue ajudar os gestores com a melhoria dos processos internos, uma vez que a construção das equações de tempo pode colocar em evidência desperdícios e ineficiências (Kaplan & Anderson, 2007). O uso desta metodologia leva a que os modelos sejam menores e mais flexíveis, pois a complexidade das atividades aumentam linearmente com a introdução de novos termos nas equações (Kaplan & Anderson, 2007). Esta era uma das grandes barreiras do custeio ABC que, com o aumento da complexidade das atividade e do número de processos, exigia demasiados recursos para implementar e manter o modelo (Kaplan & Anderson, 2004). A capacidade do TDABC identificar e reportar a complexidade dos processos de forma simples, oferece consequentemente às organizações, uma poderosa ferramenta de negociação nas relações com os clientes (Kaplan & Anderson, 2004).

A introdução de fatores de variabilidade nas equações temporais permite aumentar a precisão do sistema (Reddy et al., 2012). Uma vez que estes fatores podem ser aprovisionados por sistemas de informação internos, como ERP ou CRM, facilmente o modelo torna-se mais rigoroso (Kaplan & Anderson, 2007),

reduzindo drasticamente o tempo de processamento requerido para obter a informação de custeio (Stout & Propri, 2011). Tal como mencionado anteriormente, a utilização de equações temporais diminui a complexidade do modelo e, conseqüentemente, o número de recursos utilizados para a manutenção e atualização do sistema, possibilitando a utilização dos mesmos para a extração de valor da informação adquirida (Kaplan & Anderson, 2004). Silva Barros & Simões (2015) revelam que a enorme vantagem a esta melhoria da abordagem tradicional do ABC é a capacidade de se realizar análises preditivas a partir do uso de equações de tempo. Oferece às organizações a oportunidade de antecipar a escassez ou excesso de capacidade e tomar medidas preventivas (Kaplan & Anderson, 2007).

Por fim, o método de custeio TDABC pode ser aplicado à maioria das organizações independentemente da complexidade e do nível de clientes, produtos, canais, segmentos ou processos (Kaplan & Anderson, 2007). A exceção encontra-se nas organizações de produção por encomenda, que devido a instabilidade e imprevisibilidade do ambiente de produção, podem originar dificuldades na definição das equações de tempo (de Souza et al., 2008).

2.7 Análise Económica de Implementações Lean

A implementação de práticas *Lean* tem sido amplamente adotada pelas organizações com o objetivo de reduzir desperdícios, melhorar a eficiência dos processos e aumentar a satisfação do cliente (Womack et al., 1990). No entanto, para além dos ganhos operacionais, a análise financeira das iniciativas *Lean* torna-se essencial para justificar investimentos, medir o retorno financeiro e garantir a sustentabilidade das melhorias implementadas. A avaliação financeira do impacto das implementações *Lean* é, geralmente, realizada através de métricas como o Retorno sobre as Vendas (ROS), o Retorno sobre os Ativos (ROA) e o Retorno sobre o Investimento (ROI) (Hofer et al., 2012).

Apesar dos inúmeros estudos que investigam a relação entre a produção *Lean* e o desempenho financeiro, os mecanismos exatos pelos quais a produção *Lean* impacta os resultados financeiros ainda não são amplamente explorados na literatura (Hofer et al., 2012). Essa lacuna evidencia a necessidade de integrar métricas financeiras e operacionais, utilizando abordagens como *Value Stream Costing* e o TDABC, que permitem uma análise mais detalhada dos custos ao longo da cadeia de valor.

A temática desta dissertação assenta na incorporação do modelo TDABC de forma a analisar e avaliar economicamente oportunidades de melhoria de processos. Segundo Kaplan & Anderson (2007), a aplicabilidade desta funcionalidade no sistema de custeio ainda não foi muito aprofundada na literatura. No entanto, os autores referem como uma organização pode beneficiar da sinergia entre *Lean Management* e o TDABC, na implementação e análise de propostas de melhoria de processos.

Os projetos de *Lean Management*, assim como os projetos TDABC, necessitam tipicamente de recolha manual de dados a nível dos departamentos, de modo a conseguir estudar a melhoria de processos dos mesmos (Kaplan & Anderson, 2007). A complementaridade entre os dois métodos surge no tipo de dados com que ambos trabalham. Projetos de *Lean Management* focam o seu estudo na qualidade e tempos de ciclos de processos. Por outro lado, o TDABC oferece informação relativa a capacidade e custos de processos. Desta forma, Kaplan & Anderson (2007) acreditam que o TDABC pode custear e avaliar propostas de melhoria de *Lean Management*, providenciando uma análise económica que por vezes estes projetos carecem. O *Lean Management* pode aproveitar a informação financeira do TDABC para guiar os seus esforços de modo a eliminar ou reduzir atividades que não agreguem valor, assim como diminuir o consumo de recursos. As equações temporais usadas no método TDABC permitem calcular facilmente os custos associados de atividades que não agregam valor, assim como facilitam a compreensão dos custos das operações (Afonso, 2002).

Kaplan & Anderson (2007) indica que empresas como o HSBC estão a expandir as suas iniciativas de *Lean Six Sigma*, uma variante do *Lean*, para incorporar as capacidades do TDABC. Para tal, seguem uma sequência estruturada de etapas:

1. Definir os processos: Identificação das etapas das atividades durante a fase de definição.
2. Medir o tempo decorrido em cada etapa do processo: Durante esta fase, a equipa do projeto realiza entrevistas com os colaboradores dos departamentos para estimar o tempo médio por etapa, podendo também utilizar tempos padrão da indústria.
3. Construir a equação de tempo do processo: Após a definição da equação de tempo, o modelo pode ser atualizado de forma dinâmica, com pouca ou nenhuma intervenção manual.

Neste exemplo, a integração do TDABC no *Lean Six Sigma* permitiu uma melhor compreensão dos custos associados aos processos, tornando a análise mais precisa e contribuindo para a tomada de decisões estratégicas com base em dados reais.

Já no setor da saúde, Sethi et al. (2022) conduziu um estudo que integrou as metodologias *Lean* e o TDABC para mapear e padronizar os fluxos de cuidado em pacientes submetidos à cirurgia de fusão da coluna vertebral, permitindo uma análise detalhada dos custos por atividade. A abordagem conjunta identificou variações significativas nos tempos e custos dos processos, auxiliando na otimização dos fluxos de trabalho e na alocação eficiente de recursos. Como resultado, a combinação das metodologias contribuiu para uma gestão financeira mais precisa e para a melhoria da qualidade dos cuidados prestados.

Capítulo 3

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

No presente capítulo realiza-se a introdução e caracterização da empresa na qual foi desenvolvido este projeto. Numa primeira fase é elaborada a apresentação da empresa em questão, a história e evolução da mesma, incluindo prémios e certificações, assim como a sua missão, valores e estratégia. Posteriormente, o foco incide sobre a estrutura organizacional, os produtos e serviços que comercializa e os mercados em que atua, concluindo com o sistema produtivo e o fluxo de material.

3.1 Apresentação e Localização

A presente dissertação foi realizada na empresa Metalomarão – Equipamentos para a Indústria Extrativa, S.A. Localizada em Gondar, Amarante. Esta é uma empresa consagrada no mercado nacional e internacional destinado à comercialização e fabricação de equipamentos para a indústria extrativa de inertes e betão. A história da Metalomarão encontra-se apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: História da Metalomarão

Data	Acontecimento
1999	Início de atividade com a denominação Social de Sociedade Limitada. Sede localizada na Lomba, Amarante. Área fabril com cerca de 700m ² em 740m ² de área total.
2002	Mudança de sede para Gondar, Amarante. Área fabril com cerca de 1100 m ² em 5 000m ² de área total. Início do processo de Internacionalização, com a exportação para o mercado Internacional, nomeadamente Angola.
2004	Certificação pelas normas da qualidade NP EN ISO 9001. Exportação para o mercado Europeu, nomeadamente Espanha e França.
2007	Aumento da área fabril para cerca de 1 850m ² em 5 850m ² de área total. Renovação do seu certificado pelas normas da qualidade NP EN ISO 9001.
2008	Criação do Site da empresa.
2009	Certificado de PME Líder.

Data	Acontecimento
2010	Aumento da área fabril para 2 750mm ² em 10 000m ² de área total. Renovação do certificado pelas normas da qualidade NP EN ISO 9001. Procura de novos mercados, nomeadamente Moçambique, Marrocos e Argélia. Venda do primeiro projeto para Marrocos. Certificado de PME Líder e PME Excelência.
2012	Mudança de denominação Social para Sociedade Anónima. Certificado de PME Líder. Venda do primeiro projeto para Argélia e Rússia.
2013	Renovação do certificado pelas normas da qualidade NP EN ISO 9001. Certificado de PME Líder. Certificado de PME Excelência.
2014	Certificado de PME Líder.
2015	Renovação do site da Empresa. Projeto de melhoria nas instalações para a modernização e imagem da empresa.
2016	Renovação do certificado da Qualidade com a transição para a norma NP EN ISO 9001:2015.

3.2 Missão, Valores, Estratégia

A missão da Metalomarão foca-se no servir das necessidades do setor da indústria de extração e transformação de inertes, produzindo e fornecendo equipamentos e manutenção com a qualidade exigida por estas atividades. Esta missão é moldada pelos valores pelos quais a empresa se rege, nomeadamente:

- Confiança
- Ética empresarial
- Fiabilidade
- Qualidade

A política de qualidade da Metalomarão consiste na satisfação crescente dos seus clientes. A partir da promoção do desenvolvimento e satisfação dos colaboradores, a empresa pretende encorajar a participação dos mesmos na empresa, considerando as suas ideias e sugestões na melhoria da qualidade e da metodologia dos processos de trabalho. A empresa também se compromete a selecionar fornecedores que assumam compromissos de qualidade dos seus serviços. A Metalomarão tem implementado o sistema de gestão da qualidade, tendo a organização como diretrizes.

3.3 Estrutura Organizacional

A Metalomarão conta com cerca de 50 colaboradores, divididos entre seis departamentos e a produção fabril. A Tabela 3 introduz cada um desses departamentos.

Tabela 3: Organização Interna da Metalomarão

Departamento	Função
Aprovisionamento	Aprovisionamento de matéria-prima, material de escritório, requisição externa e avaliação dos fornecedores.
Comercial	Elaboração de anteprojeto, orçamentação e acompanhamento do projeto junto do cliente.
Técnico	Concessão e elaboração dos desenhos técnicos.
Gestão da Produção	Planeamento e gestão da Produção .
Recursos Humanos	Contabilidade e Recursos Humanos.
Qualidade	Melhoria contínua, controlo e manutenção de equipamentos.
Produção	Concessão do projeto de obra.

O departamento da Gestão de Produção localiza-se num compartimento da fábrica, o que permite a visualização de grande parte da área fabril. Os restantes departamentos localizam-se na zona dos escritórios, no piso superior à produção. A estrutura organizacional pode ser consultada no organograma presente no Anexo I - Organograma da Metalomarão.

3.4 Clientes e Mercado

A Metalomarão é uma empresa consagrada no mercado nacional e internacional na fabricação de equipamentos para a indústria extrativa de inertes e betão. Distinguem-se três tipos de mercados nos quais a empresa atua:

- Mercado Nacional
- Mercado Internacional
- Mercado Intracomunitário, isto é, referente à União Europeia

No ano de 2023, o mercado Nacional dominou o orçamento adjudicado pela empresa, contabilizando quase 80 % do orçamento adjudicado, como observado na Tabela 4.

Tabela 4: Orçamento adjudicado no ano 2023 por Mercado

Mercado	Orçamento adjudicado (€)	Orçamento Adjudicado (%)
Nacional	1 992 804,26	79,8
Intracomunitário	488 236,71	19,6
Internacional	14 683,00	0,6

No entanto nem sempre se observou esta hegemonia do mercado Nacional, que prosperou sobretudo nos anos de pandemia. A Metalomarão demonstra a sua propensão internacional com a colaboração ao longo dos anos em projetos, direta e indiretamente, em 17 países, de seguida enunciados na Figura 8.

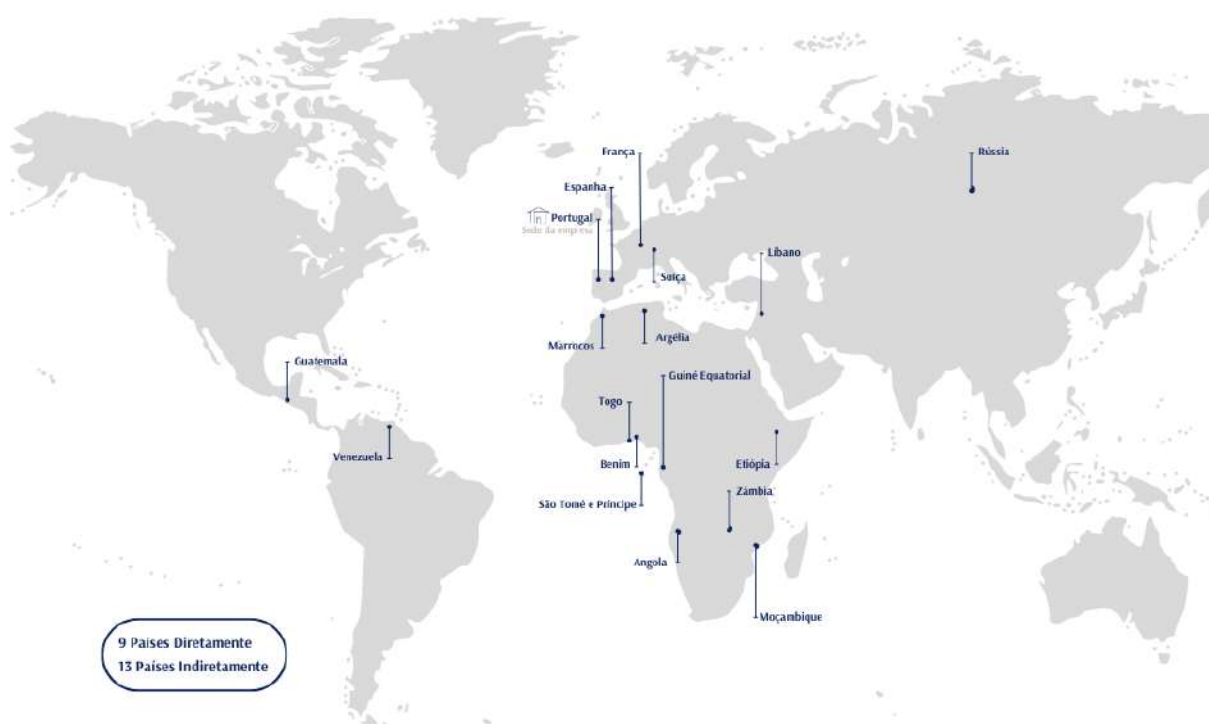


Figura 8: Países onde se realizaram projetos com participação da Metalomarão

3.5 Produtos e Serviços

A Metalomarão especializa-se na comercialização e fabricação de equipamentos para a indústria extrativa de inertes e betão, assim como toda a estrutura associada. Atendendo à complexidade intrínseca a este setor, a empresa colabora com o cliente de modo a confeccionar um projeto que atenda às necessidades

do mesmo. Com um sistema de produção de Engenharia por Encomenda, os projetos desenvolvidos pela Metalomarão podem integrar a concessão e desenvolvimento da obra, assim como incidir na produção de equipamentos standard. Com menor frequência, a empresa também comercializa serviços de reparação de equipamentos, fornecimento direto e fornecimento de peças de reposição. A Figura 9 apresenta um projeto de obra desenvolvido pela Metalomarão.



Figura 9: Instalação Completa - meter cidade

3.6 Matéria-Prima

A Metalomarão divide a matéria-prima em dois tipos, os quais adquire para utilizar na produção. O primeiro, denominado de Matéria-Prima, engloba quatro famílias de material:

- Perfis
- Chapas
- Tubos
- Varões

Este grupo refere-se aos materiais básicos mais utilizados na produção. São sujeitos a processos de fabrico dentro da empresa e podem ser comprados em diversos tamanhos e características de acordo com as necessidades específicas do projeto.

O segundo grupo, a empresa denomina de Material Comércio e abrange os materiais que não fazem parte de nenhuma das famílias anteriormente mencionadas. Exemplos deste tipo de material englobam motores para tapetes transportadores, a parafusaria e outros materiais para consumo na obra.

3.7 Descrição do Processo Pré-Produtivo

O processo Pré-produtivo de um projeto de obra inicia-se após um pedido de fornecimento do cliente. O departamento Comercial recebe o pedido, elabora um anteprojeto simples e realiza a orçamentação do projeto. Após juntar estes elementos numa proposta de fornecimento, a mesma é enviada ao cliente e registada no Registo de Propostas de Fornecimento. Caso a proposta de fornecimento seja aceite, é agendada uma reunião de abertura de obra entre os responsáveis de cada departamento, onde o Diretor Técnico define responsabilidades para o desenvolvimento do projeto. Após a reunião, inicia-se a fase de conceção e desenvolvimento no departamento Técnico. O responsável por este departamento distribui as tarefas por colaborador, que concessionam e elaboram os desenhos técnicos para a produção. Realizados os desenhos técnicos de obra, o colaborador encarregado por cada conjunto direciona-os para a Gestão da Produção. Este mesmo colaborador também elabora a Lista de Material de Obra, LMO, e envia-a para o responsável pelo armazém. Após a receção do LMO, são averiguados se existem os materiais necessários em fábrica, sendo requisitados aqueles em falta ao departamento de Aprovisionamento. Por fim, o departamento de Aprovisionamento conduz um estudo de mercado e negocia preços e prazos de entrega para os materiais em causa. O armazém recebe estes materiais, marca-os e coloca-os numa zona própria de armazenamento até serem utilizados. A Figura 10 apresenta o fluxograma deste processo.

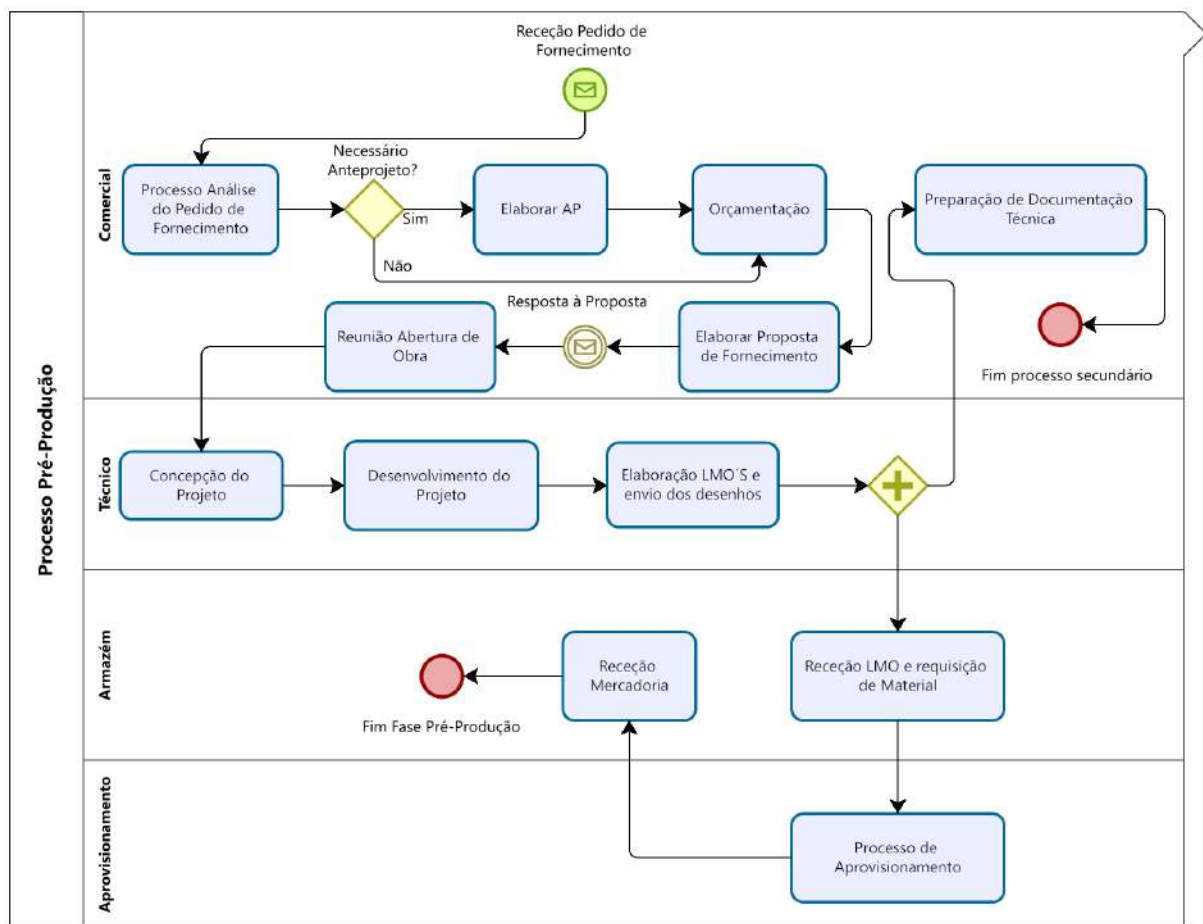


Figura 10: Fluxograma Processo Pré-Produtivo

3.8 Sistema Produtivo

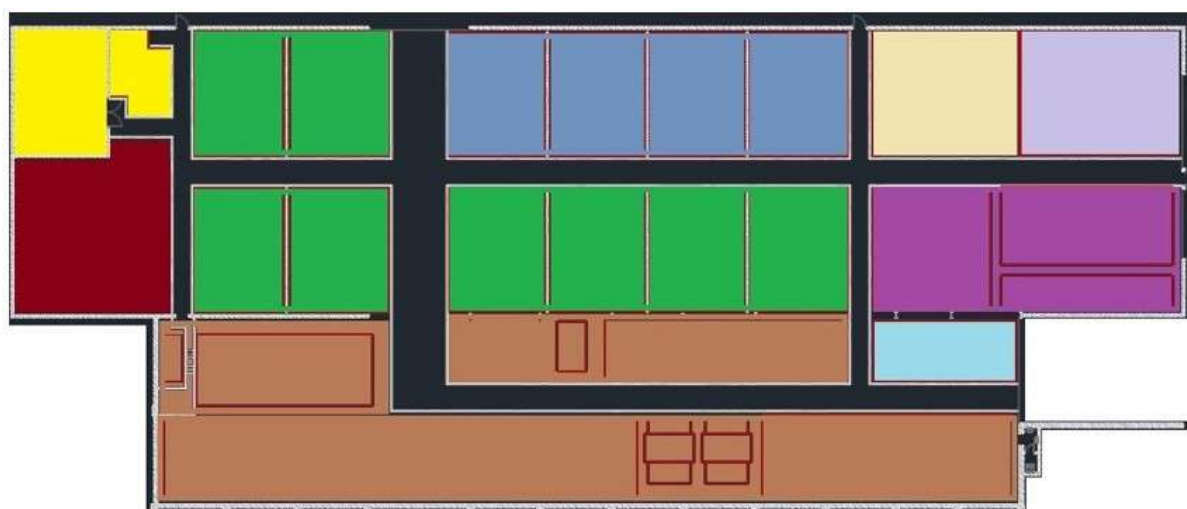
Tal como referido anteriormente, a Metalomarão atua segundo o conceito de Engenharia por Encomenda. A capacidade de responder às especificidades e problemas dos seus clientes é um dos pilares da Empresa, o que implica um sistema produtivo flexível. O *layout* está organizado por processo, ou seja, cada setor está disposto de acordo com as diferentes etapas da produção, desde o corte até ao acabamento final. Esta organização permite um fluxo produtivo sequencial e eficiente, facilitando a gestão dos recursos e a rastreabilidade dos conjuntos.

A Produção encontra-se dividida nos seis setores seguidamente apresentados:

- Corte
- Maquinagem
- Serralharia
- Soldadura
- Acabamento
- Armazém

O sistema produtivo da Metalomarão encontra-se num único pavilhão ilustrado na Figura 11, onde se

encontra uma representação base das secções no *layout* produtivo da Metalomarão, organizado por processo da produção.



Legenda:

Armazém		Serralharia		Stock Produto Acabado	
Corte		Soldadura		Expedição	
Maquinagem		Pintura		Stock Material Comércio	

Figura 11: *layout* Base

Na zona exterior do pavilhão onde se encontra o sistema produtivo, localiza-se o estaleiro de Matéria-Prima, assim como zonas de stock de produto acabado em espera para expedição.

Fluxo de Material

Após a receção da matéria-prima, a mesma é colocada no estaleiro próprio. Iniciando-se o processo produtivo, o material segue para o setor de corte e furação. Consoante as necessidades de conceção do item, o mesmo pode prosseguir para o setor da maquinagem ou seguir diretamente para o setor da serralharia. Após a montagem do conjunto, no setor da serralharia, o mesmo é soldado no setor da soldadura. Dependendo do acabamento pedido pelo cliente, o material pode ser pintado, no setor da pintura, ou galvanizado, com recurso a serviços externos. Por fim, o material é expedido para o cliente. O fluxo de material encontra-se representado na figura 12.

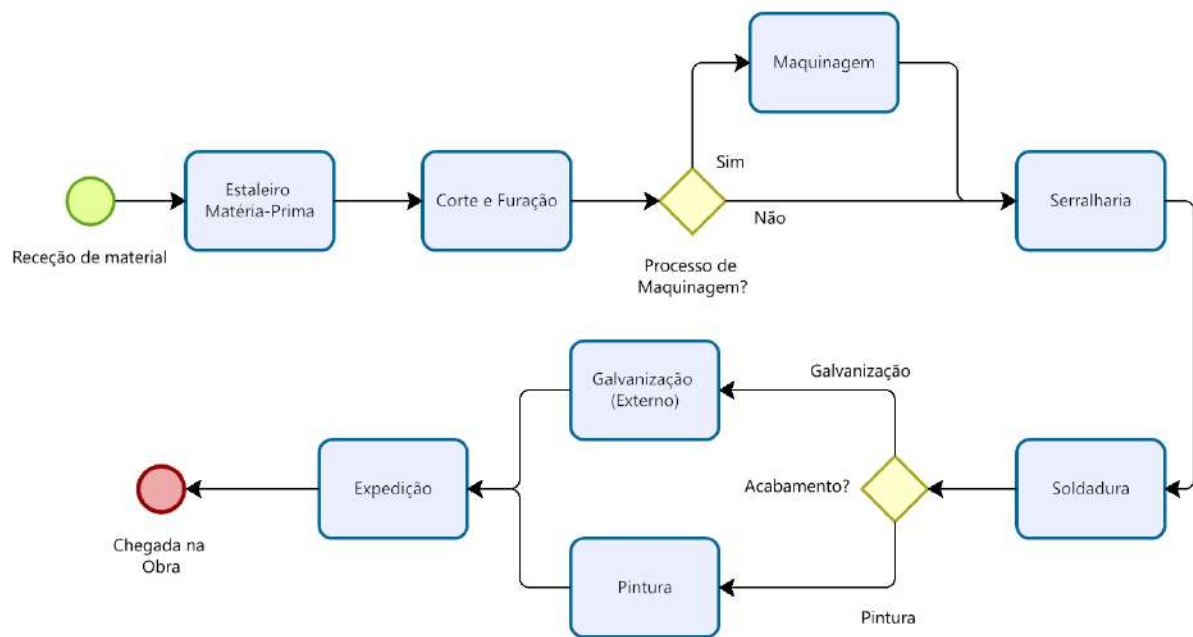


Figura 12: Fluxo de material

3.9 Descrição do Processo Produtivo

O processo Produtivo inicia-se com a chegada dos desenhos técnicos à Gestão da Produção. O Diretor da Produção entrega os desenhos de corte ao responsável pelo setor de corte, que em seguida realiza o planeamento do trabalho consoante as prioridades definidas. Os desenhos que contêm corte de chapa seguem para a preparação do corte, onde um colaborador programa o corte do material, e o corte do restante material segue para o colaborador responsável pela execução da tarefa. O colaborador começa por transportar o material a cortar desde o estaleiro de matéria-prima até junto do seu posto de trabalho, auxiliado por uma ponte rolante, tal como demonstrado na Figura 13.



(a) Estaleiro Matéria-Prima



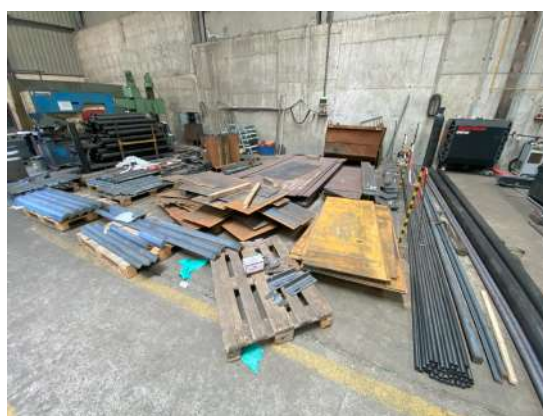
(b) Transporte de Matéria-Prima

Figura 13: Processo de Corte - Abastecimento

Colocando o material na máquina, o operador programa e concretiza o corte. Dependendo do tipo de material, o corte pode ser realizado nos pantógrafos, próprios para corte de chapa, numa máquina CNC de corte de perfis, no caso de perfis, ou nas serras elétricas e furadoras. Finalizado o processo de corte, o colaborador identifica o material e coloca-o numa zona própria de armazenamento, presente na Figura 14.



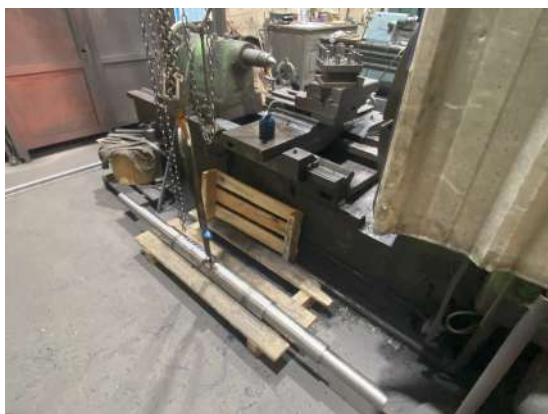
(a) Corte de chapa no Pantógrafo 1



(b) Armazenamento material cortado

Figura 14: Processo de Corte - Finalização

Após o corte, o material pode seguir para a maquinagem ou para a serralharia. No primeiro caso, o colaborador do setor de maquinagem dirige-se à zona de armazenamento do corte e transporta o material para o seu posto de trabalho, recorrendo para tal a um porta-paletes. Com recurso a uma ponte rolante manual, o colaborador coloca o material a maquinar em um dos tornos mecânicos, representado na Figura 15.



(a) Ponte Manual



(b) Torno Mecânico

Figura 15: Setor da Maquinagem

Concluindo o processo de maquinagem, o colaborador coloca o material numa zona de armazenamento própria. O processo de maquinagem também pode ser solicitado após o processo de serralharia ou de soldadura, sendo que quando tal ocorre, os próprios colaboradores dessas secções transportam o material para a maquinagem.

No processo de serralharia, o colaborador dirige-se ao setor de corte, ou maquinagem, de modo a identificar e transportar o material necessário para o seu posto. Nesta fase, o colaborador, ou colaboradores em conjuntos mais complexos, procedem a montagem dos conjuntos e utilizam pingos de soldadura de modo a verificar a precisão da montagem, antes mesmo do processo de soldadura propriamente dito. Na Figura 16 observa-se um posto da serralharia com o material em paletes a ser trabalhado.



Figura 16: Posto de trabalho Serralharia

Concluído este processo, o colaborador coloca o conjunto montado perto do setor da soldadura, para que inicie o processo de soldagem.

No processo de soldadura, o soldador começa por colocar o material a soldar no seu posto. Inicialmente, é realizada uma limpeza do material, retirando ferrugem e pingos de soldadura soldados no processo anterior. De seguida, o soldador procede com o processo de soldadura. Por fim, o conjunto soldado é direcionado para a zona de produto acabado, caso o acabamento seja realizado no setor de acabamento, ou para a zona de expedição, caso seja sujeito a galvanização, visível na Figura 17.



(a) Posto de trabalho Soldadura



(b) Armazenamento produto acabado

Figura 17: Processo de Soldadura

O setor de acabamento recolhe os conjuntos da zona de acabamento e começa por realizar uma limpeza superficial do material. Após a limpeza, o material é sujeito ao processo de pintura propriamente dito, realizado dentro da cabine de pintura, presente na Figura 18. Concluído este processo, o material é colocado em cavaletes, onde concretiza o processo de secagem.



(a) Posto de limpeza de material

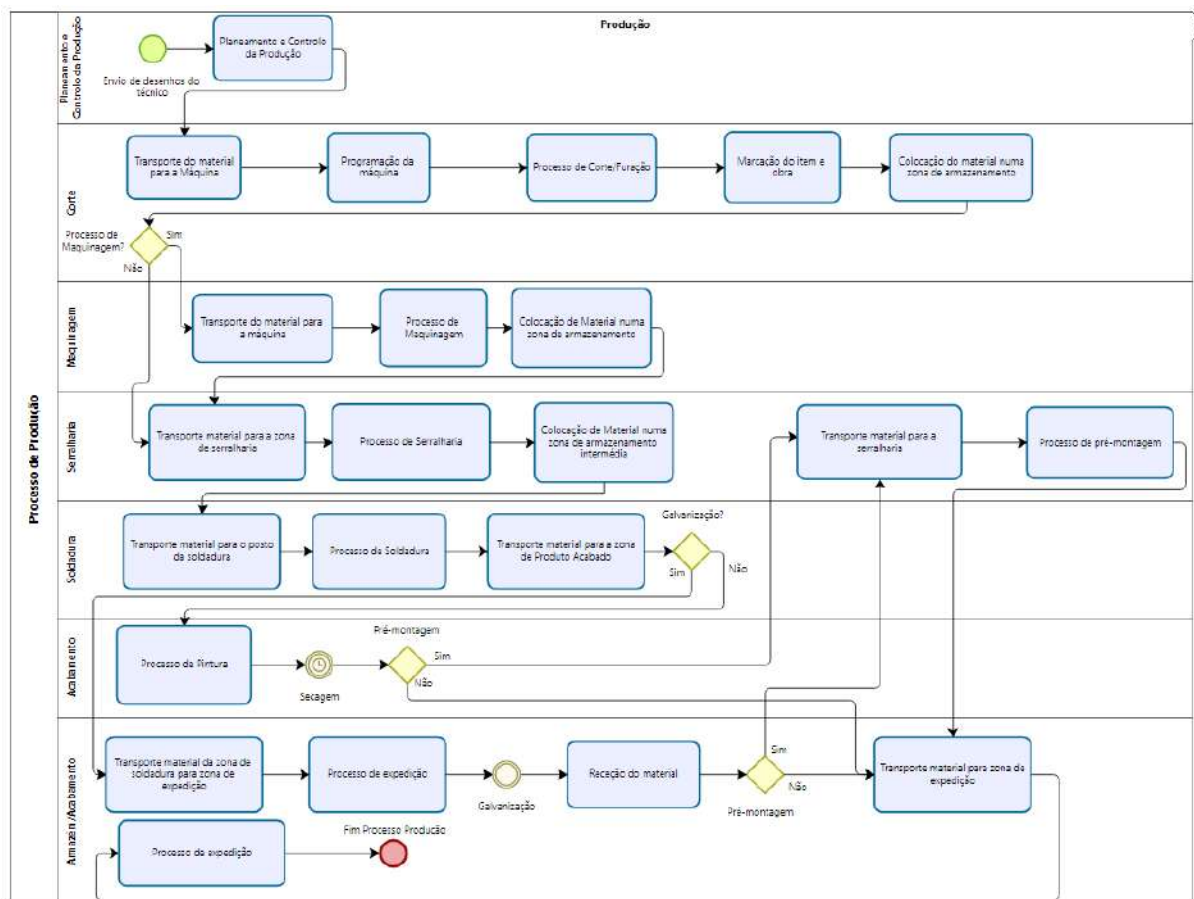


(b) Cabine de Pintura

Figura 18: Processo de Acabamento

Concluída a secagem do mesmo, o material pode ser pré-montado em fábrica, consoante a necessidade para o transporte e montagem em obra. Por fim é colocado na zona de expedição, enquanto aguarda

Dependendo do acordado na proposta de fornecimento, a empresa pode assegurar a montagem em obra, sendo esta a última fase do processo Produtivo. Este encontra-se esquematizado na Figura 19.



52

Capítulo 4

ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO INICIAL

Esta secção apresenta a análise crítica aos departamentos e processos previamente descritos. Numa primeira fase foram agendadas reuniões com os responsáveis dos departamentos, individualmente, onde se descreveram os processos internos e os fatores de riscos identificados à priori. Em seguida realizaram-se observações no terreno, recorrendo à técnica de *shadowing*, assim como a elaboração do mapeamento dos processos internos. Apuradas oportunidades de melhoria, as mesmas foram depois debatidos com os responsáveis de cada departamento, envolvendo os colaboradores no novo processo de melhoria contínua que a empresa pretendia implementar. Na Figura 20 encontra-se o planeamento utilizado para o acompanhamento de cada departamento.

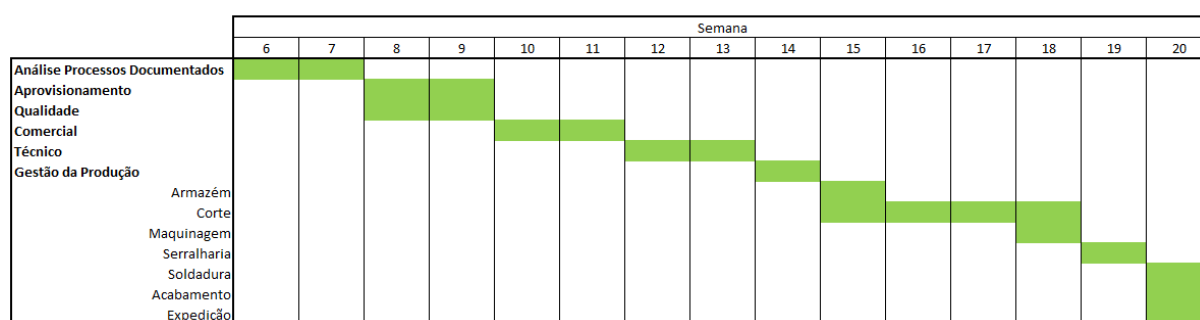


Figura 20: Diagrama de Gantt - Acompanhamento dos departamentos

Na análise aos setores produtivos, deu-se principal destaque ao setor do corte, por se tratar do primeiro setor de todo o processo produtivo, com maior área fabril e com o segundo maior número de colaboradores alocados.

4.1 Aprovisionamento

O principal problema identificado no processo de aprovisionamento é o atraso nas encomendas. Atualmente, não existe um processo de controlo das encomendas, sendo que esses atrasos só são identificados quando o material é necessário na produção.

Para avaliar a situação atual deste processo, procurou-se obter dados relativos às encomendas entregues e aos respetivos atrasos, que inicialmente não estavam acessíveis no ERP. Após uma reunião com a consultora informática responsável pela atualização do ERP da empresa, foi possível criar um mapa de en-

comendas, apresentado na Figura 21. Este mapa permite a consulta de todas as encomendas entregues desde o início dos registos no software, incluindo as datas de entrega acordadas com os fornecedores e os respetivos atrasos em relação ao estipulado.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
METALOMARÃO-EQUIP. PARA A INDÚSTRIA EXTRACTIVA, SA																	30-10-2024 1/1.189			
Listagem Conversão Encomendas / (Data Encomenda / Data Recepção)																				
Guia Remessa				Encomenda													Dias			
julho-2004																				
2004	VFA	30-09-2004	240851	2004	ECF	30-09-2004	184	30-09-2004	0											
2004	VGR	01-10-2004	119	2004	ECF	30-09-2004	186	04-10-2004	3											
2004	VGR	01-10-2004	119	2004	ECF	30-09-2004	188	04-10-2004	3											
2004	VGR	11-10-2004	180	2004	ECF	30-09-2004	189	30-09-2004	-11											
2004	VGR	04-10-2004	117	2004	ECF	30-09-2004	181	30-09-2004	-4											
2004	VGR	28-09-2004	113	2004	ECF	30-09-2004	187	30-09-2004	2											
2004	VGR	28-09-2004	113	2004	ECF	30-09-2004	187	30-09-2004	2											
2004	VGR	28-09-2004	113	2004	ECF	30-09-2004	187	30-09-2004	2											
2004	VGR	01-10-2004	181	2004	ECF	30-09-2004	189	30-09-2004	-1											
2004	VGR	01-10-2004	163	2004	ECF	30-09-2004	197	30-09-2004	-1											
2004	VGR	08-10-2004	173	2004	ECF	30-09-2004	203	30-09-2004	-8											
2004	VGR	08-10-2004	173	2004	ECF	30-09-2004	193	30-09-2004	-8											
2004	VFA	30-11-2004	241153	2004	ECF	30-09-2004	204	30-09-2004	-61											
2004	VFA	29-09-2004	240891	2004	ECF	30-09-2004	191	30-09-2004	1											
2004	VFA	08-10-2004	241012	2004	ECF	30-09-2004	198	30-09-2004	-8											
2004	VFA	27-09-2004	240885	2004	ECF	30-09-2004	202	30-09-2004	3											
2004	VGR	01-10-2004	164	2004	ECF	30-09-2004	197	30-09-2004	-1											
2004	VGR	01-10-2004	164	2004	ECF	30-09-2004	197	30-09-2004	-1											
2004	VGR	01-10-2004	164	2004	ECF	30-09-2004	197	30-09-2004	-1											
2004	VGR	01-10-2004	114	2004	ECF	30-09-2004	180	01-10-2004	0											
2004	VGR	01-10-2004	114	2004	ECF	30-09-2004	180	01-10-2004	0											
2004	VVD	28-09-2004	21	2004	ECF	30-09-2004	192	30-09-2004	2											
2004	VGR	30-09-2004	172	2004	ECF	30-09-2004	199	30-09-2004	0											
2004	VFA	04-10-2004	240854	2004	ECF	30-09-2004	183	30-09-2004	-4											
2004	VFA	17-09-2004	240920	2004	ECF	30-09-2004	201	30-09-2004	13											
2004	VFA	12-08-2004	240850	2004	ECF	30-09-2004	185	30-09-2004	49											
2004	VFA	12-08-2004	240850	2004	ECF	30-09-2004	185	30-09-2004	49											
2004	VFA	12-08-2004	240850	2004	ECF	30-09-2004	185	30-09-2004	49											
2004	VFA	12-08-2004	240850	2004	ECF	30-09-2004	185	30-09-2004	49											
2004	VFA	12-08-2004	240850	2004	ECF	30-09-2004	185	30-09-2004	49											
2004	VFA	31-10-2004	241016	2004	ECF	30-09-2004	200	30-09-2004	-31											
2004	VGR	01-10-2004	118	2004	ECF	30-09-2004	182	04-10-2004	3											
2004	VGR	01-10-2004	118	2004	ECF	30-09-2004	182	04-10-2004	3											
2004	VTG	28-09-2004	11	2004	ECF	30-09-2004	186	30-09-2004	2											
2004	VFA	04-10-2004	240855	2004	ECF	29-09-2004	179	23-09-2004	-11											
2004	VFA	11-11-2004	240892	2004	ECF	23-09-2004	175	23-09-2004	-49											

<>

Sheet1

Sheet2

+

Figura 21: Mapa de encomendas

Após um tratamento inicial dos dados, e consultando apenas as encomendas entregues no primeiro semestre do ano, analisaram-se os indicadores apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Análise de Encomendas

Mês	Encomendas			
	Entregues	Atrasadas	Em Atraso (%)	Atraso Médio (dias)
Jan	218	45	21	3,27
Fev	241	38	16	3,44
Mar	302	76	25	2,72
Abr	230	53	23	3,53
Mai	250	57	23	2,98
Jun	263	67	25	3,24

Aprofundando a análise inicial, verificou-se que cerca de 58% das encomendas requisitadas correspondiam a material que a empresa recebia no próprio dia, em grande parte material que não é matéria-prima e com transporte à responsabilidade da empresa. Assim, ao desconsiderar essas encomendas, os dados demonstram a situação real do processo de aprovisionamento, apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Análise de Encomendas - Encomendas com prazo de entrega >0 dias

Mês	Encomendas			
	Entregues	Atrasadas	Em Atraso (%)	Atraso Médio (dias)
Jan	93	45	48	7,66
Fev	83	38	46	9,98
Mar	140	76	54	5,86
Abr	88	53	60	9,24
Mai	101	57	56	7,38
Jun	124	67	54	6,86

O processo de aprovisionamento apresenta indicadores muito negativos ao nível do cumprimento do prazo de entrega das encomendas, assim como relativamente à média do atraso. Apenas no primeiro semestre do ano, mais de metade das encomendas com prazo de entrega superior a zero dias foram entregues após a data estipulada pelo fornecedor, com uma média de atraso de 7,83 dias. O atraso na receção da matéria-prima pode provocar atrasos no início da produção, comprometendo os prazos de obra estipulados com os clientes.

4.2 Comercial

No processo comercial foram identificados dois fatores de risco, nomeadamente o método de orçamentação e a proposta comercial.

4.2.1 Método de Orçamentação

Começando pelo método de orçamentação, este realiza-se recorrendo a um ficheiro Microsoft Excel, onde cada uma das folhas do mesmo corresponde à orçamentação de um conjunto ou parte do projeto. O método de orçamentação atualmente praticado pela empresa divide-se em dois métodos de custeio tradicional distintos com folhas de cálculo distintas. O primeiro, Método de Orçamentação 1, é utilizado na orçamentação dos equipamentos e estruturas produzidas na empresa, enquanto o Método de Orçamentação 2 é utilizado na orçamentação de tapetes transportadores. No Método de Orçamentação 1, a orçamentação assenta em três custos:

- Custo Diretos;
- Custos Diversos, estimados em 5 % dos custos Diretos;
- Custos Indiretos, estimados em 10 % do somatório dos Custos Diretos e Diversos;

Os custos Diretos de um conjunto são apurados pelo somatório dos custos de MOD, Matéria-Prima, Material Comércio, Tintas e Subcontratação. Para o custo de MOD é estimada uma quantidade de trabalho, em hora-Homem, com base em valores anteriormente registados, ou segundo a experiência do orçamentista. Este valor é depois multiplicado por um valor fixo de 16,50 €/hHm, que correspondente ao custo global da mão de obra tanto na produção como no departamento técnico. Os custos com Matéria-Prima, Material Comércio, Tintas e Subcontratação são estimados com base em valores anteriores ou através de uma pesquisa de mercado, e a sua quantidade retirada do anteprojecto. A Figura 22 demonstra o cálculo do custo de MOD e Matéria-Prima na folha de orçamentação.

Materia Prima	Tipo	Peso net (Kg)	Peso c/desp. (Kg)	€/kg	€ total	Área Pintura
Estrutura	Perfis	710,0	781,0	1,50 €	1 171,50 €	-
Cx. Água	Chapa	210,0	252,0	1,50 €	378,00 €	-
Conduta	Tubo	160,0	184,0	2,50 €	460,00 €	-
Escada	Perfis	91,0	100,1	1,50 €	150,15 €	-
GC	Perfis	130,0	143,0	2,00 €	286,00 €	-
		-				
Total		1 301,00	1 460,10	1,67 €	2 445,65 €	0,0 m2
Desperdício						
Perfis	10%					
Chapa	20%					
Tubo	15%					
Varão	10%					
Ligações/Outros	10%					
Mão-de-Obra	Hxdxh	€/h	€ total			
Projeto/Preparação	-	16,50 €	0,00 €			
Corte/Furação	-	16,50 €	0,00 €			
Armação	-	16,50 €	0,00 €			
Soldadura	-	16,50 €	0,00 €			
Maquinagem	-	16,50 €	0,00 €			
Montagem Fabrica	-	16,50 €	0,00 €			
Pintura	-	16,50 €	0,00 €			
Total	150,0		2 475,00 €	115,30		

Figura 22: Cálculo do custo de MOD e Matéria-Prima

O cálculo dos custos Diversos e Indiretos segue a metodologia do custeio tradicional, assumindo uma parte do valor dos custos Diretos. Por fim, ao somatório de todos os custos adiciona-se uma margem de Lucro, relativa a uma percentagem do custo total. A Figura 23 demonstra o cálculo do custo Final na folha de orçamentação, assim como do Preço do conjunto.

				Margem
Margens	Diversos	2,5%	0,975	
	Indiretos	12,5%	0,875	
	Lucro	15,0%	0,850	
		% custo	% venda	
Custo MC	121,87 €	2%		
Custo MO	2 475,00 €	48%		
Custo Total	5 190,99 €			
CT + div	5 324,09 €			
CT+div+ind	6 084,67 €			
Preço Final				
Margem Lucro				

Figura 23: Cálculo do Custo Total e Preço do conjunto

No método de Orçamentação 2, o custo de MOD é imputado ao custo da Matéria-Prima, não sendo assim estimado uma quantidade de trabalho para a produção do conjunto. Por outro lado, a folha de orçamentação destes tapetes transportados encontra-se padronizada, sendo que numa única folha se realiza a orçamentação de todos os tapetes do mesmo tipo. Uma folha adicional é elaborada com o resumo dos dados dos tapetes, assim como os custos e preços finais, como ilustra a Figura 24. Por fim, uma folha geral recolhe toda a informação dos custos dos conjuntos e agrega num cálculo final do projeto.

Item	Transportador	Comprimento	Largura Telo	Capacidade	Inclinação max.	Potência	Velocidade	Quant.	Peso (Kg)	€/Custo	€/Venda	PV €/Kg	PV €/m
T1	TU650									13 361,44 €			
T2	TU800									14 201,64 €			
T3	TU650									15 535,20 €			
T4	TU800									24 856,40 €			
T5	TU800									18 782,78 €			
T6	TU800									30 136,38 €			
T7	TU650									15 871,72 €			
T8	TU500									10 780,55 €			
T9	TU500									10 780,55 €			
T10	TU500									10 780,55 €			
T11	TU500									19 003,18 €			
T12	TU500									19 003,18 €			
T13	TU500									19 003,18 €			

Figura 24: Resumo da Orçamentação de Tapetes transportadores

A utilização de um método de custeio tradicional permite uma orçamentação rápida do projeto de obra. No entanto apresenta algumas limitações, uma vez que não contabiliza custos indiretos. A utilização do

mesmo valor de custo de MOD para qualquer um dos setores não traduz a heterogeneidade de custos associada aos processos envolventes.

4.2.2 Proposta Comercial

A proposta Comercial é realizada num ficheiro Word, com um template padrão. Nesta encontra-se a informação sobre a adjudicação do projeto e as condições de fornecimento. A proposta Comercial foi unanimemente identificada como um fator de risco pelos colaboradores do departamento Comercial pelos três motivos em seguida listados:

1. Erro/omissão de informação importante
2. Tempo demorado de Elaboração
3. Apresentação pouco apelativa

Quanto ao primeiro ponto, pelo facto de a proposta ser elaborada manualmente, não contém nenhum mecanismo de auxílio que permita ao colaborador rapidamente identificar a informação a colocar na mesma. Este é um problema identificado pelos colaboradores, principalmente nas condições de fornecimento da proposta. Como observado na Figura 25, as condições do fornecimento são introduzidas numa tabela, com destaque para o que a proposta de fornecimento não inclui. A omissão de informação nesta secção torna algumas condições ambíguas, o que pode resultar em custos acrescidos durante a realização do projeto.

3 – CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Prazo de entrega:	➤ A combinar na adjudicação
Transporte do Material/Equipamentos.	➤ Não incluído
Gruas e meios de elevação.	
Equipamentos para movimentação de cargas.	
Trabalhos de construção civil.	
Alimentação elétrica até a cabine de comando.	
Eventuais modificações a equipamentos e/ou estruturas existentes em obra.	
Fornecimento de água/electricidade.	

Figura 25: Proposta Comercial - Condições de fornecimento

Para além de ser realizada em Word, o que promove desformatações e consequente perdas de tempo, a elaboração da proposta comercial obriga a revisão folha a folha de modo a garantir que toda a informação é atualizada à proposta correspondente. Isto inclui o número da proposta, que se altera consoante a revisão da proposta, o tempo de garantia, possível de ser alterada consoante o tipo de projeto, e sobretudo a memória descritiva, correspondente aos elementos do fornecimento. Estes últimos são responsáveis pelo grosso do tempo despendido na proposta, apesar dos dados já estarem compreendidos na folha de orçamentação. A alteração de elementos e custos da proposta, frequente na fase de negociações com o cliente, resulta na revisão da proposta comercial, na alteração manual dos elementos da mesma, e num desperdício de tempo a ser evitado. Um exemplo de dois elementos de uma memória descritiva são encontrados na Figura 26.

2 – MEMÓRIA DESCRITIVA

Item	Descrição	Qtd.	€/Total
1	Fabrico e fornecimento EXW de Posto Primário que inclui: - Tremonha 40m³, de fundo plano construção tipo caixa de pedra sem forras. - Estrutura suporte para tremonha, alimentador e crivo. - Estrutura suporte do Britador. - Plataforma de visita sobre ao britador. - Caleira alimentação britador com forras em Hardox. - Caleira inferior ao britador. - Patamares, escadas de acesso e guarda-corpos. - Alimentador Metalomarão [REDACTED] ou equivalente. - Crivo Metalomarão [REDACTED] ou equivalente. - [REDACTED] - Tratamento anticorrosivo por pintura (C2). - Sistema de abatimento do pó a instalar na tremonha do primário, composto por pulverizadores e respetiva tubagem (não inclui bomba, tanque e ligação do fornecimento de água ao circuito).	1	[REDACTED]
Item	Descrição	Qtd.	€/Total
2	Fabrico e fornecimento EXW de Tremonha Regularizadora 1 de 20m³: - Tremonha com capacidade 20m³. - Estrutura de suporte com pernas. - Estrutura de suporte do Alimentador. - Tratamento anticorrosivo por pintura (C2). Inclui Alimentador Metalomarão ref. [REDACTED] com as seguintes características: - Largura - 800mm. - Acionado por 2 motovibradores de 1,1kW/cada. - Suspensão por molas helicoidais com proteção. - Com forras de desgaste em Hardox.	1	[REDACTED]

Figura 26: Proposta Comercial - Memória Descritiva

Por fim, o próprio template da proposta Comercial não favorece a apresentação da empresa face a novos clientes. Além de uma formatação pouco apelativa, a ausência de um índice de conteúdo e de uma apresentação institucional enfraquece o entendimento e a credibilidade inicial do documento. A falta de indexação dos anexos também dificulta o acesso a informações complementares, o que reduz a clareza e a eficiência da consulta. Esses fatores contribuem para uma experiência de leitura menos fluida e profissional, impactando negativamente a percepção do cliente sobre a proposta e, potencialmente, sobre a empresa. Um exemplo de capa e corpo de uma proposta Comercial está presente no Anexo II.

4.3 Técnico

O processo de planeamento do trabalho a realizar no departamento técnico começa no início da semana, onde é realizada uma reunião entre os colaboradores do departamento. O responsável indica o trabalho a realizar durante a semana e faz a divisão de tarefas. O registo deste planeamento de trabalho apresenta-se numa folha de cálculo Excel anual, com os projetos a realizar e a alocação de tarefas por colaborador. A Figura 27 demonstra parte do Planeamento do Departamento técnico para 2024, onde cada cor referencia um colaborador desde departamento.

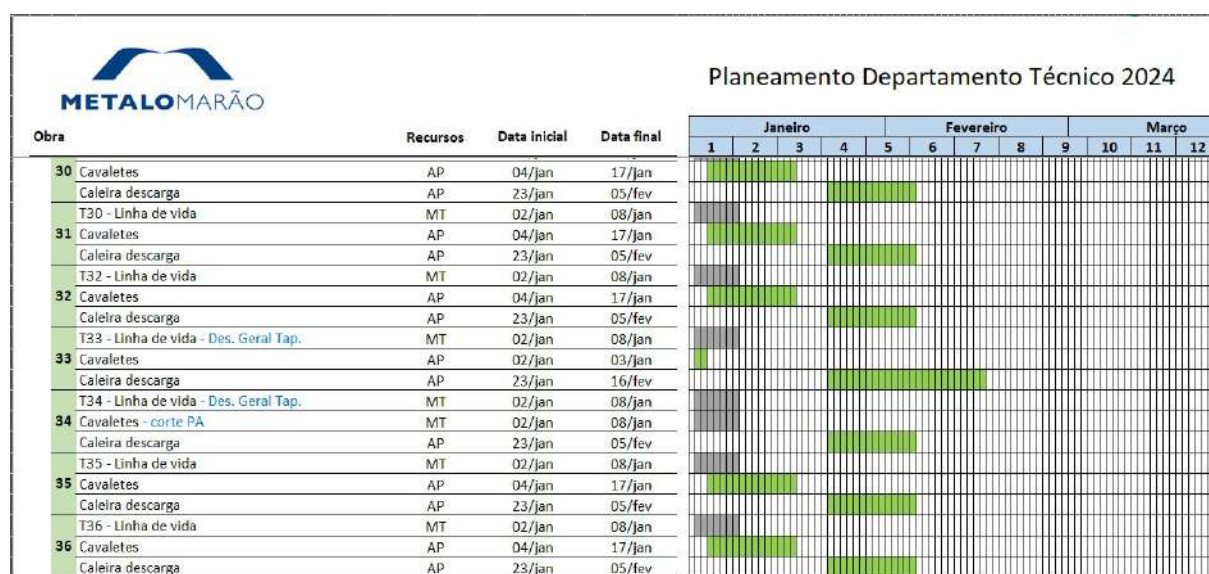


Figura 27: Ficha de Planeamento do Departamento Técnico

Devido à forma como o planeamento se encontra apresentado, dificulta o controlo a curto prazo do departamento técnico. O mapa do planeamento permite uma visão global das tarefas do setor, mas impossibilita que o responsável monitorize o trabalho semanal de cada colaborador, assim como não permite analisar a situação atual do departamento e proceder a alterações de modo a colmatar atrasos previstos. Este é um ponto importante, uma vez que a fase de elaboração do projeto, e consequente realização dos desenhos técnicos, corresponde a um dos principais elementos responsáveis pelos atrasos nos projetos de obra, prazos estes que raramente são cumpridos.

4.4 Gestão da Produção

O principal problema identificado no departamento de Gestão da Produção refere-se à organização insuficiente da informação, em grande parte devido à ausência de um planeamento estruturado a curto prazo.

Atualmente, a distribuição do trabalho é realizada com base na prioridade discutida em reuniões de obra, seguida pela ordem de chegada dos desenhos técnicos e materiais, sendo o planeamento mantido apenas na memória do responsável pela produção. Este processo propicia a perdas de material, consequentes sobreprodução, esperas e atrasos na execução dos conjuntos de obra.

Com a entrada de um novo diretor de produção, esta questão foi discutida, e o diretor reconheceu a necessidade de implementar um planeamento formal a curto prazo para melhorar a organização e o fluxo de informações.

4.5 Armazém

A análise do armazém centrou-se no processo de controlo e gestão das ferramentas de produção. Este setor é responsável pela organização, manutenção e fornecimento das ferramentas utilizadas na produção, além de realizar pedidos de novas ferramentas à Gestão da Produção, quando necessário.

Quando um colaborador da produção necessita de uma nova ferramenta ou de reparação numa ferramenta existente, dirige-se ao armazém. Caso exista uma ferramenta em stock, esta é cedida ao colaborador para utilização durante o período de reparação. Esta reparação pode ser realizada internamente, pelo próprio responsável do armazém, ou enviada para uma reparação externa, consoante a situação. Ao adquirir uma nova ferramenta, o armazém regista-a, atribuindo-lhe um código interno e a data de garantia. Durante o acompanhamento deste processo, constatou-se a ausência de dados e informações sobre o estado e localização das ferramentas, o que dificulta a identificação dos colaboradores que as utilizam ou daquelas que necessitam de manutenção. Esta lacuna no controlo das ferramentas compromete a eficiência no uso dos recursos disponíveis e limita a capacidade de planeamento e gestão eficazes do armazém.

4.6 Corte

Em reunião com a equipa de Gestão da Produção e com o responsável pelo setor, definiu-se como objetivo melhorar a organização do setor, assim como aumentar a capacidade dos pantógrafos de corte de chapa.

4.6.1 Organização e Limpeza dos postos de trabalho

A organização e limpeza dos postos de trabalho encontram-se ao critério do colaborador responsável pelo posto. Segundo os membros deste setor, é prática comum a limpeza dos postos de trabalho pelo menos uma vez por semana, não havendo, no entanto, controlo nem registo dessa atividade.

Numa primeira observação, estes postos aparentam estar desorganizados, com material espalhado por máquinas e mesas, e com sujidade visível nas ferramentas, chão e caixas de armazenamento, tal como ilustrado na Figura 28.



(a) Material a interromper fluxo de trabalho



(b) Material cortado na própria máquina

Figura 28: Postos de trabalho - Setor de Corte

De modo a avaliar quantitativamente a limpeza e organização dos postos de trabalho, foram realizadas avaliações diagnósticas com base na metodologia 5S aos postos de trabalho do setor. Para tal, elaborou-se uma folha de avaliação diagnóstica, presente no Apêndice I, a qual está organizada em cinco categorias correspondentes aos princípios do 5S: Separação, Organização, Limpeza, Normalização e Autodisciplina. Cada uma destas categorias inclui uma lista de itens a serem avaliados, com critérios detalhados para garantir a sua conformidade com os padrões estabelecidos. A avaliação foi realizada diretamente nos postos de trabalho, com o auxílio do responsável pelo posto, garantindo que os critérios fossem compreendidos e corretamente aplicados. A pontuação de cada item é atribuída numa escala de 1 a 5, onde:

- 1 – Não Cumpre;
- 2 – Cumpre Insuficientemente;
- 3 – Cumpre em Parte;
- 4 – Cumpre Satisfatoriamente;
- 5 – Cumpre Muito Satisfatoriamente.

O cálculo do resultado final por categoria dos 5S é realizado através da fórmula da Equação 7., que normaliza para uma escala de 0 a 100%:

$$\text{Avaliação por Categoria 5S} = \frac{\sum (\text{avaliação por linha}) - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}} \times 100 \quad (7.)$$

Com:

valor mínimo = 4 (avaliação mínima possível)

valor máximo = 20 (avaliação máxima possível)

$\sum$ (avaliação por linha) = Soma das pontuações atribuídas aos 4 itens avaliados

Após a obtenção dos resultados normalizados de cada categoria, a média geral por posto de trabalho é calculada através da média das percentagens obtidas em cada uma das cinco categorias 5S, proporcionando uma visão geral da conformidade do posto de trabalho com a metodologia.

A Tabela 7 demonstra os resultados de cada setor em cada um dos parâmetros dos 5S, sendo a coluna Geral (%) a média dos resultados.

Tabela 7: Resultados Diagnósticos 5S

Posto	Parâmetros 5S (%)					Geral (%)
	Separação	Organização	Limpeza	Normalização	Auto-disciplina	
Pant. 1	31	19	19	31	25	25
Pant. 2	31	19	25	44	25	29
Pant. 3	38	56	50	56	44	49
CNC Perfis	13	13	19	19	19	16
Serras Elétricas	19	19	25	25	19	21
Furadora	25	6	56	19	19	25
Média	26	22	32	32	25	28

Apesar de alguma variação nos resultados obtidos, é unânime a conclusão de que os postos de trabalho do corte se encontram desorganizados, com avaliações negativas de forma transversal em todos os parâmetros. Estes resultados explicam-se pela ausência de práticas de gestão visual, pela presença de material obsoleto nos postos de trabalho e pela falta de definição do local de armazenamento das diversas ferramentas e utensílios. Na Figura 29 é possível observar o armazenamento de consumíveis do pantógrafo 2, assim como o armário do posto das serras elétricas, exemplos da falta de organização que afetam negativamente a avaliação dos postos.



(a) Stock consumíveis Pantógrafo 2



(b) Armário Serras elétricas

Figura 29: Exemplos de desorganização no setor de Corte

4.6.2 Capacidade dos Pantógrafos Corte de Chapa

Durante a análise *gemba* realizada no setor de Corte, verificou-se que, na maioria dos momentos em que os pantógrafos não estavam a produzir, o operador responsável encontrava-se a realizar trabalho logístico de abastecimento da máquina. Para analisar o método atual de setup dos pantógrafos, as diferentes etapas do processo foram mapeadas e cronometradas em ambiente operacional, tendo sido realizada uma observação completa do setup em um dos pantógrafos. Considerando que os procedimentos operacionais são padronizados, assumiu-se que os tempos das atividades são representativos para os restantes pantógrafos, excetuando três atividades impactadas pela localização distinta do equipamento. Para essas atividades específicas, foram realizadas cronometragens adicionais em outro pantógrafo, assegurando uma avaliação precisa das variações existentes. Os tempos obtidos foram validados pelo responsável do setor de corte, e conforme demonstrado na Tabela 8, proporcionam uma visão realista e representativa do processo de setup.

Tabela 8: Tempos de Atividades de Setup - Máquinas CNC corte

Atividade	Tempo (min)	
	CNC 1 e 2	CNC 3
Deslocação até ao carrinho de transporte	1:30	1:30
Ativar carrinho para a zona exterior	0:38	0:38
Planeamento de como pegar na chapa	2:33	2:33
Tirar Material que esteja no caminho	3:45	3:45
Conduzir Manitou ao local adequado	2:18	2:18
Prender gancho do Manitou à chapa	4:21	4:21
Transportar chapa ao carrinho exterior	5:37	5:37
Colocar chapa no carrinho exterior	0:39	0:39
Retirar Manitou do local	0:14	0:14
Ativar vagonete para dentro	0:39	0:39
Colocar gancho da ponte na chapa	1:00	1:00
Transporte do material à máquina	2:16	1:08
Colocar chapa na máquina	3:00	3:00
Reposicionar máquina	0:21	0:00
Transporte de Material Urgente	2:35	2:35
Transporte de Palete para a zona de corte	1:05	1:05
Buscar ferramenta para material que cai na máquina	1:55	1:55
Apanhar material que caiu na máquina	2:16	2:16
Marcação de Material	2:06	2:06
Transporte de Ponte e íman	3:14	3:14
Colocação do Material nas Paletes	2:22	2:22
Arrumação de desenhos	0:44	0:44
Corte das sobras de chapa com maçarico	9:05	9:05
Agrupar restos de material	2:39	2:39
Transporte dos restos para o local adequado	3:00	6:00
Total	59:52	61:23

O setup dos pantógrafos segue um fluxo semelhante de atividades, com exceção das diferenças resultantes da localização do Pantógrafo 3, que impactam o tempo de transporte do material. A atividade de reposição da máquina não é necessária no Pantógrafo 3. O processo pode ser dividido em duas fases principais:

- Abastecimento de chapa, onde o operador posiciona as chapas junto aos pantógrafos 1 e 2 antes de colocar na própria máquina, enquanto, no caso do pantógrafo 3, as chapas são armazenadas numa vagonete.

- Remoção do material acabado, onde o operador coloca o material em paletes e procede à remoção do desperdício de chapa.

Considerando os tempos cronometrados para estas atividades, estima-se que, por dia, sejam despendidos 84 minutos de capacidade produtiva dos pantógrafos no seu abastecimento, tal como demonstrado na Tabela 9, e 96 minutos na remoção de material da máquina, referentes a um setup por dia por pantógrafo.

Tabela 9: Abastecimento chapa nos Pantógrafos

Máquina	Tempo (hh:mm:ss)	
	Abastecimento de chapa	Remoção de chapa
Pant. 1	00:28:30	00:31:22
Pant. 2	00:28:30	00:31:22
Pant. 3	00:27:22	00:34:01
Total (por dia)	01:24:36	01:36:36

4.7 Serralharia

Durante a reunião inicial com a Gestão da Produção, foi identificado como um fator de risco o processo logístico de abastecimento dos postos da serralharia, com material proveniente do corte. Assim, recorreu-se à ferramenta *shadowing* para rastrear este processo, em seguida demonstrado na Figura 30.



Figura 30: Processo de Abastecimento da Serralharia - Diagrama de Circulação

O processo logístico de abastecimento do posto de serralharia pode ser dividido em 5 etapas:

1. No início do processo, no seu posto, o colaborador verifica o material necessário para a execução da sua tarefa;
2. O colaborador dirige-se ao local onde normalmente se encontra o porta-paletes;
3. O colaborador desloca-se à zona de armazenamento do setor de corte, procurando o material de que necessita;
4. O colaborador verifica junto dos postos de trabalho do setor de corte se houver material em falta;
5. Caso não encontre todo o material necessário, o colaborador dirige-se ao responsável pelo setor de corte.

De modo a quantificar o tempo despendido no processo logístico de abastecimento deste setor, planificou-se um plano de observações, ao longo de 3 dias não consecutivos. Primeiramente, começou-se por calcular o tamanho de amostra necessário para um nível de confiança de 95 % e erro máximo permitido de 5 %. Uma vez que nenhum estudo anterior fora realizado aos tempos de atividade do setor, assumiu-se a variabilidade máxima com uma proporção estimada da população de 0.5. De seguida, apresenta-se na equação 8. a fórmula para o cálculo do tamanho da amostra.

$$\text{Tamanho da Amostra} = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2} \quad (8.)$$

Com:

Z = valor crítico da distribuição normal para o nível de confiança desejado

(para 95% de nível de confiança, $Z = 1,96$)

p = proporção estimada da população (referido anteriormente, $p = 0,5$)

E = erro máximo permitido (em termos proporcionais, para 5% de erro, $E = 0,05$)

Substituindo os valores $Z = 1,96$, $p = 0,5$ e $E = 0,05$, obtêm-se o tamanho da amostra, presente na equação 9.:

$$\text{Tamanho da Amostra} = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{0,05^2} = 384,16 \quad (9.)$$

Conclui-se que o plano de observação deve contemplar 385 ou mais observações divididas entre os colaboradores do setor. Assim, foram realizadas 390 observações, e os resultados espelham-se na Tabela

10.

Tabela 10: Plano Observações - Resultados

Tipo		Observações	
		Quantidade	Porcentagem (%)
Esperas	No Posto	10	2,6
	Dentro do Posto	30	7,7
Movimentações	Procura de Material	41	10,5
	Outro	46	11,8
Transporte (Ponte)	Matéria-Prima	13	3,3
	Conjunto Montado	12	3,1
Processo	Ler Desenho	25	6,4
	Rebarbar	38	9,7
	Montar	77	19,7
	Soldar	30	7,7
	Outro	68	17,4
Total		390	100

Para a análise em causa considera-se a Procura de Material, e consequente transporte de paletes, e não os transportes de matéria-prima realizada por ponte rolante, outro tipo de abastecimento de material de maior dimensão. Ao longo dos três dias de observações, foram observadas 27 situação de procura e transporte de paletes de material do corte para a serralharia. Seguindo o raciocínio da equação 10., calculou-se o tempo médio despendido por atividade de procura e transporte de material.

$$TMPTM = \frac{IO \cdot NCO \cdot PTPTM}{NRPTM} \quad (10.)$$

Com:

TMPTM = Tempo Médio a Procurar e Transportar Material

IO = Intervalo de Observação

NCO = Número de Colaboradores Observados

PTPTM = Percentagem de Tempo a Procurar e Transportar Material

NRPTM = Número de realizações da atividade Procurar e Transportar Material

Substituindo os valores na equação 11.:

$$TMPTM = \frac{8 \cdot 3 \cdot 10 \cdot (10,5\% + 3.3\%)}{27} = 1,2h/atividade \quad (11.)$$

Observando o decorrer deste processo, é visível o motivo para estes valores para a procura de material. Tal como referido na análise aos postos do setor de Corte, é comum o material ficar armazenado nas próprias máquinas, até à conclusão de todo o trabalho por parte do colaborador. Assim, um colaborador só coloca as paletes com o material cortado na zona própria para esse efeito quando já não tem espaço para colocar material na máquina ou área adjacente. Por outro lado, as paletes não são organizadas por conjunto, o que obriga o serralheiro a procurar pelo material paleta a paleta. Por fim, a ausência de material, tanto por perda do mesmo, ou não execução do trabalho, inflaciona o tempo de procura do serralheiro.

4.7.1 Zona de Produto Acabado e Expedição

Durante a prática da atividade de *Gemba Walk*, observou-se a presença de material desorganizado na zona de produto acabado e de expedição, bem como máquinas abandonadas. Com o objetivo de analisar a organização dessas áreas, realizou-se um mapeamento do material e equipamento presente. Na Figura 31 são apresentados exemplos de material e equipamento desorganizado.



(a) Equipamento obsoleto



(b) Material Desorganizado

Figura 31: Zona Produto Acabado e Expedição

Para o mapeamento do material e equipamento dessas zonas, foram considerados apenas os itens que não deveriam estar presentes no local. O resultado desse mapeamento está detalhado na Tabela 11.

Tabela 11: Mapeamento Material e Equipamento Obsoleto

Descrição	Zona	Dimensões (m)	Área (m ²)
Máquina	Produto Acabado	3,30 x 0,80	2,64
Máquina	Produto Acabado	1,30 x 1,70	2,21
Máquina	Produto Acabado	1,40 x 0,75	1,05
Material Stock	Produto Acabado	0,95 x 1,40	1,33
Máquina	Produto Acabado	2,10 x 1,70	3,57
Máquina	Produto Acabado	1,00 x 1,80	1,80
Máquina	Produto Acabado	1,20 x 0,90	1,08
Máquina	Expedição	1,60 x 0,80	1,28
Material mal armazenado	Produto Acabado	0,80 x 3,90	3,12
Equipamento mal armazenado	Produto Acabado	0,80 x 0,60	0,48
Equipamento mal armazenado	Produto Acabado	0,90 x 0,50	0,45
Material mal armazenado	Produto Acabado	Ø0,3	0,28
Paletes vazias	Produto Acabado	1,20 x 2,4	2,88
Total	-	-	22,17

A análise realizada na zona de produto acabado e de expedição revela uma ocupação significativa de espaço por máquinas e materiais mal armazenados, totalizando uma área de 22,17 m². Este espaço é ocupado principalmente por equipamentos obsoletos e materiais desorganizados que não deveriam estar presentes nestas zonas, indicando uma gestão ineficaz do espaço e uma necessidade de reorganização para melhorar o fluxo e a funcionalidade destas zonas.

4.8 Expedição

No processo de expedição, foi identificado como fator de risco a entrada para a zona de carga e descarga. Em reunião com a Gestão da Produção, foram relatadas situações de acidentes ou quase-acidentes devido a transportadores menos experientes utilizarem a entrada incorreta para a zona de carga e descarga. Esse problema ocorre porque a localização da entrada para essa zona não é intuitiva, além da ausência de sinalização adequada no portão de entrada, como se verifica na Figura 32.



Figura 32: Zona de Carga e Descarga (à esquerda) e entrada normal (à direita).

4.9 Resumo dos Problemas Identificados

Concluída a análise aos diversos setores e processos, resumiram-se os principais problemas identificados na seguinte Tabela 12.

Tabela 12: Resumo dos Problemas Identificados

Problema	Setor	Causas	Consequência
Atrasos nas encomendas	Aprovisionamento	Falta processo de controlo de encomendas	Atrasos na produção por falta de material
Método de Orçamentação	Comercial	Método de orçamentação tradicional	Variações entre custos reais e orçamentados
Proposta Comercial	Comercial	Proposta não automatizada; Proposta desatualizada	Omissões de informação; Tempo de elaboração elevado; Pouco apelativa
Processo de Gestão do departamento Técnico	Técnico	Falta de controlo eficaz sobre o planeamento de curto prazo	Dificuldade de controlo a curto prazo; Atrasos dos desenhos técnicos
Planeamento a curto prazo na Produção	Gestão de Produção	Ausência de metodologias para planeamento diário	Perda de material; Atrasos na produção; Sobreprodução
Controlo de Ferramentas	Armazém	Ausência de um sistema de controlo e gestão de ferramentas	Perda de ferramentas; Dificuldade de controlo das ferramentas
Organização dos postos de trabalho do Corte	Corte	Falta de cultura organizacional de limpeza	Material interrompe fluxo de trabalho; Desorganização dos postos; Sujidade
Processo de Setup dos pantógrafos	Corte	Processo de setup não otimizado	Baixa capacidade produtiva dos pantógrafos; Elevado tempo de setup

Problema	Setor	Causas	Consequência
Processo de Abastecimento dos postos da Serralharia	Serralharia	Armazenamento ineficiente no Corte	Perda de tempo à procura de material
Equipamento e material obsoleto	Zona de Produto Acabado e Expedição	Armazenamento de material e equipamento obsoleto; Armazenamento errado de material; Desorganização	Perda de Material; Sobreprodução; Má otimização do espaço
Falta de sinalização na zona de carga e descarga	Expedição	Ausência de normas claras para movimentação de veículos	Acidentes; Trânsito desorganizado dentro das instalações

Capítulo 5

APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são desenvolvidas as melhorias propostas de modo a elevar o desempenho e funcionamento da empresa, de acordo com a análise previamente realizada. Estas propostas de melhoria foram apresentadas em reunião aos responsáveis de cada departamento, assim como a Administração, utilizando para tal efeito a ferramenta dos 5W2H (*What, Why, Who, Where, When, How, How Much*), presente na Tabela 13. Na reunião definiram-se responsáveis por cada implementação, assim como se estipularam prazos para o desenvolvimento das propostas. Nesta fase foi retirada a componente de custos *How Much*, sendo a mesma abordada no capítulo seguinte.

Tabela 13: 5W2H - Propostas de Melhoria

WHAT	WHY	WHO	WHERE	WHEN	HOW
Custeio TDABC	Desvios nos custos orçamentados	Ruben, Comercial	Comercial	out/24	Implementação TDABC
Automatização Proposta Comercial	Demora na elaboração, proposta antiquada e pouco prática	Ruben, Comercial	Comercial	jul/24	Nova Proposta Comercial
Verificação do estado das encomendas	Atraso nas encomendas	Ruben, Leonor, Aprovisionamento	Apv	ago/24	Processo de controlo de encomendas
Controlo e monitorização das tarefas do Técnico	Monitorização e controlo complexo	Ruben, Leonor, Técnico	Técnico	ago/24	Gestão Visual
Controlo e monitorização do planeamento da Produção	Atrasos e desorganização na distribuição de tarefas	Ruben, Leonor, Gestão da Produção	Gestão da Produção	ago/24	Gestão Visual
Controlo e monitorização das tarefas dos setores da produção	Falta de controlo e monitorização	Ruben, Leonor, Gestão da Produção, Corte	Corte	ago/24	Gestão Visual
Monitorização Funcionamento Interno	Ausência de monitorização de indicadores de desempenho	Ruben, Leonor, Departamentos, Administração	Geral	out/24	Gestão Visual
Organização e limpeza dos postos de trabalho	Desorganização, sujidade e falta de espaço	Ruben, Gestão da Produção, Corte	Corte	set/24	Implementação 5S
Definição procedimento de abastecimento dos pantógrafos	Baixa produtividade das máquinas CNC	Ruben, Gestão da Produção, Corte	Corte	set/24	Implementação SMED

WHAT	WHY	WHO	WHERE	WHEN	HOW
Armazenamento pós-corte	Tempo gasto em procura de material, desorganização e material perdido	Ruben, Gestão da Produção, Corte	Corte	set/24	Mudança no processo de armazenamento
Organização da zona de produto acabado/expedição	Falta de espaço, desorganização	Ruben, Gestão da Produção, Diretor Técnico	Chão de Fábrica	out/24	Mapeamento e análise do material/equipamento obsoleto
Armazenamento de paletes e barrotes	Desorganização fabril; Otimização do espaço zona de expedição	Ruben, Gestão da Produção	Zona de Expedição	out/24	Definição de local para armazenamento de paletes e barrotes
Gestão Ferramentas	Falta controlo de stock e custos	Ruben, Gestão da Produção, Armazém	Armazém	out/24	Criação da ficha de ferramentas
Sinalização da Zona de Carga e Descarga	Zona sem sinalização, dificuldade circulação e acidentes ocasionais	Ruben, Gestão da Produção	Zona exterior	ago/24	Colocação da sinalização devida

5.1 TDABC

Um dos principais objetivos definidos para este projeto foi a modelação de um novo modelo de custeio, baseado na metodologia TDABC, que permitisse aproximar os valores da orçamentação com os custos reais de obra, assim como utilizar a informação disponibilizada pelo mesmo para a avaliação de propostas de melhoria. Por se tratar de um projeto piloto, no qual a empresa não possuía conhecimento prévio sobre o mesmo, foram realizados esforços para que este modelo fosse simples mas eficaz no desempenho das suas funções.

5.1.1 Identificação e Definição dos Processos

Numa fase inicial, elaborou-se um VSM da Concepção e Desenvolvimento de Projeto de Obra de modo a identificar as atividades essenciais ao funcionamento da organização, presente para consulta no Apêndice II. Às atividades identificadas no VSM, acrescentam-se a atividade da qualidade e de recursos humanos. Estas foram classificadas em dois tipos, operacionais e suporte, tal como demonstrado na Tabela 14. Foram consideradas como atividades operacionais aqueles já contabilizados pela empresa no custeio de projetos, com contributo direto para a produção das obras.

Tabela 14: Atividades do modelo TDABC

Pré-Produção		Produção	
Atividade	Tipo	Atividade	Tipo
Comercial	Suporte	Gestão da Produção	Suporte
Técnico	Operacional	Corte	Operacional
Armazém	Suporte	Maquinagem	Operacional
Aprovisionamento	Suporte	Serralharia	Operacional
Qualidade	Suporte	Soldadura	Operacional
Recursos Humanos	Suporte	Acabamento	Operacional

Cada uma destas atividades contém um conjunto de operações associadas, presentes para consulta no Âpendice III.

5.1.2 Custos dos Recursos

De acordo com a metodologia do TDABC, foram calculados os custos dos recursos consumidos nos primeiros seis meses do ano. Esses recursos podem ser agrupados em três categorias principais, conforme listado em seguida:

- Mão-de-Obra;
- Máquinas;
- Espaço.

Contudo, como a empresa não apresenta custos atribuíveis diretamente ao recurso Espaço, optou-se por imputar esses custos diretamente aos recursos Mão-de-Obra e Máquinas. Assim, consideraram-se apenas custos relativos a Mão-de-Obra e Máquinas na análise apresentada.

Gastos com Fornecimentos e Recursos Externos

Começando pelos Gastos com Fornecimentos e Recursos Externos, a empresa apresentou no primeiro semestre os custos presentes na Tabela 15, elaborada com dados retirados do software Primavera. Os custos associados a licenças de software, presentes na conta 6221 referente a Trabalhos especializados, serão abordados à parte pelo facto de alguns dos mesmos não estarem contabilizadas no primeiro semestre do ano.

Tabela 15: Conta 62 - Fornecimento e Serviços Externos

Subconta	Descrição	Subsubconta	Descrição da Subsubconta	Custo (€)
622	Serviços especializados	6226	Conservações e reparações	16 834,64
623	Materiais	6231	Ferramentas e utensílios de desgaste rápido	40 693,38
		6233	Material de escritório	2 136,00
		6234	Artigos para oferta	652,39
624	Energia e fluidos	6241	Eletricidade	7 375,52
		6242	Combustíveis	30 624,69
		6243	Água	567,53
626	Serviços diversos	6262	Comunicação	4 251,24
		6263	Seguros	11 319,08
		6267	Limpeza, higiene e conforto	721,51
		6268	Outros serviços	1 379,18

Recorrendo às faturas, e com o auxílio do departamento do aprovisionamento, assim como da gestão da produção, realizou-se a alocação destes custos a cada uma das atividades, tal como demonstrado na Tabela 16.

Tabela 16: Conta 62 - Divisão de Custos por atividade

Atividade	Custo (€)		Atividade	Custo (€)	
	Mão de Obra	Máquina		Mão de Obra	Máquina
Comercial	3 122,32	-	Gestão da Produção	2 376,37	-
Técnico	4 132,81	-	Corte	5 540,52	35 921,17
Armazém	4 781,85	-	Maquinagem	3 533,35	2 211,46
Aprovisionamento	823,31	-	Serralharia	39 174,60	-
Qualidade	884,85	-	Soldadura	9 800,63	-
Recursos Humanos	823,31	-	Acabamento	2 907,95	-

Gastos com Licenças de Software

Existem um total de nove programas de software utilizados pela empresa. Na alocação dos custos destes programas de software por atividade, considerou-se metade do custo anual das licenças, mesmo no caso da licença ter sido adquirida a meio do semestre. Na Tabela 17 encontram-se os gastos com licenças por atividade.

Tabela 17: Divisão de custos com licenças

Atividade	Custo (€)	Atividade	Custo (€)
Comercial	743,53	Maquinagem	153,43
Técnico	10 523,86	Recursos Humanos	184,55
Aprovisionamento	184,55	Gestão da Produção	1 487,06
Corte	2 303,78	Armazém	185,55

Gastos com o Pessoal

Quanto aos gastos com Pessoal, os custos são alocados pelos setores conforme demonstrado na Tabela 18, para o primeiro semestre do ano.

Tabela 18: Gastos com Pessoal

Atividade	Custo (€)	Atividade	Custo (€)
Comercial	50 624,00	Gestão da Produção	46 284,80
Técnico	71 958,40	Corte	61 698,00
Armazém	21 696,00	Maquinagem	39 188,40
Aprovisionamento	13 017,60	Serralharia	188 594,80
Qualidade	18 784,00	Soldadura	47 731,20
Recursos Humanos	9 040,00	Acabamento	28 928,00

Gastos de depreciação e de amortização

Os gastos associados à amortização de máquinas foram calculados com base em critérios económicos. Considerando que grande parte das máquinas já ultrapassou o seu tempo de vida útil, foram incluídas apenas as amortizações das máquinas cuja vida útil ainda não foi ultrapassada. Assim, conforme demonstrado na Tabela 19, obtiveram-se os seguintes custos.

Tabela 19: Cálculo da amortização de máquinas

Recurso	Atividades	Qnt	Tempo Vida Útil	Custo (€)	Amortização (€)	
				Aquisição	Anual	Semestral
Pant. 3	Corte	1	15	250 000,00	16 666,67	8 333,33
Fresadora CNC	Maquinagem	1	15	125 000,00	8 333,33	4 166,67
Compressor	Geral	1	15	11 850,00	790,00	395,00

Custo por Atividade

Somando os custos do semestre obtidos anteriormente, obteve-se os custos finais por atividade, tal como observado na Tabela 20.

Tabela 20: Custos do semestre por atividade

Atividade	Custo (€)		Atividade	Custo (€)	
	Mão de Obra	Máquina		Mão de Obra	Máquina
Comercial	54 489,85	-	Gestão da Produção	50 148,23	-
Técnico	86 615,07	-	Corte	69 617,17	44 289,82
Armazém	26 662,40	-	Maquinagem	42 913,32	6 763,45
Aprovisionamento	14 025,46	-	Serralharia	227 960,97	-
Qualidade	20 078,00	-	Soldadura	57 588,34	-
Recursos Humanos	10 047,86	-	Acabamento	31 869,86	-

Os custos de Mão-de-Obra incluem os gastos com pessoal e os custos diretamente associados à atividade produtiva relacionada a este recurso, como o custo de amortização do compressor. Já os custos de Máquina abrangem os gastos diretamente ligados à utilização de máquinas, incluindo consumíveis, manutenções e a amortização das mesmas.

5.1.3 Cálculo Capacidade Prática

Apurados os custos com recursos consumidos, calculou-se a capacidade tanto teórica como prática dos mesmos.

Capacidade de MOD

Para o cálculo da capacidade prática da mão-de-obra, assumiu-se um valor base de 80%, tal como sugerido por Kaplan & Anderson (2004). Na Tabela 21 encontra-se o cálculo da capacidade teórica e prática do recurso de mão-de-obra das atividades.

Tabela 21: Capacidade do recurso de Mão-de-Obra

Atividade	Recursos			Fator	Capacidade Semestral (hora)	
	Qnt.	Horas/dia	Dias/ano		Teórica	Prática
Comercial	3	8	226	0,80	2 712	2 170
Técnico	5	8	226	0,80	4 520	3 616
Armazém	2	8	226	0,80	1 808	1 446
Aprovisionamento	1	8	226	0,80	904	723
Qualidade	2	4,8	226	0,80	1 084	867
Recursos Humanos	1	8	226	0.80	904	723
Gestão da Produção	3	8	226	0.80	2 712	2 170
Corte	7	7,6	226	0,80	5 989	4 791
Maquinagem	4	6,8	226	0,80	3 051	2 441
Serralharia	17	8	226	0,80	15 323	12 258
Soldadura	5	8	226	0,80	4 520	3 616
Acabamento	3	8	226	0,80	2 712	2 170

Capacidade de Máquinas

Para o cálculo da capacidade prática, considerou-se novamente um valor de 80% da capacidade teórica, uma vez que são recursos que necessitam de monitorização e acompanhamento de mão-de-obra. Na tabela 22 encontra-se o cálculo da capacidade do recurso máquinas.

Tabela 22: Capacidade do recurso de Máquinas

Atividade	Recursos			Capacidade Semestral (horas)	
	Máq	Qnt.	Fator	Teórica	Prática
Corte	Pant. 1	1	0,80	763	610
Corte	Pant. 2	1	0,80	763	610
Corte	Pant. 3	1	0,80	759	608
Corte	CNC Perfis	1	0,80	904	723
Corte	Serras E.	2	0,80	904	723
Corte	Furadora	2	0,80	904	723
Maquinagem	Torno CNC	1	0,80	113	90
Maquinagem	Torno Mec.	5	0,80	2 712	2 170

5.1.4 Cálculo do Custo da Capacidade Prática

Calculados os custos dos recursos consumidos, assim como a sua capacidade prática, o próximo passo incide sobre o cálculo do custo da capacidade prática. Para tal, recorreu-se à Equação 5., já apresentada anteriormente e definida por Kaplan & Anderson (2004).

Custo da Capacidade Prática de Mão-de-Obra

O custo da capacidade prática de mão-de-obra encontra-se calculado na Tabela 23.

Tabela 23: Custo da Capacidade Prática de Mão-de-Obra

Atividade	Custo (€/Semestre)	Capacidade Prática	
		Semestral (hora)	Custo (€/hora)
Comercial	54 489,85	2 170	30,95
Técnico	86 615,07	3 616	28,93
Armazém	26 662,40	1 446	22,18
Aprovisionamento	14 025,46	723	23,89
Qualidade	20 078,00	867	28,57
Recursos Humanos	10 047,86	723	17,02
Gestão da Produção	50 148,23	2 170	28,45
Corte	69 617,17	4 791	17,75
Maquinagem	42 913,32	2 441	21,60
Serralharia	227 960,97	12 258	22,44
Soldadura	57 588,34	3 616	19,23
Acabamento	31 869,86	2 170	18,02

Custo da Capacidade Prática de Máquinas

O custo da capacidade prática de Máquinas encontra-se calculado na Tabela 24.

Tabela 24: Custo da Capacidade Prática de Máquinas

Atividade	Custo (€/Semestre)	Capacidade Prática	
		Semestre (hora)	Custo (€/hora)
Corte	44 389,82	3 998	11,10
Maquinagem	6 763,45	2 260	2,99

Custo da Capacidade Prática por Atividade

O custo da capacidade prática por atividade encontra-se calculado na Tabela 25. Para as atividades de Corte e Maquinagem, considerou-se que a capacidade dominante está associada à mão de obra. Assim, o custo da capacidade prática destas atividades foi determinado pela soma dos custos das máquinas e da mão de obra, divididos pela capacidade prática total da mão de obra.

Tabela 25: Custo da Capacidade Prática por Atividade

Atividade	Custo (€/hora)	Atividade	Custo (€/hora)
Comercial	25,12	Gestão da Produção	23,11
Técnico	23,95	Corte	23,80
Armazém	18,43	Maquinagem	20,35
Aprovisionamento	19,39	Serralharia	18,60
Qualidade	23,15	Soldadura	15,93
Recursos Humanos	13,89	Acabamento	14,69

Imputação dos Custos com Atividades de Suporte

Por fim, imputaram-se os custos das atividades de suporte às atividades operacionais, uma vez que foi possível estabelecer uma relação de causalidade entre eles, simplificando o modelo e tornando-o mais prático. Abaixo apresenta-se a lista das atividades de suporte, bem como o método utilizado para imputação dos custos de capacidade às atividades operacionais.

- Comercial - Imputação de 50% dos custos ao setor Técnico (Projeto) e os restantes distribuídos proporcionalmente à capacidade de cada setor da Produção.
- Aprovisionamento - Imputação proporcional à capacidade de mão de obra de cada departamento.
- Recursos Humanos - Imputação proporcional à capacidade de mão de obra de cada departamento.
- Qualidade - Imputação proporcional à capacidade de mão de obra de cada departamento.
- Armazém - Imputação proporcional à capacidade de mão de obra de cada setor da Produção.
- Gestão da Produção - Imputação proporcional à capacidade de mão de obra de cada setor da Produção.

A Tabela 26 apresenta os fatores de imputação utilizados para distribuir os custos das atividades de suporte entre as atividades operacionais. Cada coluna refere-se a uma atividade de suporte específica, enquanto cada linha indica a percentagem do custo dessa atividade de suporte imputada à respetiva atividade operacional.

Tabela 26: Fatores de Imputação de Custos de Suporte

Atividade	Atividade de Suporte					
	Comercial	Aprovisionamento	RH	Qualidade	Armazém	Gestão da Produção
Técnico	0,50	0,13	0,13	0,00	0,13	0,00
Corte	0,09	0,17	0,17	0,19	0,17	0,19
Maquinagem	0,05	0,08	0,08	0,10	0,08	0,10
Serralharia	0,24	0,42	0,42	0,48	0,42	0,48
Soldadura	0,07	0,13	0,13	0,14	0,13	0,14
Acabamento	0,04	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09

A partir destes fatores de imputação, calculou-se um novo custo de capacidade de recurso de mão-de-obra para cada atividade operacional. A Tabela 27 apresenta os valores finais dos custos de capacidade por recurso.

Tabela 27: Custo de Capacidade por Recurso das atividades

Atividades	Custo de Capacidade por Recurso (€/hora)		
	Mão-de-Obra	Máquina	Final
Técnico	33,02	-	33,02
Corte	20,18	11,10	29,44
Maquinagem	23,23	2,99	26,00
Serralharia	24,24	-	24,24
Soldadura	21,57	-	21,57
Acabamento	20,33	-	20,33

5.1.5 Equações de Tempo

A empresa iniciou recentemente um estudo detalhado sobre uma família de três produtos, com o objetivo de atualizar o modelo de custeio e obter estimativas precisas de tempo por atividade. Este estudo contou com a colaboração do departamento Comercial, permitindo a recolha de dados relativos aos tempos médios de execução das diversas atividades de produção. Estes dados encontram-se apresentados no Apêndice IV.

Para as equações de tempo consideraram-se 5 variáveis, relacionadas ao tamanho (variável categórica) e ao número de *decks* do produto (variável quantitativa). As equações de tempo detalhadas para cada produto encontram-se nas Tabelas 28, 29 e 30.

Variáveis:

x_1 : Tamanho 1	(0 ou 1)
x_2 : Tamanho 2	(0 ou 1)
x_3 : Tamanho 3	(0 ou 1)
x_4 : Tamanho 4	(0 ou 1)
x_5 : Número de <i>Decks</i>	(2, 3 ou 4)

Tabela 28: Equações de Tempo por Atividade - Produto A

Atividade	Equação de Tempo (horas)
Técnico	$t = 24$
Corte	$t = 48 \cdot x_5 + 16 \cdot (x_2 + x_3) + 32 \cdot x_4$
Maquinagem	$t = 96$
Serralharia	$t = x_1 \cdot (110 + 8 \cdot x_5) + x_2 \cdot (104 + 20 \cdot x_5) + x_3 \cdot (136 + 16 \cdot x_5) + x_4 \cdot (160 + 16 \cdot x_5)$
Soldadura	$t = x_1 \cdot (28 + 8 \cdot x_5) + x_2 \cdot (32 + 8 \cdot x_5) + x_3 \cdot (56 + 8 \cdot x_5) + x_4 \cdot (80 + 4 \cdot x_5)$
Acabamento	$t = 16$

Tabela 29: Equações de Tempo por Atividade - Produto B

Atividade	Equação de Tempo (horas)
Técnico	$t = x_1 \cdot 36 + x_2 \cdot 39 + x_3 \cdot 41 + x_4 \cdot 48 + x_5 \cdot 2$
Corte	$t = x_1 \cdot (28 + x_5) + x_2 \cdot (32 + x_5) + x_3 \cdot (32 + x_5) + x_4 \cdot (36 + 2 \cdot x_5)$
Maquinagem	$t = 0$
Serralharia	$t = x_1 \cdot (110 + 5 \cdot x_5) + x_2 \cdot (110 + 5 \cdot x_5) + x_3 \cdot (109 + 7 \cdot x_5) + x_4 \cdot (127 + 8 \cdot x_5)$
Soldadura	$t = x_1 \cdot (39 + x_5) + x_2 \cdot (39 + 2 \cdot x_5) + x_3 \cdot (41 + 2 \cdot x_5) + x_4 \cdot (49 + 2 \cdot x_5)$
Acabamento	$t = x_1 \cdot 18 + x_2 \cdot 22 + x_3 \cdot 23 + x_4 \cdot 51 + x_5$

Tabela 30: Equações de Tempo por Atividade - Produto C

Atividade	Equação de Tempo (horas)
Técnico	$t = 16 + x_2 \cdot 3 + x_3 \cdot 16 + x_4 \cdot 19 + x_5 \cdot 2$
Corte	$t = 11 + x_2 \cdot 2 + x_3 \cdot 12 + x_4 \cdot 21 + x_5 \cdot 2$
Maquinagem	$t = 0$
Serralharia	$t = x_1 \cdot (62 + 7 \cdot x_5) + x_2 \cdot (74 + 7 \cdot x_5) + x_3 \cdot (122 + 7 \cdot x_5) + x_4 \cdot (160 + 10 \cdot x_5)$
Soldadura	$t = x_1 \cdot (24 + 3 \cdot x_5) + x_2 \cdot (32 + 3 \cdot x_5) + x_3 \cdot (48 + 3 \cdot x_5) + x_4 \cdot (64 + 4 \cdot x_5)$
Acabamento	$t = x_1 \cdot 8 + x_2 \cdot 10 + x_3 \cdot 16 + x_4 \cdot 22 + x_5$

5.1.6 Custeio de Produtos

Partindo das equações de tempo, foram calculados os custos dos produtos A, B e C. O custo TDABC reflete os custos das atividades de produção, incluindo mão-de-obra direta, custos operacionais das máquinas e outros custos de suporte relacionados à produção. O custo de matéria-prima foi determinado com base nos consumos específicos de cada variante de produto. A soma desses dois componentes permitiu a obtenção do custo total dos produtos. As Tabelas 31, 32 e 33 apresentam os custos para os Produtos A, B e C, respetivamente.

Tabela 31: Custeio Detalhado do Produto A

Produto A			Custo (€)		
Tamanho	Qnt. Decks	TDABC	MP	Total	
1	2	9 501,17	12 955,21	22 456,38	
1	3	10 272,88	13 287,82	23 560,70	
1	4	11 287,00	15 143,55	26 430,55	
2	2	10 494,84	17 597,55	28 092,39	
2	3	11 387,75	20 353,51	31 741,26	
2	4	12 280,66	21 950,63	34 231,29	
3	2	11 594,33	17 712,26	29 306,59	
3	3	12 390,28	19 807,32	32 197,60	
3	4	13 186,23	23 926,39	37 112,62	
4	2	12 992,30	22 383,65	35 375,95	
4	3	13 701,96	28 803,70	42 505,66	
4	4	14 411,62	33 045,73	47 457,35	

Tabela 32: Custeio Detalhado do Produto B

Produto B			Custo (€)		
Tamanho	Qnt. Decks	TDABC	MP	Total	
1	2	6 403,88	8 726,86	15 130,74	
1	3	6 637,60	8 815,01	15 452,61	
1	4	6 919,30	8 904,05	15 823,36	
2	2	6 769,85	11 177,33	17 947,18	
2	3	7 025,32	11 290,23	18 315,55	
2	4	7 280,78	11 404,27	18 685,06	
3	2	6 942,25	12 000,33	18 942,58	
3	3	7 280,78	12 121,55	19 402,34	
3	4	7 679,41	12 243,99	19 923,40	
4	2	8 093,57	12 700,99	20 794,56	
4	3	8 476,19	12 829,28	21 305,48	
4	4	8 866,60	12 958,87	21 825,47	

Tabela 33: Custeio Detalhado do Produto C

Produto C		Custo (€)		
Tamanho	Qnt. <i>Decks</i>	TDABC	MP	Total
1	2	3 794,72	5 570,99	9 365,71
1	3	4 147,53	6 022,69	10 170,22
1	4	4 554,02	6 511,02	11 065,04
2	2	4 384,17	8 215,50	12 599,67
2	3	4 775,94	8 881,62	13 657,56
2	4	5 140,87	9 601,75	14 742,62
3	2	6 811,11	8 397,12	15 208,23
3	3	7 163,91	9 077,97	16 241,88
3	4	7 570,40	9 814,02	17 384,42
4	2	9 082,17	10 963,93	20 046,10
4	3	9 551,89	11 852,89	21 404,78
4	4	10 041,06	12 813,94	22 855,00

5.2 Automação Proposta Comercial

Tal como mencionado na Análise da Situação Atual, a proposta comercial é apontada pelos colaboradores do departamento Comercial como um fator de risco. Com vista à melhoria deste documento, assim como do seu processo de elaboração, foi criado um ficheiro Excel, presente na Figura 33, que, recorrendo à codificação VBA (excertos presentes no Apêndice V) e a um template Word externo, automatiza a geração da proposta comercial. Ao carregar no botão disponível na interface do Excel, a macro VBA preenche automaticamente o template Word com os detalhes específicos da proposta comercial, substituindo os campos pré-definidos por informações recolhidas no Excel. Após essa modificação, o ficheiro Word é gravado com um novo nome para evitar alterações no template original, garantindo a sua integridade para futuras utilizações. Em seguida, a macro gera automaticamente uma versão em formato PDF do documento recém-criado.



(a) Capa da proposta comercial

ÍNDICE	
1. SOBRE NÓS	3
2. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA	4
3. MEMÓRIA DESCRITIVA	4
3.1. Posto Primário	4
3.2. Tremonta Reguladora 1	4
3.3. Tremonta Reguladora 2	5
3.4. Posto Bórgua Secundária	5
3.5. Torre de Sinal 2 (Lateral) com Direc.	5
3.6. Grupo de Hidroalcatrazagem	5
3.7. Grupo de Climatização	5
3.8. Tapetes transportadores	7
3.9. Equipamentos de controlo e automação	9
3.10. Manobras	9
4. CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO	9
4.1. Preço de Entrega	9
4.2. Excluídos	10
5. GARANTIA	10
6. CONDIÇÃO DE PAGAMENTO	10
7. ADJUDICAÇÃO	11

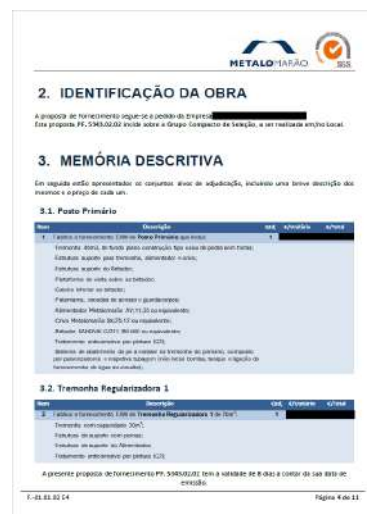
A presente proposta de fornecimento Nº: 5343.02.02 tem a validade de 8 dias a contar de sua data de emissão.

7-03.02.04 Página 2 de 11

(b) Índice da proposta comercial



(c) Apresentação da Empresa na proposta comercial



(d) Memória descritiva da proposta comercial

Figura 34: Proposta comercial desenvolvida

Na nova proposta comercial é introduzido um Índice e um capítulo para uma breve apresentação da empresa, denominado "Sobre Nós". Os restantes capítulos seguem a estrutura da proposta comercial original.

Esta proposta de melhoria encontra-se em fase de teste, de modo a verificar que se adequa à complexidade e diversidade de tipos de propostas comerciais.

5.3 Processo de Controlo de Encomendas

Um dos fatores de risco ao bom funcionamento da empresa encontra-se na quantidade de encomendas em atraso ou, por vezes, canceladas sem conhecimento prévio. De modo a diminuir estes atrasos e

aumentar a capacidade de reação da empresa a estas adversidades, propôs-se a implementação de um procedimento de controlo das encomendas.

Numa primeira fase, com o auxílio da consultora informática responsável pelo ERP, criou-se um mapa de encomendas semanais, onde é possível consultar as encomendas previstas para um dado período. O colaborador do aprovisionamento utilizaria este mapa como uma lista de verificação na receção de encomendas e, ao final do dia, consultaria os fornecedores sobre os atrasos encontrados. A figura 35 mostra o mapa de encomendas.

ANÁLISE DE ENCOMENDAS A FORNECEDORES (18/11/2024 até 22/11/2024)

	DI. Documento	DI. Entrega	Qtd. Enc.	UN	Qtd. Pend.	Observações
0006						
ECF / 2024 nº 20 241 748,00 033-050001		12/11/2024 18/11/2024	4 292,000	KG	4 292,000	20340443 5323
TU.FL.80.60 - 12 unidades			4 292,000	KG	4 292,000	
Total 0006						
0020						
ECF / 2024 nº 20 241 747,00 034-010044		11/11/2024 18/11/2024	15,120	KG	0,120	
BARRA RECT. 40X8 c/ 6mt - 1un			15,120	KG	0,120	
Total 0020						
0035						
ECF / 2024 nº 20 241 745,00 001-030066		11/11/2024 22/11/2024	100,000	UN	100,000	
PC AU/TOB M27 CL10 ZINC			100,000	UN	100,000	
Total 0035						
0597						
ECF / 2024 nº 20 241 743,00 006-030109		08/11/2024 22/11/2024	6,000	MTS	6,000	
TUBO ACO C/C RED 50x12,5 c/6m - 3un			6,000	MTS	6,000	
ECF / 2024 nº 20 241 742,00 006-040091		08/11/2024 22/11/2024	12,000	MTS	12,000	
TUBO ACO C/C RED 610 K12.5MM c/12m - 1un			12,000	MTS	12,000	
Total 0597						
1124						
ECF / 2024 nº 20 241 751,00 004-030031		12/11/2024 19/11/2024	974,160	KG	974,160	
CANTONEIRA 70X7 MM - c/12mt - 11un			974,160	KG	974,160	
Total 1124						
1186						
ECF / 2024 nº 20 241 777,00 023-030144		15/11/2024 18/11/2024	3,000	UN	3,000	
FRESA CRANEANA 12MM			3,000	UN	3,000	
ECF / 2024 nº 20 241 777,00 023-030146		15/11/2024 18/11/2024	3,000	UN	3,000	
FRESA CRANEANA 16MM			3,000	UN	3,000	
Total 1186						
1404						
ECF / 2024 nº 20 241 645,00 000-000002		18/10/2024 18/11/2024	8 160,000	UN	8 160,000	20340388 5188
Fabrico e fornecimento de peças em S275JR, Sem						

LA
2024-11-18 - R. J.
2024-11-18 - R. J.

Figura 35: Mapa de Controlo de Encomendas

Como parte do processo de melhoria contínua, concluiu-se que este procedimento seria mais eficiente se realizado no armazém, local da receção do material. Assim, o novo processo de controlo de encomendas passou a ser realizado pelo responsável do armazém, que, no final de cada semana, entrega o mapa das encomendas ao aprovisionamento. Este, no primeiro dia útil da semana seguinte, contacta os fornecedores com encomendas em atraso e atualiza as novas datas de entrega no ERP, permitindo ao responsável do armazém imprimir o mapa atualizado.

A periodicidade semanal deste processo foi estabelecida com o objetivo de garantir um acompanhamento

estruturado das encomendas, sem impedir que o armazém informe prontamente o aprovisionamento sobre a chegada de material. O processo formaliza a revisão periódica das encomendas pendentes, assegurando que não haja esquecimentos ou atrasos não identificados. Esta periodicidade foi definida após discussão com a Diretora da Qualidade e o Diretor de Produção responsável pelo setor do armazém, tendo sido considerada a necessidade de monitorização equilibrada com a carga de trabalho operacional. O processo encontra-se mapeado na Figura 36.

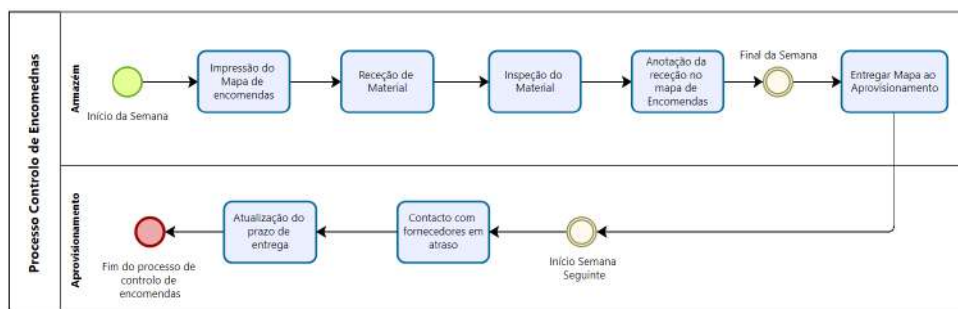


Figura 36: Fluxograma do Processo de Controlo de Encomendas

Com a criação deste processo, foram também definidos dois novos indicadores de desempenho: a percentagem de encomendas atrasadas e o atraso médio das encomendas. Estes indicadores serão integrados num quadro de Gestão Visual, uma proposta separada que visa monitorizar o funcionamento interno de forma sistemática. A explicação detalhada sobre a Gestão Visual será apresentada na secção 5.4.

5.4 Melhoria de Processos - Gestão Visual

Com o intuito de melhorar os processos internos, assim como implementar uma cultura de monitorização e melhoria contínua na empresa, foram projetados cinco quadros de Gestão Visual, assim como folhas de cálculo que permitam registar os indicadores de desempenho presentes nos mesmos. Numa primeira etapa, realizaram-se reuniões individuais com os responsáveis de cada departamento, com o objetivo de identificar as necessidades específicas de cada um. Com o recurso à plataforma digital Miro elaboraram-se protótipos dos quadros da Gestão Visual, delinearam-se os procedimentos e expuseram-se os mesmos às partes interessadas.

5.4.1 Controlo e Monitorização do Planeamento Técnico

Na análise realizada no capítulo anterior identificou-se o planeamento e monitorização a curto prazo do departamento Técnico como um fator de risco. Assim, o quadro associado a este departamento foi

elaborado de modo a que o responsável rapidamente se atualize do estado atual do funcionamento do Técnico, as tarefas de cada colaborador e o atraso face ao estipulado no planeamento inicial. O quadro em funcionamento pode ser consultado na Figura 37.



Figura 37: Quadro Gestão Visual - Técnico

O procedimento de monitorização das tarefas do Técnico inicia-se na reunião semanal realizada todas as segundas-feiras. A informação transmitida na mesma é colocada por cada colaborador no quadro, sendo a atualização do estado das tarefas realizada também pelo próprio. À medida que os desenhos são concluídos, anota-se o atraso face ao planeamento estipulado inicialmente.

Na zona inferior do quadro encontram-se indicadores de desempenho definidos em consonância com o *feedback* do departamento. Estes seguem a metodologia SQCDM, à qual se retirou a componente de Segurança por não se enquadrar na realidade do departamento.

- Qualidade: Número de desenhos com defeitos do técnico;
- Custos: Horas de trabalho do técnico e Horas extra + Sábados;

- Prazo de Entrega: Atrasos no Técnico face ao planeamento;
- Motivação: Índice de Absentismo.

Os dados relativos a estes indicadores são atualizados semanalmente pelo responsável do departamento e discutidos na reunião semanal, permitindo um acompanhamento contínuo do desempenho. Os gráficos correspondentes são atualizados semanalmente numa folha de cálculo Excel para garantir a monitorização em tempo real, sendo posteriormente afixados no quadro com uma periodicidade mensal, proporcionando uma visão consolidada e permitindo a implementação de ações corretivas mais eficazes.

A zona de sugestões de melhoria, assim como a melhoria de implementação, também é da responsabilidade do responsável do departamento. Para este efeito, foi criada uma caixa de sugestões, onde os colaboradores podem sugerir melhorias para o departamento. Na Figura 38, encontra-se a folha de registo de dados utilizada para os indicadores implementados

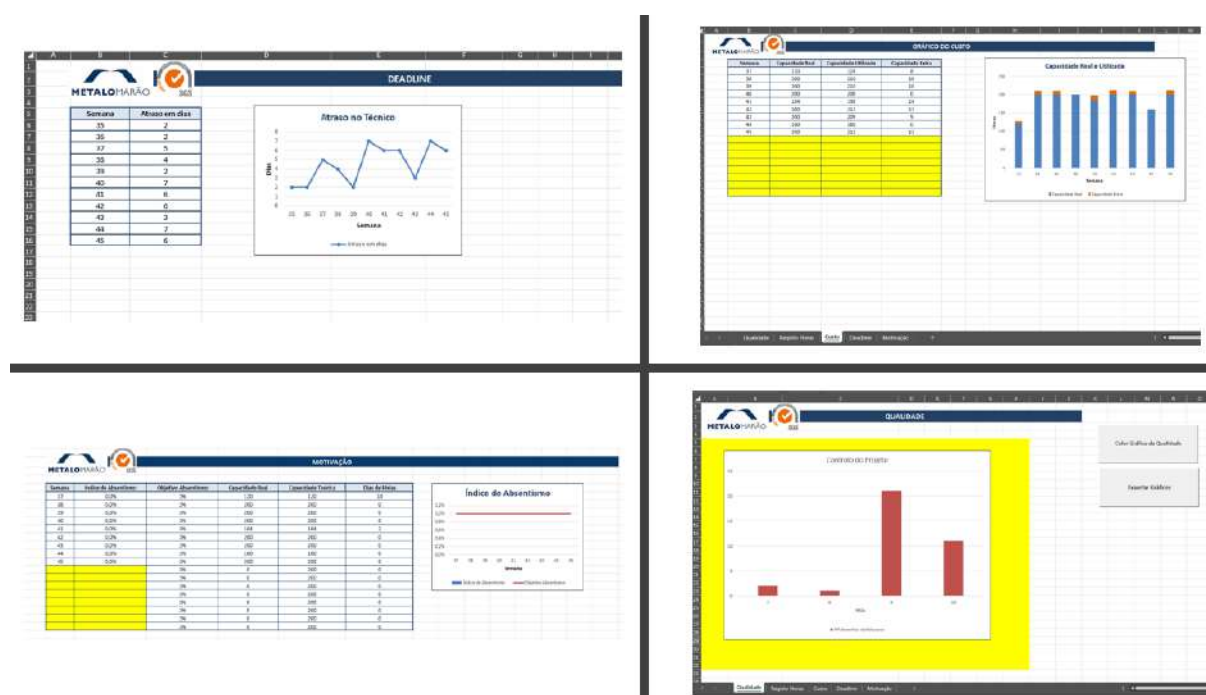


Figura 38: Registo de Dados - Departamento Técnico

5.4.2 Controlo e Monitorização do Planeamento da Produção

Com o objetivo de implementar um procedimento de monitorização do planeamento a curto prazo, foi delineado um quadro de Gestão Visual para a Gestão da Produção. Este quadro é dividido em duas zonas principais:

- Zona de Tarefas: Organiza as tarefas de cada setor da produção, classificadas segundo o estado de execução, como *stand-by*, em curso, concluído e atraso.
- Zona de Indicadores: Apresenta métricas de desempenho baseadas na metodologia SQCDM, como segurança, qualidade, custos e motivação.

A Figura 39 apresenta o quadro em funcionamento.



Figura 39: Quadro de Gestão Visual para a Gestão da Produção

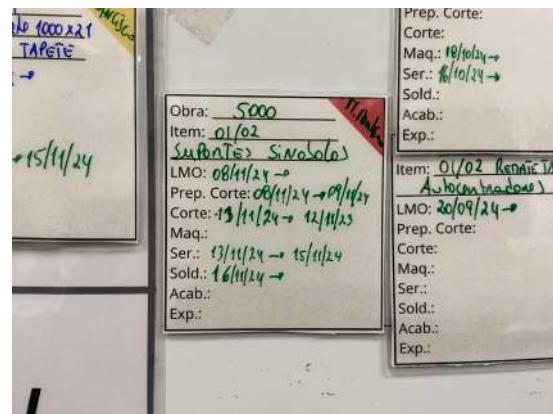
Planeamento Curto Prazo

O diretor da Produção é responsável por introduzir no quadro as informações referentes ao planeamento a curto prazo, atualizando-as de acordo com o *feedback* dos responsáveis de cada setor. Para facilitar esta comunicação, foram implementadas reuniões periódicas, inicialmente diárias e, atualmente, realizadas a cada dois dias, às 9h da manhã, na sala da Gestão da Produção.

Durante estas reuniões, atualiza-se o estado das tarefas de cada setor, registam-se os dias de entrada e saída dos conjuntos em cada setor e discutem-se problemas identificados entre reuniões. Para organizar essas tarefas, utilizam-se cartões magnéticos reutilizáveis, substituindo os post-its inicialmente previstos. A Figura 40 apresenta a zona do planeamento a curto prazo, assim como um exemplo dos cartões.



(a) Planeamento Curto Prazo



(b) Cartão de Tarefa

Figura 40: Quadro Gestão Visual para a Gestão da Produção - Planeamento curto prazo

Indicadores de Desempenho

No quadro da Gestão da Produção encontram-se também indicadores de desempenho definidos em reunião com o responsável pelo departamento. Estes seguem a metodologia SQCDM, com exceção do prazo de entrega para o qual não tem ainda um indicador definido.

- Segurança: Dias sem acidentes na Produção
- Qualidade: Número de peças com defeitos
- Custo: Produto Expedido
- Custo: Produtividade
- Custo: Desperdício para sucata
- Custo: Tempo de paragem de máquinas por avaria
- Custo: Horas de Produção, horas extra e sábados
- Motivação: Índice de Absentismo

O registo destes indicadores é realizado numa folha de cálculo Excel, conforme ilustrado na Figura 41, e preenchida pelo próprio Diretor da Produção. Tanto a atualização dos indicadores quanto a dos gráficos associados ocorrem mensalmente, uma vez que alguns dados, como as horas de produção, só estão disponíveis após o encerramento do mês. Além disso, como os indicadores refletem o desempenho global da produção, uma atualização mais frequente seria impraticável devido ao esforço necessário para a

recolha e análise dos dados. A periodicidade mensal foi definida em conjunto com o Diretor da Produção, garantindo um equilíbrio entre a necessidade de acompanhamento e a carga de trabalho operacional. Esta abordagem permite consolidar os dados de forma mais precisa, proporcionando uma visão clara das tendências e facilitando a implementação de ações corretivas estratégicas.

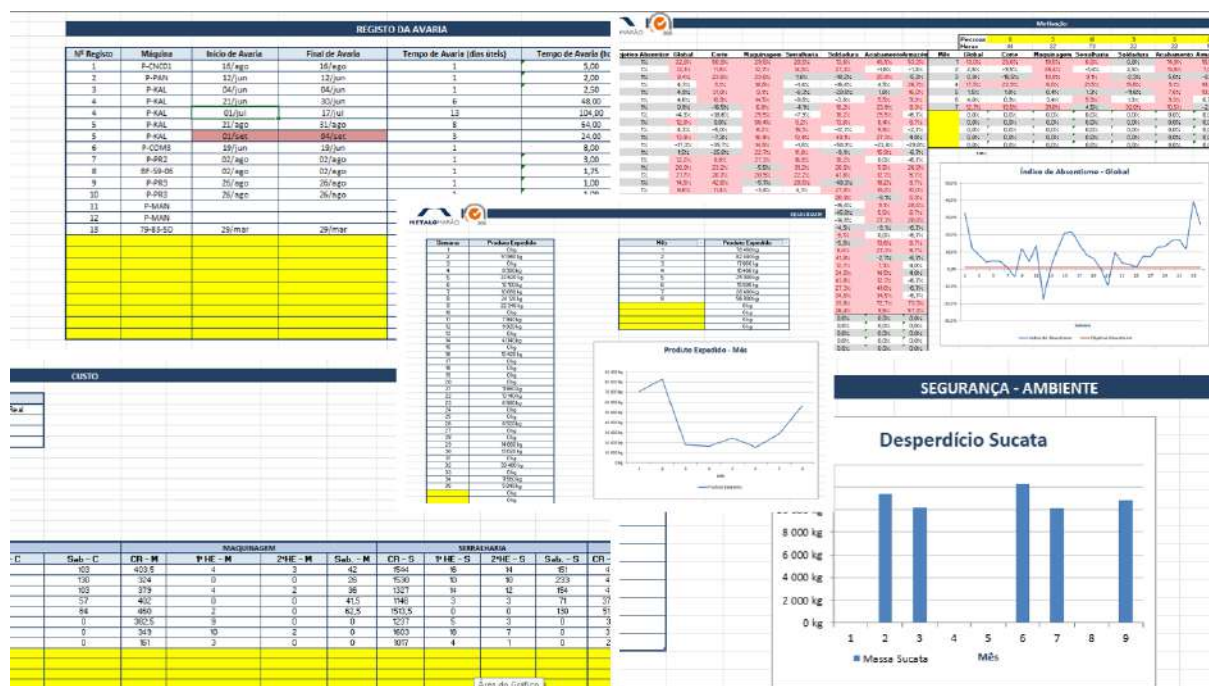


Figura 41: Registo de Dados - Gestão da Produção

5.4.3 Gestão dos Setores da Produção

Com o objetivo de melhorar a gestão individual de cada um dos setores da produção, projetaram-se quadros de Gestão Visual para cada um dos mesmos. Numa fase inicial decidiu-se implementar o quadro referente ao setor de Corte, por não só se tratar de um setor crítico da produção, assim como ser o primeiro macroprocesso de fabrico. Futuramente esta metodologia espera-se que seja estendida aos restantes setores da produção.

Assim, a gestão Visual implementada no setor de Corte segue o objetivo da empresa de melhorar o método de gestão do mesmo. Com um template similar ao quadro da Gestão da Produção, este apresenta uma zona afeta ao planeamento a curto prazo, assim como um local para a exposição de indicadores de desempenho. O quadro em funcionamento pode ser consultado na Figura 42.



Figura 42: Quadro Gestão Visual - Corte

Com a introdução do Quadro de Gestão Visual no setor, iniciou-se a prática de reuniões diárias entre os colaboradores e o responsável pelo setor. Estas reuniões, com duração máxima de 10 minutos, ocorrem na zona onde o quadro está afixado, no final do turno de trabalho. Antes da reunião, o colaborador responsável pelo corte regista no quadro as próximas tarefas a desenvolver em cada posto de trabalho. Durante a reunião, são atualizadas as tarefas em curso, discutidos os atrasos e as datas previstas de conclusão, bem como comunicados problemas e informações relevantes.

Quanto aos indicadores de desempenho, estes foram definidos numa fase inicial em conjunto com o responsável pela Gestão da Produção e o responsável pelo Corte, seguindo a metodologia SQCDM. Os indicadores definidos são:

- Segurança: Cruz de Segurança
- Qualidade: Número de peças com defeitos
- Custo: Tempo de Paragem por Avaria
- Motivação: Índice de Absentismo
- Organização e Limpeza: Avaliação 5S

Estes indicadores são extraídos juntamente com os indicadores da Gestão da Produção e são atualizados mensalmente. A Avaliação 5S, embora incluída aqui como indicador, faz parte de uma outra proposta de melhoria que será abordada posteriormente.

5.4.4 Monitorização Funcionamento Interno

Incidindo sobre o processo de melhoria contínua da empresa, a monitorização do funcionamento interno da empresa realiza-se principalmente em duas frentes: no desempenho dos departamentos e na saúde financeira da empresa. Assim, este quadro de Gestão Visual apresenta um aglomerado de indicadores de desempenho referentes a cada um dos principais departamentos, assim como uma zona relacionada a custos e resultados financeiros. A manutenção do mesmo estaria ao encargo da qualidade, que renovaria os diversos campos no início de cada trimestre. O quadro em funcionamento pode ser consultado na Figura 43.



Figura 43: Quadro Gestão Visual - Geral

Os indicadores presentes no quadro são os seguintes:

- Comercial: Valor de Orçamento Adjudicado
- Técnico: Horas de trabalho do técnico e Horas extra + Sábados
- Aprovisionamento: Tempo médio de recebimento de clientes e pagamento a fornecedores
- Aprovisionamento: Número de encomendas em atraso e atraso médio por encomenda

- Gestão de Produção: Produtividade
- Recursos Humanos: Índice de Frequência de Acidentes
- Recursos Humanos: Índice de Absentismo
- Despesas por Falta de Capacidade: Horas extra e subcontratação na Produção
- Resultado do Período: Crescimento na faturação face ao período do ano anterior
- Meta de Faturação: Faturação

5.5 Implementação Metodologia 5S - Corte

A aplicação da metodologia 5S no chão de fábrica foi uma proposta de implementação já testada pela empresa em 2018, com resultados aquém dos pretendidos. A principal razão para o insucesso da implementação, segundo colaboradores da empresa, prendeu-se na falta de escrutínio e supervisão da mesma, resultante da implementação simultânea em todo o chão de fábrica. Nessa mesma altura, o presente Diretor da Produção saiu da empresa, o que sentenciou o sucesso da proposta.

5.5.1 Apresentação da Metodologia 5S

De modo a não cometer os erros praticados anteriormente, iniciou-se um projeto piloto, envolvendo apenas o setor de corte, com o intuito de implementar e padronizar os 5S nos postos de trabalho. Numa primeira fase foi realizada uma reunião com o responsável pelo setor de corte de modo a apresentar a metodologia 5S, assim como os benefícios a serem retirados da sua implementação. Desta mesma apresentação foi elaborado um pequeno manual, utilizado para a difusão dos conceitos de 5S aos colaboradores do setor, contendo as diferentes etapas da implementação, exemplos de aplicações de diferentes técnicas e as melhorias obtidas pelas mesmas. Na Figura 44 encontra-se um excerto do manual criado para os 5S.



(a) Capa do Manual dos 5S



(b) Conteúdo do Manual dos 5S

Figura 44: Manual dos 5S

5.5.2 Implementação 5S

Segundo as etapas da metodologia 5S, começou-se por retirar todo o material dos armários e bancadas dos diversos postos de trabalho. Verificou-se, nesta fase, que muito do espaço ocupado refletia armazenamento de objetos obsoletos, pertencentes a operadores que já não se encontravam no posto, capas com desenhos padronizados antigos que não são mais fabricados pela empresa, material sem utilidade para as funções do operador e componentes de máquinas que não funcionam.

De seguida iniciou-se a fase de Organização do material e ferramentas. Nos postos associados aos pantógrafos recorreu-se a caixas SUC para o armazenamento dos consumíveis das máquinas CNC, etiquetando estas mesmas caixas de acordo com a especificidade do material, tal como demonstrado na Figura 45.



(a) Antes da Implementação 5S



(b) Após Implementação 5S

Figura 45: Stock de Consumíveis CNC antes e depois dos 5S - Pantógrafo 2

O restante material e ferramentas necessárias para a atividade laboral do colaborador foram armazenadas em caixas de madeira e cartão das quais a empresa já dispunha. Outras pequenas melhorias foram implementadas de acordo com as especificidades de cada posto, como uma zona de armazenamento de panos na máquina de CNC Perfis. Para cada posto foi também reservado um espaço próprio para documentação da máquina e fichas de intervenção e manutenção. Por fim, foi incutida a responsabilidade da limpeza dos postos de trabalho aos colaboradores alocados aos mesmos. A Figura 46 demonstra o comparativo dos armários de dois postos de trabalho antes e após a implementação 5S.



(a) Pantógrafo 1



(b) Serras elétricas

(a) Antes da Implementação 5S



(c) Pantógrafo 1



(d) Serras elétricas

(b) Após Implementação 5S

Figura 46: Armários antes e depois da Implementação dos 5S

Na Figura 47 demonstra-se o comparativo dos armários de dois postos de trabalho antes e após a implementação 5S.



(a) Antes da Implementação 5S



(b) Após Implementação 5S

Figura 47: CNC Perfis - Comparação antes e após implementação 5S

5.5.3 Avaliação 5S pós-implementação

Após uma implementação inicial, foram reavaliados os postos de trabalho, seguindo os mesmos critérios anteriormente aplicados na avaliação diagnóstica. Os resultados encontram-se na Tabela 34.

Tabela 34: Resultados Avaliação 5S

Posto	Parâmetros 5S (%)					Geral (%)
	Separação	Organização	Limpeza	Normalização	Auto-disciplina	
Pant. 1	63	63	44	56	56	56
Pant. 2	63	75	44	63	56	60
Pant. 3	63	63	56	63	56	60
CNC Perfis	38	56	44	50	44	46
Serras Elétricas	31	25	44	31	44	35
Furadora	38	13	56	25	44	35
Média	49	49	48	48	50	49

A Figura 48 apresenta os resultados da comparação entre a avaliação diagnóstica inicial e a nova avaliação realizada após a implementação dos 5S no setor de corte. Apesar de melhorias visíveis nas avaliações aos postos de trabalho, os resultados ainda permitem margem para evolução nos tópicos aderentes aos 5S.

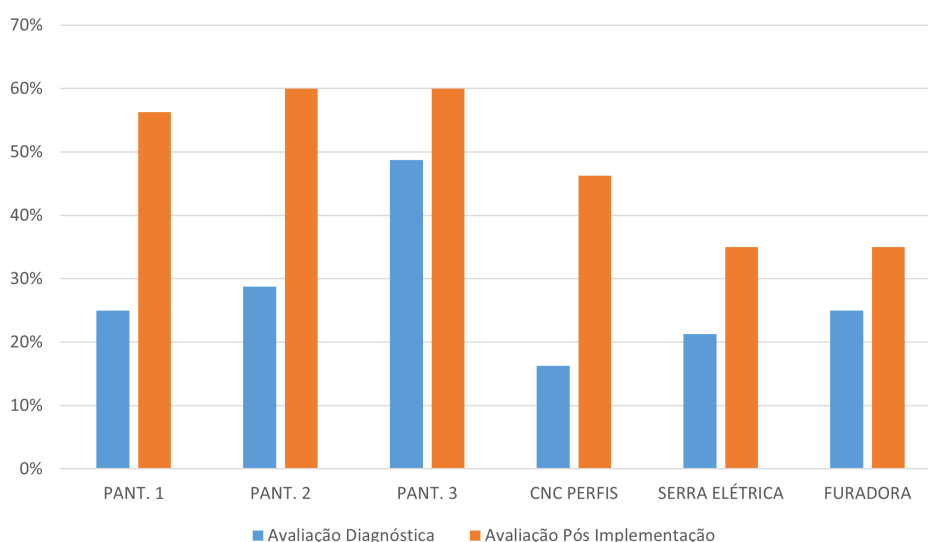


Figura 48: Comparativo Avaliação 5S

Com base no processo de melhoria contínua, foi implementado um processo semanal de avaliação ob-

jetivo, a ser realizado pelo responsável pelo setor. Para tal, definiram-se 12 tópicos em conjunto com o responsável pelo corte e o diretor de produção, apresentados na Tabela 49, que permitem uma avaliação mais simples e objetiva do cumprimento dos critérios dos 5S nos postos de trabalho. Foram também incluídos dois novos postos, que embora não possuam um colaborador alocado, serão avaliados regularmente e terão um responsável designado para a manutenção das condições nos mesmos.

Categoria	Critério	Pontuação
Separação	1. Somente ferramentas e materiais necessários estão na bancada e mesa de Trabalho	0/1
	2. Somente ferramentas e materiais necessários estão nos armários.	0/1
	3. Não há material no chão a interromper o fluxo de trabalho	0/1
	4. Não há material de trabalho acabado no posto	0/1
Organização	1. Todas as ferramentas têm local definido e estão devidamente armazenadas.	0/1
	2. Os locais de armazenamento estão sinalizados de forma clara.	0/1
	3. Todos os materiais e ferramentas estão facilmente acessíveis sem movimentações excessivas.	0/1
	4. Os materiais de limpeza e manutenção encontram-se acessíveis, rotulados e no sítio correto	0/1
Limpeza	1. A área de trabalho (máquina + bancada de trabalho) está limpa e livre de resíduos.	0/1
	2. O chão encontra-se sem resíduos de sujidade (limalha, óleos e resíduos do corte) e o balde do lixo não cheio	0/1
	3. A máquina encontra-se com a limpeza em dia	0/1
	4. As ferramentas de trabalho encontram-se limpas	0/1
Total	Avaliação Final	0/12

Figura 49: Lista de critérios da avaliação 5S

Para registar os resultados da avaliação semanal, foi criado um ficheiro Excel próprio. No futuro pretende-se aumentar o número de tópicos avaliados e tornar os critérios existentes mais rigorosos, promovendo novas oportunidades de melhoria contínua.

5.6 Implementação da Metodologia SMED

Com o objetivo de aumentar a capacidade das máquinas do setor de corte, realizou-se um estudo SMED aos tempos de setup das máquinas CNC de chapa do setor corte. Primeiramente, foram mapeadas e cronometradas as atividades associadas a um ciclo do processo de corte de chapa, presente na Análise da Situação Inicial. De seguida classificaram-se as mesmas em atividades internas e externas. Por fim, procedeu-se à transformação de atividades internas em externas, e eliminação de atividades externas quando possível. A Tabela 35 apresenta a classificação das atividades em termos de tipo (interna ou externa), antes e depois da implementação da metodologia SMED, para os pantógrafos 1, 2 e 3.

Tabela 35: Classificação de Atividades de setup - Máquinas CNC corte

Atividade	Pant. 1 e 2		Pant. 3	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Deslocação até ao carrinho de transporte	Interna	Externa	Interna	Externa
Ativar carrinho para a zona exterior	Interna	Externa	Interna	Externa
Planeamento de como pegar na chapa	Interna	Externa	Interna	Externa
Tirar Material que esteja no caminho	Interna	Externa	Interna	Externa
Conduzir Manitou ao local adequado	Interna	Externa	Interna	Externa
Prender gancho do Manitou à chapa	Interna	Externa	Interna	Externa
Transportar chapa ao carrinho exterior	Interna	Externa	Interna	Externa
Colocar chapa no carrinho exterior	Interna	Externa	Interna	Externa
Retirar Manitou do local	Interna	Externa	Interna	Externa
Ativar vagonete para dentro	Interna	Externa	Interna	Externa
Colocar gancho da ponte na chapa	Interna	Externa	Interna	Interna
Transporte do material à máquina	Interna	Externa	Interna	Interna
Colocar chapa na máquina	Interna	Interna	Interna	Interna
Reposicionar máquina	Interna	Interna	-	-
Transporte de Material Urgente	Interna	Interna	Interna	Interna
Transporte de Palete para a zona de corte	Interna	Externa	Interna	Externa
Buscar ferramenta para material que cai na máquina	Interna	Externa	Interna	Externa
Apanhar material que caiu na máquina	Interna	Interna	Interna	Interna
Marcação de Material	Interna	Interna	Interna	Interna
Transporte de Ponte e íman	Interna	Externa	Interna	Externa
Colocação do Material nas Paletes	Interna	Interna	Interna	Interna
Arrumação de desenhos	Interna	Externa	Interna	Externa
Corte das sobras de chapa com maçarico	Interna	Interna	Interna	Interna
Agrupar restos de material	Interna	Interna	Interna	Interna
Transporte dos restos para o local adequado	Interna	Interna	Interna	Interna

Após a implementação da metodologia SMED, as atividades de abastecimento das máquinas passaram a ser classificadas como externas para os pantógrafos 1 e 2, com exceção da atividade de colocar chapa na máquina, que se manteve como interna. Este trabalho logístico de abastecimento passou a ser realizado pelo responsável pelo setor, que, com base no *feedback* das reuniões realizadas ao final do dia anterior, já conhece as necessidades de cada máquina e coloca o material perto das máquinas. Caso necessário, os operadores podem entrar em contacto com o responsável via telemóvel para solicitar o abastecimento da máquina. As chapas são depositadas numa zona própria, próxima aos pantógrafos 1 e 2, permitindo

que o operador apenas tenha de pegar na chapa e colocá-la na máquina. Para o pantógrafo 3, o mesmo procedimento foi adotado, com a diferença de que não há uma zona própria para armazenar as chapas. Assim, o responsável pelo setor coloca as mesmas na vagonete até serem necessárias ao operador.

A segunda parte do processo de setup corresponde à remoção do material acabado da máquina. O operador está agora instruído a antecipar as suas necessidades antes do término da operação, assegurando a disponibilidade de itens essenciais, como paletes, ponte, íman e outras ferramentas necessárias. Além disso, a organização dos desenhos passou a ser realizada previamente, garantindo uma transição mais eficiente entre operações. Dessa forma, a máquina pode retomar a produção mais rapidamente, minimizando tempos improdutivos e otimizando a eficiência do processo. A Tabela 36 demonstra o impacto da implementação da metodologia SMED no tempo de setup das máquinas de corte de chapa CNC.

Tabela 36: Comparação de Tempos de Paragem para Setup antes e após implementação do SMED nos pantógrafos

Máquina	Tempo Paragem por Setup (min)		Variação	
	Antes do SMED	Depois do SMED	Tempo (min)	Tempo (%)
Pant. 1	59:52	27:24	32:28	-54%
Pant. 2	59:52	27:24	32:28	-54%
Pant. 3	61:23	32:11	29:12	-48%
Total (por dia)	03:01:12	01:27:00	01:34:12	-52%

5.7 Armazenamento pós-processo de Corte

O transporte de material entre o setor de corte e a secção seguinte ocorre pelo transporte de paletes. De forma a facilitar este transporte, assim como reduzir o tempo de procura e verificação do material, implementou-se um novo procedimento onde um ou mais colaboradores responsabilizam-se pela tarefa de organizar o material das paletes de acordo com o conjunto a que pertencem. Na realização desta tarefa, o colaborador consegue rapidamente detetar pela falta de material, tanto por cortar como aquele que ainda se encontra na zona das máquinas, agrupando junto ao material necessário. O responsável pelo corte nomeia os colaboradores responsáveis pela tarefa durante a reunião do dia anterior, conforme a necessidade e o trabalho alocado a cada um dos mesmos. Na Figura 50 demonstra-se o caminho padrão percorrido por um colaborador no transporte de material para a serralharia, após esta implementação.



Figura 50: Diagrama de Circulação - percurso no transporte de material do corte para a serralharia

Para além desta mudança no processo de armazenamento pós-corte, definiu-se que o armazenamento de peças de pequena dimensão seria realizado em caixas de cartão. Esta prática já era executada por um dos colaboradores do corte por opção própria, sendo que pela melhoria na organização propôs-se alastrar a todo o setor. Na Figura 51 demonstra-se a comparação entre o armazenamento simples e em caixas do material do corte de pequena dimensão.



(a) Armazenamento Simples

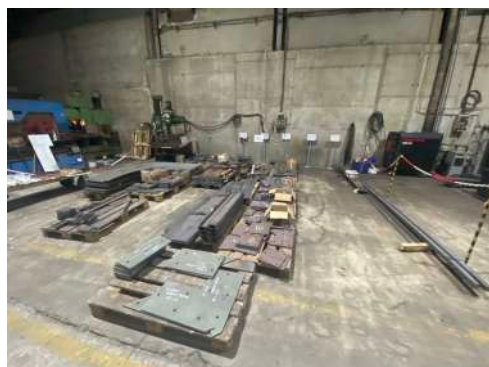


(b) Armazenamento em caixas

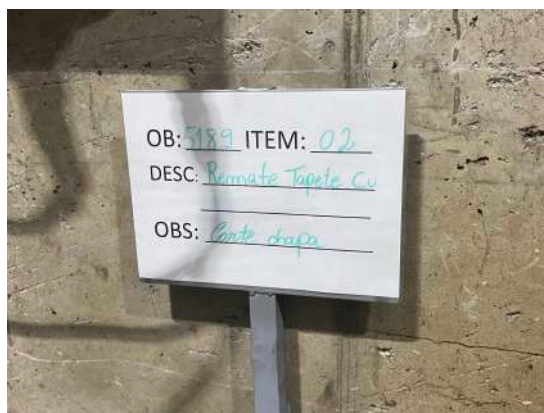
Figura 51: Armazenamento do material de corte de pequena dimensão

Estas caixas de cartão encontram-se no armazém, sendo as mesmas reaproveitadas da compra de material e ferramentas. O motivo para o não armazenamento destas caixas junto ao posto de trabalho deve-se às melhores condições de armazenamento no armazém, que aumenta a longevidade das mesmas. Após a implementação deste novo processo, verificou-se que a utilização de elementos visuais facilitaria a identificação dos conjuntos por parte dos serralheiro, tendo sido colocados sinais com o número da obra

e nome dos conjuntos junto às paletes de material. Na Figura 52 encontra-se o local de armazenamento pós-corte depois desta implementação.



(a) Armazenamento pós-corte



(b) Sinal Visual

Figura 52: Armazenamento pós-corte após implementação

5.8 Parque de Equipamento Obsoleto

A desorganização no chão de fábrica estende-se ao armazenamento de produto acabado e pronto a expedir, localizado no setor de Acabamento. Apesar desta zona apresentar uma dimensão considerável de 185,56m², divididos igualmente entre a zona de produto acabado (nome interno para a zona dos produtos em espera para o acabamento) em espera para entrar no processo de acabamento e a zona de produto pronto a expedir, ambas estas áreas encontram-se desaproveitadas a nível de espaço, tal como referido no capítulo anterior.

De modo a garantir uma melhor ocupação do espaço, foi proposta uma análise ao material destas zonas, começando numa primeira fase com a etapa de Separação. Com a ajuda de um colaborador experiente, foi possível dividir o conteúdo em três categorias de material que não deviam estar nessa zona, assim como medir as dimensões dos mesmos. Esta informação encontra-se presente na Tabela 37.

Tabela 37: Material na zona de produto acabado e expedição

Tipo de Material	Ação	Área (m ²)	
		Produto Acabado	Expedição
Equipamento obsoleto	Reaproveitar ou desfazer	13,68	1,28
Equipamento armazenado incorretamente	Realocar para local correto	0,93	-
Material armazenado incorretamente	Realocar para local correto	3,12	2,88

Considerando uma taxa de ocupação máxima real do espaço de 80%, é possível averiguar a taxa de

ocupação alocada a material que não pertence a nenhuma destas zonas, tal como demonstrado na Tabela 38.

Tabela 38: Ocupação do material que não pertence à zona de produto acabado e expedição

Tipo de Material	Área (m ²)	Taxa de Ocupação(%)	
		Teórica	Prática
Equipamento obsoleto	14,96	8,06	10,08
Equipamento armazenado incorretamente	0,93	0,50	0,63
Material armazenado incorretamente	6,00	3,23	4,04
Total	20,56	11,80	14,75

O material obsoleto e incorretamente armazenado nas zonas de produto acabado e expedição correspondem a 14,75% da ocupação prática dessas mesmas zonas. Desta forma, retirar o material permitiria uma melhor organização do local, facilitando o transporte e armazenamento de produto de obra. No entanto, esta etapa ainda não foi concluída por dois motivos distintos: não foram definidas que ações tomar em relação a todo o equipamento obsoleto armazenado nestas zonas; o grande volume de material na zona de expedição dificulta a movimentação de material a realocar. Ainda assim, este processo já se iniciou, com um dos equipamentos obsoletos a ser reaproveitado para o setor de corte.

5.8.1 Armazenamento de Paletes, Barrotes e Ripas

Com o espaço possível de adquirir com a proposta anterior, foi analisada a hipótese de criação de um local próprio para o stock de paletes e barrotes, a pedido do diretor da produção. Estes materiais são essenciais para o armazenamento e transporte de material de obra, pelo que a sua organização na fábrica beneficia não só a organização de espaço e tempo de procura dos mesmos, como permite uma melhor gestão destes recursos. De modo a definir um local de armazenamento próprio para paletes e barrotes, foi realizado um estudo sobre o seu consumo, utilizado para o cálculo do stock necessário do mesmo. Expandiu-se, mais tarde, este cálculo às ripas, material de gestão similar a paletes e barrotes, que já tem um local de armazenamento próprio.

Stock de Paletes, Barrotes e Ripas

Numa primeira fase, foram analisadas as encomendas de paletes, barrotes e ripas nos últimos 2 anos. Para tal, recorreu-se a informação presente no ERP sobre todas as faturas destes materiais e retiraram-se quantidades, preços unitários, data de encomenda e data de chegada. Estes dados foram agrupados

num Excel de modo a criar um registo de encomendas para os três materiais e facilitar o cálculo do stock necessário. Na Figura 53 encontra-se o registo de encomendas de paletes nos anos de 2022 a 2024.

Encomenda	Data de encomenda	Data Chegada	Quantidade	Preço Unitário	Custo Total	Lead Time (dias úteis)
1	06/01/2022	10/01/2022	100	5,88 €	587,50 €	2
2	26/04/2022	28/04/2022	140	5,88 €	822,50 €	2
3	07/09/2022	13/09/2022	140	5,88 €	822,50 €	4
4	09/05/2023	09/05/2023	125	5,68 €	710,00 €	0
5	11/12/2023	11/12/2023	11	4,00 €	44,00 €	0
6	06/01/2024	12/01/2024	46	7,25 €	333,50 €	4
7	24/04/2024	24/04/2024	40	7,25 €	290,00 €	0
8	02/05/2024	02/05/2024	39	8,50 €	331,50 €	0
9	08/06/2024	08/06/2024	60	7,25 €	435,00 €	0

Figura 53: Folha de Registo de encomendas de Paletes

Para o cálculo dos parâmetros de encomenda adotou-se um cenário determinístico para a política de Ponto de Encomenda. A escolha de um cenário determinístico deve-se à ausência de variações significativas no fornecimento, bem como à finalidade do cálculo, que se centra na determinação do stock máximo em vez da análise de custos. Uma vez que o consumo destes materiais não é registado, considerou-se o mesmo igual à quantidade encomendada, isto é, o consumo entre duas datas sucessivas de encomenda seria o valor encomendado na primeira data. Assim, calculou-se a procura média diária através da Equação 12.:

$$R_{\text{médio diário}} = \frac{\sum_{x=1}^{n-1} M_x}{DU} \quad (12.)$$

Com:

$R_{\text{médio diário}}$ = Procura média diária de consumo de material,

$\sum_{x=1}^{n-1} M_x$ = Soma das quantidades de material encomendado entre a primeira e a penúltima encomenda,

n = Número total de encomendas consideradas,

DU = Número de dias úteis entre a primeira e a última encomenda.

O *lead time* médio foi calculado com base nos prazos de entrega registados nas faturas do ERP, considerando a data de encomenda e a data de receção. Foi calculado um stock de segurança, baseado nos dias de segurança que o diretor da produção pretendia para cada material através da Equação 13.

$$SS = D_{\text{segurança}} \times R_{\text{médio diário}} \quad (13.)$$

Com:

SS = Stock de segurança,

$D_{\text{segurança}}$ = dias de segurança,

$R_{\text{médio diário}}$ = Procura média diária de consumo de material.

Por fim calculou-se o ponto de encomenda segundo a 14.

$$PE = R_{\text{médio diário}} \times LT_{\text{médio}} + SS \quad (14.)$$

Com:

PE = Ponto de encomenda,

$R_{\text{médio diário}}$ = Procura média diária de consumo de material,

$LT_{\text{médio}}$ = *lead time* médio,

SS = Stock de segurança.

Em conjunto com o Diretor da Produção definiu-se uma quantidade de encomenda para cada um dos materiais, tendo em conta o passado recente das encomendas de cada um dos materiais. Com estes parâmetros determinou-se o stock máximo, somando a quantidade a encomendar e o ponto de encomenda, para cada um dos materiais, assim como a área ocupada por este stock, tal como demonstrado na Tabela 39.

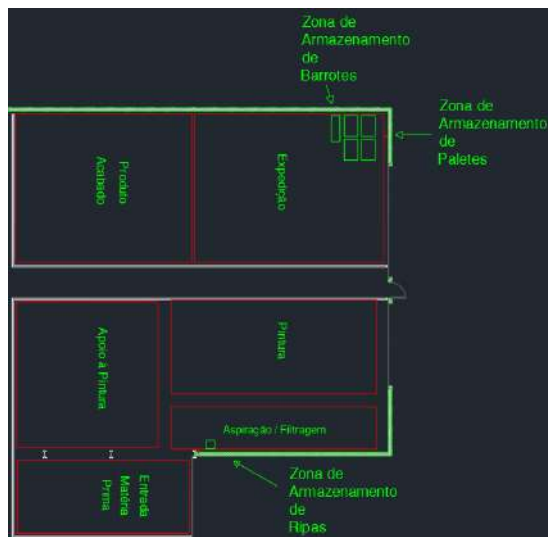
Tabela 39: Parâmetros de stock e área ocupada

Parâmetros		Materiais		
		Paletes	Barrotes	Ripas
Encomenda	Ponto	10	27	42
	Quantidade	60	100	200
Stock	Segurança (dias)	7	14	7
	Segurança (un)	8	18	14
	Stock Máximo (un)	70	127	242
Empilhamento	Quantidade de material	18	20	30
	Quantidade de conjuntos	4	7	9
Espaço	Altura (m)	1,53	1,40	0,60
	Área (m ²)	3,84	0,74	0,81

Local de Armazenamento de Paletes, Barrotes e Ripas

Calculados os stocks máximos por material, assim como a área do seu armazenamento, definiu-se o local do mesmo. Após consulta com o diretor da Produção, o local escolhido encontra-se na zona de expedição, tal como observado na Figura 54. As ripas já têm alocado um local de armazenamento, pelo que não se verificou necessidade de alterar o mesmo. Os motivos para a escolha deste local encontram-se em seguida listados:

1. Facilidade de acesso a toda a produção;
2. Zona dentro da fábrica, coberta;
3. Local acessível com o empilhador de modo a facilitar o reabastecimento sem uso de pontes de transporte.



(a) Zona de armazenamento de paletes, barrotes e ripas no layout



(b) Zona do possível armazenamento de paletes e barrotes

Figura 54: Zona de armazenamento de paletes, barrotes e ripas

Apesar deste espaço se encontrar com material, como demonstrado na Figura 54, seria possível desocupar o mesmo, através de uma melhor organização do local, assim como com o retirar do equipamento obsoleto da zona adjacente. De momento esta mudança encontra-se em espera da decisão final sobre a proposta mencionada anteriormente.

5.9 Registo e Controlo de ferramentas - Armazém

Com o intuito de gerir e controlar as ferramentas comuns utilizadas na produção, foi elaborado um Ficheiro Excel com o registo de todas as ferramentas, em conjunto com o responsável pelo armazém. Este ficheiro divide-se em cinco folhas, listadas em seguida.

- Interface: Folha de Registo de aquisição ou reparação de um equipamento.
- Inventário de Equipamentos: Folha com todos os dados referentes a todos os equipamentos, nomeadamente data de aquisição, custo, garantia, estado e colaborador alocado.
- Reparação de Equipamentos: Folha com todos os dados referentes à reparação de equipamentos, incluindo data, custo, tempo e tipo de avaria.
- Dashboard (dados): Folha com tabelas de custos referentes a aquisição e reparação de equipamento.

- Dashboard (gráficos): Folha com gráficos de custos referentes a aquisição e reparação de equipamento.

Registo e Inventário de ferramentas

Aquando a aquisição de uma nova ferramenta, o registo da mesma é efetuado no armazém. Para tal, um conjunto de dados são introduzidos numa folha Excel que, recorrendo a codificação VBA (excertos presentes no Apêndice VI), introduz os mesmos na tabela de registo do inventário, tal como demonstrado na Figura 55.

Novo Equipamento										
NOME DO ITEM	MODELO	Nº SERIE	MARCA	L/COMPRA	Nº FATURA	DATA DE EMISSÃO	LOCAL	ATRIBUÍDO A:	ESTADO	CUSTO AQUISIÇÃO
INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS COPIAR LIMPAR GRAVAR										

Reparação						
CÓD. EQUIP.	L/REPARAÇÃO	Nº FATURA	TIPO REPARAÇÃO	DATA AVARIA	DATA REPARAÇÃO	CUSTO REPARAÇÃO
REPARAÇÕES DE EQUIPAMENTOS COPIAR LIMPAR GRAVAR						

(a) Interface do Registo de Ferramentas

INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTOS DO FUNCIONÁRIO

LOCAL

AUMENTO

FABRICA

SUAÇA

CÓD. EQUIP.	NOME DO ITEM	MODELO	Nº SERIE	MARCA	L/COMPRA	Nº FATURA	LOCAL	ATRIBUÍDO A:	ESTADO	FIM GARANTIA	DATA EMISSÃO	IDADE ITEM	CUSTO AQUISIÇÃO
MAQ-019	MAQUINA APERTAR	3/4	111			1	FABRICA		FUNCIONAL	08/10/2027	08/10/2024	4 dias	500,00 €
MAQ-018	MAQUINA APERTAR	3/4	113			123	FABRICA		FUNCIONAL	08/10/2027	08/10/2024	4 dias	500,00 €
REB-027	REBARBADOORA	AG12-180	43183004014512620023			7450	FABRICA		FUNCIONAL	18/07/2027	18/07/2024	81 dias	147,55 €
REB-026	REBARBADOORA	AG10-125 EK	452952042671060023			6586	FABRICA		FUNCIONAL	27/06/2027	27/06/2024	102 dias	78,21 €
REB-025	REBARBADOORA	AG10-125 EK	452952042671060023			8586	FABRICA		FUNCIONAL	27/06/2027	27/06/2024	102 dias	78,21 €
REB-024	REBARBADOORA	AG10-125 EK	452952042671060023			8586	FABRICA		FUNCIONAL	27/06/2027	27/06/2024	102 dias	78,21 €
REB-023	REBARBADOORA	AG10-125 EK	452952042671060023			82493	FABRICA		FUNCIONAL	20/06/2027	20/06/2024	140 dias	- €
REB-022	REBARBADOORA	AG10-125 EK	452952042671060023			62188	FABRICA		FUNCIONAL	10/05/2027	10/05/2024	130 dias	- €
REB-021	REBARBADOORA	OWS 12-125	331014285			103 AC7383	FABRICA		FUNCIONAL	30/04/2027	30/04/2024	140 dias	305,89 €
REB-020	REBARBADOORA	OWS 12-125	331014284			101 AC7381	FABRICA		FUNCIONAL	24/04/2027	24/04/2024	166 dias	305,89 €
REB-019	REBARBADOORA	OWS 12-125	331014280			101 AC7381	FABRICA		FUNCIONAL	24/04/2027	24/04/2024	166 dias	305,89 €
REB-018	REBARBADOORA	M18FSAQ125K	48305601000870620022			416	AJUNTEJO		FUNCIONAL	26/01/2025	26/01/2024	235 dias	235,90 €
MAQ-017	MAQUINA APERTAR	1/2	4777080100560320024			62645	FABRICA		FUNCIONAL	18/06/2027	18/06/2024	101 dias	- €
REB-017	REBARBADOORA	OWSA157-Q5	N437134			101 AC7387	AJUNTEJO		FUNCIONAL	30/11/2026	29/11/2023	288 dias	77,14 €
MAQ-016	MAQUINA APERTAR	1/2	4777080100459392004			3412	FABRICA		FUNCIONAL	31/05/2027	31/05/2024	129 dias	285,90 €
REB-016	REBARBADOORA	OWS 1000	130012382			101 AC7371	FABRICA		FUNCIONAL	17/12/2026	18/12/2023	294 dias	101,83 €
MAQ-015	MAQUINA APERTAR	3/4	4818710100823602004			3412	FABRICA		FUNCIONAL	31/05/2027	31/05/2024	129 dias	941,90 €
REB-015	REBARBADOORA	9565CR (12N)	35123218			10143	FABRICA		FUNCIONAL	28/11/2026	30/11/2023	312 dias	140,00 €
REB-014	REBARBADOORA	9565CVN	4418148			18864	FABRICA		FUNCIONAL	18/09/2026	18/09/2023	284 dias	230,00 €
MAQ-014	MAQUINA APERTAR	1/2	4777080100120920022			11297	FABRICA		FUNCIONAL	02/09/2024	02/09/2023	786 dias	759,90 €
REB-013	REBARBADOORA	AGV15-125 KC	45060403000107A2022			12424	FABRICA		FUNCIONAL	25/10/2025	25/10/2022	713 dias	171,45 €
MAQ-013	MAQUINA APERTAR	1	48120601001094A2022			10685	FABRICA		FUNCIONAL	13/07/2025	13/07/2022	817 dias	807,90 €
MAQ-012	MAQUINA APERTAR	1/2	47770801004593920021			1597	FABRICA		FUNCIONAL	16/02/2025	17/02/2022	969 dias	759,90 €
REB-012	REBARBADOORA	AG10-125 EK	4529520311409620022			5163	FABRICA		MORTO	24/05/2024	24/05/2023	502 dias	79,90 €
MAQ-011	MAQUINA APERTAR	1/2	47770801001094A20021			941	FABRICA		FUNCIONAL	12/01/2025	13/01/2022	998 dias	879,90 €
REB-011	REBARBADOORA	AG10-125 EK	4529520311409620022			5163	FABRICA		MORTO	24/05/2024	24/05/2023	502 dias	79,90 €

(b) Tabela Registo de Ferramentas

Figura 55: Excel de Registo e Inventário de ferramentas

Após o preenchimento de todos os campos da interface, o colaborador responsável pelo armazém pressiona "GRAVAR", o que automaticamente insere o registo na tabela, atribuindo um código à ferramenta consoante o tipo da mesma. Para além do registo, esta tabela contém indicadores para o "Estado",

vermelho correspondendo a equipamento "morto" e laranja a equipamento em reparação. Esta mesma codificação de cores é utilizada para o "Fim Garantia", a vermelho quando a mesma expira e a laranja quando a data de término encontra-se a menos de um mês da data atual. Os botões presentes na interface têm as seguintes funções:

- INVENTÁRIO DE EQUIPAMENTO - Redireciona o utilizador para a tabela com o inventário de equipamentos;
- COPIAR - Coloca nos campos da interface os valores do último registo;
- LIMPAR - Limpa todos os campos da interface;
- GRAVAR - Grava o registo na tabela. Não permite a introdução com campos incompletos.

O registo de reparação de uma ferramenta segue o mesmo princípio, sendo realizado na mesma página.

Dashboard Gestão de Ferramentas e incorporação em Power BI

Com base nos dados presentes na tabela de registo de ferramentas, elaboraram-se duas *dashboard* simples, que permitem uma visão macro do número de ferramentas atuais, o seu estado, e os custos envolvidos nas aquisições e reparação das mesmas. Uma das *dashboards* pode ser consultada na Figura 56.

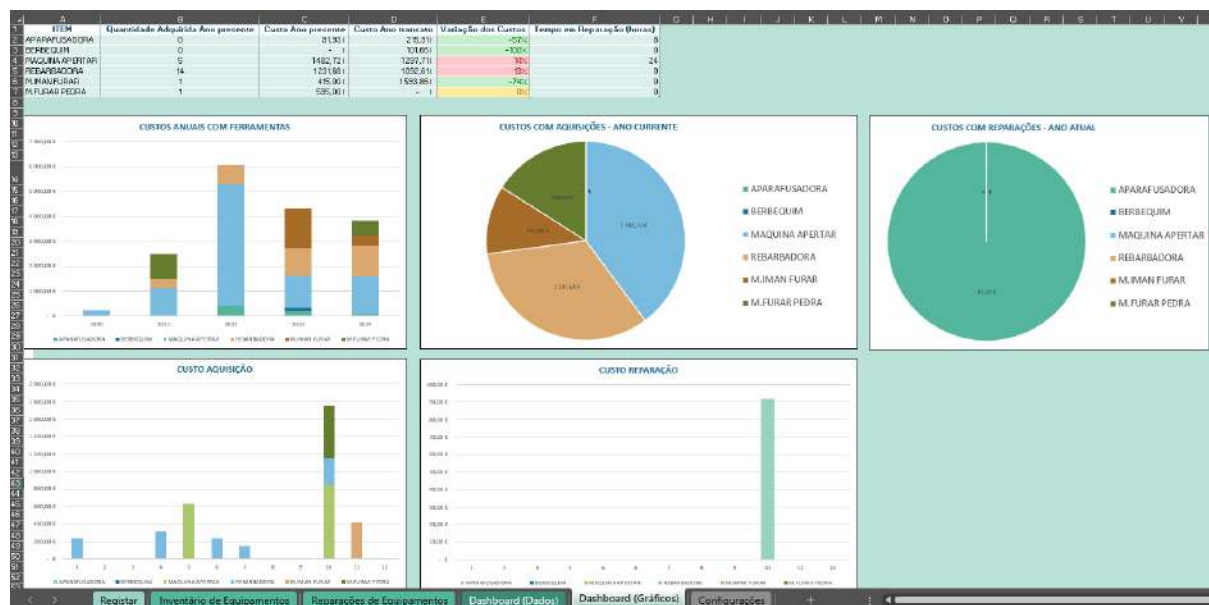


Figura 56: *Dashboard* Gestão de Ferramentas

Posteriormente, foi desenvolvido um ficheiro *Power BI* mais abrangente, que integra não apenas os dados

relativos à gestão de ferramentas, mas também informações referentes à gestão da produção. Este ficheiro, composto por nove páginas de análise, baseia-se em diferentes fontes de dados, nomeadamente:

- Ficheiro de Gestão Visual: Inclui cinco páginas correspondentes às áreas de Segurança e Qualidade, Manutenções - Geral, Manutenções - Máquinas, Horas - Global e Colaboradores;
- Ficheiro de Gestão de Ferramentas: Representado por três páginas dedicadas aos Equipamentos - Armazém, Reparações - Armazém e Custos Anuais - Armazém;
- Ficheiro de Registo dos Cartões *Kanban* do Quadro de Gestão Visual: Contempla uma página denominada Controlo Produção.

A integração destes dados permite uma visão consolidada e interativa para apoiar a tomada de decisão, garantindo uma melhor monitorização e otimização dos processos. Na Figura 57 encontram-se as primeiras 4 folhas da *dashboard*, as restantes estão disponíveis para consulta no Apêndice VII.



Figura 57: *Dashboard* Gestão da Produção

5.10 Sinalização da Zona de Carga e Descarga

A zona de carga e descarga encontra-se acessível a partir de um portão que se encontra aberto durante o horário laboral. A empresa já tem uma melhoria orçamentada para a introdução de um intercomunicador no portão de acesso, assim como uma campainha que avise o responsável pelo armazém, de modo a permitir o fecho do portão. No entanto, este mesmo portão não se encontra sinalizado, pelo que

transportadores que não conhecem as instalações acedem a zona de carga e descarga pelo portão errado, danificando os veículos de transporte, assim como provocando tráfego na zona de saída de veículos ligeiros. Assim, foi proposta a colocação de sinalização para carga e descarga na zona exterior das instalações, tal como demonstrado na Figura 58.



(a) Sinal de Carga e Descarga



(b) Sinal de Carga e Descarga no local

Figura 58: Sinalização Carga e Descarga

Capítulo 6

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos das melhorias apresentadas no capítulo anterior. Estes apresentam-se como resultados tangíveis ou intangíveis.

6.1 Resultados Tangíveis

Nesta secção apresentam-se os resultados tangíveis associados às melhorias propostas na secção anterior.

6.1.1 Impacto do Modelo TDABC no Custeio de Produtos

Para avaliar o impacto do modelo TDABC no custeio da família de Produtos A, B e C, foram compilados os custos obtidos pelo TDABC e pelo modelo de custeio inicial, conforme apresentado no Apêndice VIII. A análise das variações absolutas e percentuais entre os custos revela que os produtos com as maiores reduções de custo estão associados a elevados custos de matéria-prima:

- Produto A (Tamanho 4, 4 *decks*):
 - Custo de MP: 33 045,73 €
 - Variação Absoluta: -2 263,07 €
 - Variação Percentual: -5%
- Produto A (Tamanho 3, 4 *decks*):
 - Custo de MP: 28 803,70 €
 - Variação Absoluta: -1 700,88 €
 - Variação Percentual: -4%

Para reforçar essa análise, foi calculada a correlação entre a percentagem de custo de matéria-prima no custo total TDABC e a variação percentual entre o custo total TDABC e o custo inicial. O valor obtido foi de -0,829, indicando uma correlação negativa forte. Esse resultado confirma que, quanto maior a percentagem de matéria-prima no custo total, maior a redução percentual de custos. Isso ocorre porque o modelo de custeio inicial atribuía uma parcela significativa de custos indiretos com base na matéria-prima,

enquanto o TDABC distribui esses custos de forma mais precisa, com base no tempo de execução das atividades.

Essa correção evita a sobrecarga de custos indiretos em produtos com altos custos de matéria-prima, permitindo à empresa obter uma visão mais realista dos custos e possibilitar a definição de preços mais competitivos e sustentáveis.

6.1.2 Redução do tempo de elaboração de propostas de fornecimento

A automatização da ferramenta utilizada na elaboração das proposta de fornecimento, apesar de ainda não se encontrar em utilização, pressupõe a redução do tempo necessário para a elaboração das mesmas. Uma vez que este se trata de um processo de suporte, recorreu-se ao cálculo da redução de custos associada a esta melhoria.

De modo a averiguar o tempo de redução na elaboração da proposta de fornecimento, foi testado o seu funcionamento, em conjunto com o colaborador responsável por este processo. Assim, estima-se que a automatização da proposta permita reduzir o seu tempo de elaboração em 20%, sobretudo pela capacidade de integração com a folha Excel utilizada na orçamentação. Na Tabela 40 encontra-se a capacidade libertada associada a esta proposta de melhoria.

Tabela 40: Libertação de capacidade - Elaboração Proposta Comercial

Processo	Capacidade (horas)		Redução Tempo	
	Semestre	Ano	Percentagem (%)	Horas (ano)
Proposta Comercial	217	434	20	86,78

Com o custo associado ao processo de elaboração da proposta Comercial, calculado na modelação do TDABC, é possível estimar a redução de custos associada a esta melhoria, presente na Tabela 41.

Tabela 41: Redução de Custos - Elaboração Proposta Comercial

Processo	Redução Tempo (hora/ano)	Custo (€/hora)	Poupança Estimada (€/ano)
Proposta Comercial	86,78	25,12	2 179,49

A implementação da nova proposta comercial resultaria na libertação de 86,78 horas por ano de capacidade no departamento comercial, com uma redução do custos desta atividade de 2 179,49 €/ano. Essa capacidade libertada poderia ser utilizada para a elaboração de mais propostas comerciais ou alocada a outros processos do mesmo setor.

6.1.3 Aumento da Capacidade dos Pantógrafos

A implementação da metodologia SMED no setup dos pantógrafos permitiu realizar algumas tarefas deste processo com a máquina em funcionamento, reduzindo significativamente os tempos de paragem. Esse ajuste resultou no aumento da eficiência dos processos, como demonstrado na Tabela 42.

Tabela 42: Aumento da Capacidade Produtiva dos Pantógrafos

Processo	Tempo de Paragem Diário (horas)			Aumento da Capacidade (horas)	
	Antes SMED	Depois SMED	Variação	Semestre	Ano
Abastecimento de Chapa	1,41	0,19	-1,22	137,92	275,85
Remoção de Chapa	1,61	1,26	-0,35	39,36	78,72
Setup Pantógrafos	3,02	1,45	-1,57	177,28	354,57

A redução nos tempos de paragem resultou em um aumento total de 355 horas anuais de capacidade nos pantógrafos, permitindo um maior volume de produção no setor de corte. Sem a implementação do SMED, obter essas 355 horas adicionais exigiria um aumento de recursos, resultando em um custo adicional estimado de 8 447,25 €, tal como observado na Tabela 43. Assim, o SMED elimina a necessidade desse investimento caso a empresa pretenda aumentar o volume de produção, melhorando a eficiência operacional e a produtividade com os recursos existentes.

Tabela 43: Redução de Custos - Aumento de Capacidade dos Pantógrafos

Aumento de Capacidade (horas/ano)	Custo (€/hora)	Poupança Estimada (€/ano)
355	23,80	8 447,25

6.1.4 Diminuição do Tempo de Abastecimento da Serralharia

A organização da zona de armazenamento no corte, em conjunto com as novas práticas associadas a este processo, permitiu reduzir o tempo de abastecimento dos postos da serralharia. Estimou-se, com base no *feedback* inicial dos colaboradores, que o tempo de um abastecimento foi reduzido de 1,2 horas (valor obtido na Secção 4.7) para 1,0 hora.

A capacidade anual do processo de abastecimento de material foi calculada com base na Equação 15. O valor da proporção de tempo gasto a procurar e transportar material foi obtido durante a Análise à Situação Inicial, presente na Secção 4.7, e corresponde ao tempo de procura e transporte de matéria-prima.

$$C_{\text{anual}} = N_{\text{colaboradores}} \times T_{\text{dia}} \times D_{\text{ano}} \times P_{\text{atividade}} \quad (15.)$$

Com:

C_{anual} = Capacidade anual do processo de abastecimento (em horas),

$N_{\text{colaboradores}}$ = Número de colaboradores envolvidos no processo (10),

T_{dia} = Carga horária diária por colaborador (8 horas/dia),

D_{ano} = Dias úteis por ano (226),

$P_{\text{atividade}}$ = Proporção de tempo gasto a procurar e transportar material (10,5% + 3,3% = 13,8%).

Substituindo os valores:

$$Capacidade_{\text{anual}} = 10 \times 8 \times 226 \times 13,8\% = 2\,495 \text{ horas.}$$

A capacidade anual do processo de abastecimento é, portanto, de 2 495 horas. Na Tabela 44 encontra detalhada a capacidade libertada após a redução do tempo de abastecimento.

Tabela 44: Libertação de capacidade - Abastecimento de Serralharia

Capacidade Anual (horas)	Tempo p/ Abastecimento (horas)		Redução Tempo	
	Antes SMED	Após SMED	Porcentagem (%)	Horas (ano)
2 495	1,2	1,0	18	461

O tempo de abastecimento foi reduzido em 18%, o que resultou na libertação de 461 horas anuais. Com o custo associado ao processo de abastecimento da serralharia, calculado na modelação do TDABC, é possível estimar a redução de custos associada a esta melhoria, presente na Tabela 45.

Tabela 45: Redução de Custos - Diminuição do Tempo de Abastecimento da Serralharia

Redução Tempo (horas/ano)	Custo (€/hora)	Poupança Estimada (€/ano)
461	18,60	8 572,90

6.1.5 Resumo Resultados Tangíveis

A Tabela 46 sintetiza os benefícios tangíveis das propostas de melhoria implementadas.

Tabela 46: Resumo dos Resultados Tangíveis

Melhoria	Benefício
Impacto do Modelo TDABC	Redução de custos totais até -5% nos produtos com altos custos de MP Possibilidade de definir preços mais competitivos e sustentáveis
Automatização Proposta Comercial	Libertação de capacidade no processo comercial de 86,78 horas anuais Libertação de capacidade adicional estimada em 2 179,49 €/ano
SMED	Libertação de capacidade dos pantógrafos de 355 horas anuais Libertação de capacidade adicional estimada em 8 447,25 €/ano
Organização zona de armazenamento no corte	Libertação de capacidade no processo de serralharia de 461 horas anuais Libertação de capacidade adicional estimada em 8 572,90 €/ano

6.2 Resultados Intangíveis

Da implementação das melhorias propostas no capítulo anterior também resultam benefícios intangíveis, agrupados em seguida.

6.2.1 Melhor fluxo de informação

A criação de um processo de controlo de encomendas a fornecedores reduz atrasos na produção devido à falta de matéria-prima e permite a adaptação do planeamento com base no *feedback* recebido dos fornecedores.

Os quadros de gestão visual nos departamentos técnico, gestão da produção e no setor de corte, em conjunto com as reuniões realizadas, facilitam a comunicação entre os elementos correspondentes. Isto promove uma maior capacidade de resolução de problemas e adaptação dos planos de trabalho. A monitorização de indicadores de desempenho fomenta uma cultura de melhoria contínua, identificação de problemas e oportunidades de melhoria.

6.2.2 Organização Fabril

A implementação da metodologia 5S e a reorganização da zona de armazenamento do setor de corte, possibilitou um setor mais limpo e organizado, alcançado devido à participação ativa de todos os colaboradores. Estas melhorias incentivam a inclusão dos colaboradores no processo de melhoria contínua, aumentando a sua motivação e sentimento de pertença.

A organização da zona de produto acabado e expedição, ainda em implementação, promete otimizar a organização do espaço, aprimorando o fluxo de transporte e armazenamento de material entre os setores

de soldadura e acabamento. A utilização do espaço disponibilizado por esta melhoria permitiria a criação de zonas de armazenamento para paletes e barrotes, contribuindo para uma melhor organização da fabrica, assim como uma melhor gestão destes materiais.

6.2.3 Outros Benefícios

A criação de um método de controlo de ferramentas melhorou a gestão das mesmas, assim como dos custos associados. A sinalização da zona de carga e descarga otimizou o fluxo de circulação de transportes, com a expectativa de reduzir o número de acidentes associados a esse processo.

Capítulo 7

CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais da presente dissertação, tendo em conta a análise dos resultados obtidos e os objetivos traçados inicialmente. Por fim, apresentam-se apontamentos para trabalho futuro, com a indicação de melhorias a implementar na empresa.

7.1 Considerações finais

A indústria metalomecânica é atualmente um dos principais setores de atividade industrial em Portugal, caracterizado por uma elevada e crescente competitividade. Torna-se, por isso, imperativo para as empresas metalomecânicas otimizar os seus processos para garantir a sua competitividade no mercado nacional e internacional. Desta premissa surgiu o principal objetivo desta dissertação, que culmina na melhoria dos processos produtivos e não produtivos, avaliando-se o impacto económico das medidas propostas através de um novo sistema de custeio.

Numa primeira fase realizou-se a descrição e análise crítica da situação atual. Para tal, analisaram-se os processos internos documentados da empresa. Em seguida realizaram-se reuniões com os responsáveis de cada departamento a analisar e prosseguiu-se com o mapeamento dos processos de cada departamento, recorrendo a técnicas de *gemba walks* e *shadowing*. Desta análise surgiram diversos problemas, tais como: atrasos nas encomendas a fornecedores, método de orçamentação ineficaz, processo de elaboração da proposta comercial demorado e suscetível a erros, fluxo de informação ineficiente no departamento técnico, gestão da produção e nos setores da produção, desorganização na informação relacionada a ferramentaria no armazém, desorganização e sujidade nos postos de trabalho, baixa capacidade produtiva no processo de corte de chapa e de serralharia, desorganização nas zonas de produto acabado e expedição e ausência de sinalização para a zona de carga e descarga.

Com base nos problemas identificados, foram estruturadas propostas de melhoria e elaborou-se um plano de ações, recorrendo à ferramenta dos 5W2H. Este plano de ações foi posteriormente apresentado numa reunião dedicada ao processo de melhoria contínua, que contou com os responsáveis de cada departamento. Como forma de melhorar o método de custeio, assim como analisar economicamente as melhorias implementadas, foi modelado um TDABC.

No departamento de aprovisionamento, em conjunto com o armazém, foi criado um processo de controlo de encomendas. No setor comercial automatizou-se a elaboração da proposta comercial, alterando

também o seu "template", sendo que esta melhoria ainda não se encontra implementada. Para o departamento técnico, assim como na gestão da produção e no setor de corte, recorreu-se à implementação de quadros de gestão visual, com as especificações das tarefas dos colaboradores e o planeamento a curto prazo. No setor de corte, implementou-se a metodologia dos 5S, com a participação ativa dos colaboradores. Realizou-se também um estudo da metodologia SMED, com vista melhorar a capacidade dos pantógrafos de corte de chapa, assim como se reorganizou a zona de armazenamento de material cortado e o processo subjacente.

Na zona de armazenamento de produto acabado e de expedição realizou-se um mapeamento do material, com vista à reorganização do espaço e à criação de uma zona para paletes e barrotes. No armazém foi criado um processo de controlo de ferramentaria e das suas reparações. Por fim, sinalizou-se a zona de cargas e descargas.

Destas melhorias surgiram benefícios tangíveis, como a redução de custos totais até -5% em produtos com altos custos de matéria-prima, permitindo a definição de preços mais competitivos e sustentáveis. Além disso, verificou-se a libertação de 355 horas anuais nos pantógrafos de corte de chapa, resultando numa poupança estimada de 8 447,25 €/ano, e de 461 horas anuais no processo de serralharia, com uma poupança estimada de 8 572,90 €/ano.

Quanto aos benefícios intangíveis, destacam-se a melhoria no fluxo de informação, maior organização e limpeza no setor de corte, bem como o aumento da motivação e do sentimento de pertença dos colaboradores. Adicionalmente, facilitou-se o processo de controlo de ferramentaria e o fluxo de circulação de transportes de carga.

7.2 Perspetiva de trabalho futuro

Como perspetiva de trabalho futuro, é fundamental dar continuidade ao processo de melhoria contínua, consolidando as práticas já implementadas e expandindo os esforços para novas áreas.

Um primeiro passo envolve a conclusão de propostas de melhoria ainda não implementadas, como a utilização da nova proposta comercial e a reorganização completa da zona de armazenamento de produto acabado e expedição. Essas iniciativas permitem aumentar a capacidade do departamento comercial, assim como a organização da produção, facilitando o fluxo de material.

Relativamente ao modelo TDABC, o desenvolvimento de equações temporais para cada tipo de produto e estrutura deveria ser o próximo passo, permitindo uma análise mais precisa dos custos. Além disso, é recomendada a atualização periódica dos valores dos custos, considerando agora os custos anuais em vez dos dados do primeiro semestre.

Por fim, dado o sucesso da implementação do quadro de gestão visual e da metodologia 5S no setor de corte, a organização já planeia expandir estas práticas para outros setores da produção, nomeadamente a serralharia e a soldadura. A replicação destas iniciativas em novos setores representa uma oportunidade de reforçar a cultura de melhoria contínua, promovendo maior organização, eficiência e envolvimento dos colaboradores em toda a linha de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, P. (2002, fevereiro). *Sistemas de custeio no âmbito da contabilidade de custos: o custeio baseado nas atividades, um modelo e uma metodologia de implementação* [tese de mestrado, Universidade do Minho]. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/43>
- Allahverdi, A. (2015). The third comprehensive survey on scheduling problems with setup times/costs. *European Journal of Operational Research*, 377, 345–378. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.004>
- Almanei, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs [Manufacturing Systems 4.0 – Proceedings of the 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems]. *Procedia CIRP*, 63, 750–755. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.170>
- Almeida, A., & Cunha, J. (2017). The implementation of an Activity-Based Costing (ABC) system in a manufacturing company [Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain]. *Procedia Manufacturing*, 13, 932–939. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.162>
- Andrade, M. C., Pessanha Filho, R. C., Espozel, A. M., Maia, L. O. A., & Qassim, R. Y. (1999). Activity-based costing for production learning. *International Journal of Production Economics*, 62(3), 175–180. <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v62y1999i3p175-180.html>
- Bakås, O., Scherer, F., Grøf, C., & Haga, T. (2023). Managing industry transitions in ETO: the case of yard intralogistics [56th CIRP International Conference on Manufacturing Systems 2023]. *Procedia CIRP*, 120, 1369–1374. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.09.178>
- Ballard, G. (2000). The Last Planner System of Production Control.
- Banco de Portugal. (2024). Análise setorial da indústria metalomecânica [Acesso em: 24 nov. 2024]. <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1313>
- Bastos, A., Sharman, C., & Alves, R. (2021). *Strat to Action : the Kaizen Method for Turning Strategy Into Action*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L. <https://books.google.pt/books?id=O5JWzwEACAAJ>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>

- Brimson, J. (1991). *Activity Accounting: An Activity-Based Costing Approach*. Wiley. <https://books.google.pt/books?id=PUcPAQAAMAAJ>
- Cannas, V. G., & Gosling, J. (2021). A decade of engineering-to-order (2010–2020): Progress and emerging themes. *International Journal of Production Economics*, 241, 108274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108274>
- Carvalho, S. (2005). Gestão de Stocks [Acedido em: 26 jan. 2025].
- Chaple, A., & Narkhede, B. (2017). Value stream mapping in a discrete manufacturing: A case study. *International Journal of Supply Chain Management*, 6, 55–67.
- Cooper. (1988). *The Rise of Activity-Based-Costing: Part One-four*. Journal of cost management. <https://books.google.pt/books?id=lblaygAACAAJ>
- Cooper & Kaplan. (1991). Profit priorities from activity-based costing. *Harvard business review*, 69(3), 130–135.
- Dalci, I., Tanis, V., & Koşan, L. (2010). Customer Profitability Analysis with Time-driven Activity-based Costing: A Case Study in a Hotel. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 22, 609–637. <https://doi.org/10.1108/09596111011053774>
- de Souza, A. A., Avelar, E. A., Ferreira, L. S., Boina, T. M., & Raimundini, S. L. (2008). Análise da aplicabilidade do Time-driven Activity-based Costing em empresas de produção por encomenda. *Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC*. <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1291>
- Dillon, A., & Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=ooXVlFqEQwC>
- Drury, C. (1996). *Management and Cost Accounting*. Cengage. <https://books.google.pt/books?id=oyBJPgAACAAJ>
- Duchi, A., Pourabdollahian, G., Sili, D., Cioffi, M., Taisch, M., & Schönsleben, P. (2014). Motivations and Challenges for Engineer-to-Order Companies Moving toward Mass Customization. Em B. Grabot, B. Vallespir, S. Gomes, A. Bouras & D. Kiritsis (Eds.), *Advances in Production Management Systems. Innovative and Knowledge-Based Production Management in a Global-Local World* (pp. 320–327). Springer Berlin Heidelberg.
- Ellis-Newman, J., & Robinson, P. (1998). The cost of library services: Activity-based costing in an Australian academic library. *The Journal of Academic Librarianship*, 24(5), 373–379. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0099-1333\(98\)90074-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0099-1333(98)90074-X)

- Giannetti, R., Venneri, C., Miolo Vitali, P., et al. (2011). Time-driven activity-based costing and capacity cost management: the case of a service firm. *Journal of Cost Management*, 6–16.
- Godina, R., Pimentel, C., & Matias, J. (2018). A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends. *Procedia Manufacturing*, 17, 783–790. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.129>
- Gosling, J., & Naim, M. M. (2009). Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 741–754. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.07.002>
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*. Taylor & Francis. <https://books.google.pt/books?id=9ObvCcJsz1kC>
- Hofer, C., Eroglu, C., & Rossiter Hofer, A. (2012). The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 242–253. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.025>
- Hoozée, S., Vermeire, L., & Bruggeman, W. (2009). *A risk analysis approach for time equation-based costing* (Working Papers of Faculty of Economics and Business Administration, Ghent University, Belgium). Ghent University, Faculty of Economics e Business Administration. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:rug:rugwps:09/556>
- Huang, Q. (2018). Skylar, Inc.: Traditional Cost System vs. Activity-Based Cost System – A Managerial Accounting Case Study. *Applied Finance and Accounting*, 4, 55. <https://doi.org/10.11114/afa.v4i2.3496>
- Hughes, S., & Gjerde, K. (2003). Do Different Cost Systems Make a Difference? *Kathy A. Paulson Gjerde*, 5.
- Iakymenko, N., Brett, P., Alfnes, E., & Strandhagen, J. O. (2020). Analyzing the factors affecting engineering change implementation performance in the engineer-to-order production environment: case studies from a Norwegian shipbuilding group. *Production Planning & Control*, 33, 1–17. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1837939>
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. Mcgraw-hill. <https://books.google.pt/books?id=ZOJ7eVfV7X8C>
- Johnson, H., & Kaplan, R. (1991). *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Harvard Business School Press. <https://books.google.pt/books?id=bpcpVLTl4boC>
- Kanban Board. (2024). SQDCM Visual Management Tool [Acessado em: 20 jan. 2025]. <https://kanbanboard.co.uk/sqdc-m-visual-management-tool>

- Kanerva, M., Lietepohja, M., & Hakulinen, P. (2002). Shipbuilding Process—Challenges and Opportunities: An IBM Product Lifecycle Management Resource Paper [Retrieved December 16, 2006].
- Kaplan. (1988). One Cost System Isn't Enough. *Harvard Business Review*, 66(1), 61–66. <https://hbr.org/1988/01/one-cost-system-isnt-enough>
- Kaplan & Anderson. (2004). Time-Driven Activity-Based Costing. *Harvard business review*, 82, 131–8, 150. <https://doi.org/10.2139/ssrn.485443>
- Kaplan & Anderson. (2007). *Time-Driven Activity-Based Costing: A Simpler and More Powerful Path to Higher Profits*. Harvard Business Review Press. <https://books.google.pt/books?id=k7LUVKYnFU8C>
- Kaplan & Cooper. (1992). Activity-based Systems: Measuring the Costs of Resource Usage. *Accounting Horizons*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:41098610>
- Kaplan & Cooper. (1998). *Cost & effect : using integrated cost systems to drive profitability and performance*. Harvard Business School Press.
- Kobayashi, T., & Nakano, M. (2015, setembro). A Model to Evaluate Supply Chains in Disruption Events [Part 6: Lean Production]. Em S. Umeda, M. Nakano, H. Mizuyama, H. Hibino, D. Kiritsis & G. von Cieminski (Eds.), *IFIP Advances in Information and Communication Technology* (pp. 308–315, Vol. AICT-460). https://doi.org/10.1007/978-3-319-22759-7_36
- Labro, E., Balakrishnan, R., & Sivaramakrishnan, K. (2012). Product Costs as Decision Aids: An Analysis of Alternative Approaches (Part 1 and 2). *Accounting Horizons*, 26. <https://doi.org/10.2308/acch-10197>
- Liker, J., & Morgan, J. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill LLC. <https://books.google.pt/books?id=eZutzPww02EC>
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2011). Metodologias para implementar Lean Production: uma revisão crítica de literatura. *Conferência Luso-Moçambicana de Engenharia (CLME 2011)*. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/18874>
- Major, M., & Vieira, R. (2017). *Contabilidade e Controlo de Gestão: Teoria, Metodologia e Prática*. Escolar Editora.
- Mello, M. H., Strandhagen, J. O., & Alfnes, E. (2015). Analyzing the factors affecting coordination in engineer-to-order supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(7), 1005–1031. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2013-0545>

- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0 [7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management]. *Procedia Engineering*, 182, 466–473. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>
- Novičević, B. M., & Antic, L. G. (1999). Total quality management and activity-based costing. *Facta Universitatis. Series: Economics and Organization*, 1, 1–8. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:227890631>
- O'Brien, R. (2001). An Overview of the Methodological Approach of Action Research [English Version]. Em R. Richardson (Ed.), *Theory and Practice of Action Research*. Universidade Federal da Paraíba.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis. https://books.google.pt/books?id=7_-67SshOy8C
- Osada, T. (1991). *The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment*. Asian Productivity Organization. <https://books.google.pt/books?id=LI-1AAAAIAAJ>
- Ozbayrak, M., Akgun, M., & Turker, A. (2004). Activity-based cost estimation in a push/pull advanced manufacturing system. *International Journal of Production Economics*, 87, 49–65. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00067-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00067-7)
- Özbayrak, M., Akgün, M., & Türker, A. (2004). Activity-based cost estimation in a push/pull advanced manufacturing system. *International Journal of Production Economics*, 87(1), 49–65. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00067-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00067-7)
- Patten, J. (2006). A second look at 5S. *Quality Progress*, 39(10), 55–59.
- Pinto, J. (2009). *PENSAMENTO LEAN - A FILOSOFIA DAS ORGANIZAÇÕES: VENCEDORAS*. LIDEL (BRASIL). <https://books.google.pt/books?id=iEZQvgAACAAJ>
- Powell, D., Strandhagen, J. O., Tommelein, I., Ballard, G., & Rossi, M. (2014). A New Set of Principles for Pursuing the Lean Ideal in Engineer-to-Order Manufacturers. *Procedia CIRP*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137>
- Randhawa, J., & Ahuja, I. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34, 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Ratnatunga, J. (1997). Teaching note: Traditional and activity based costing systems. *Accounting Education*, 6, 337–345.
- Reddy, K., Venter, H., & Olivier, M. (2012). Using time-driven activity-based costing to manage digital forensic readiness in large organisations. *Information Systems Frontiers*, 14. <https://doi.org/10.1007/s10796-011-9333-x>

- Semini, M., Haartveit, D. E. G., Alfnes, E., Arica, E., Brett, P. O., & Strandhagen, J. O. (2014). Strategies for customized shipbuilding with different customer order decoupling points. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 228(4), 362–372. <https://doi.org/10.1177/1475090213493770>
- Sethi, R. K., Drolet, C. E., Pumpian, R. P., Shen, J., Hanson, K., Guerra, S., & Louie, P. K. (2022). Combining time-driven activity-based costing and lean methodology: an initial study of single-level lumbar fusion surgery to assess value-based healthcare in patients undergoing spine surgery. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 37(5), 639–645. <https://doi.org/10.3171/2022.4.SPINE211516>
- Setiawan, I., & Purba, H. (2020). A Systematic Literature Review of Key Performance Indicators (KPIs) Implementation. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1, 200–208. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i3.79>
- Siguenza-Guzman, L., Abbeele, A., Vandewalle, J., Verhaaren, H., & Cattrysse, D. (2013). Recent Evolutions in Costing Systems: A Literature Review of Time-Driven Activity-Based Costing. *The Review of Business and Economic Literature (ReBEL)*, 58, 34–64.
- Silva Barros, R., & Simões, A. (2015). DO CUSTEIO TRADICIONAL AO TIME-DRIVEN ACTIVITY-BASED COSTING: REVISÃO DE LITERATURA E SUGESTÕES DE INVESTIGAÇÃO FUTURA. *Revista Iberoamericana de contabilidad de gestión*.
- Stout, D. E., & Propri, J. M. (2011). Implementing Time-Driven Activity-Based Costing at a Medium-Sized Electronics Company. *Management Accounting Quarterly*, 12, 1. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:262914227>
- Strandhagen, J. W., Buer, S., Semini, M., & Alfnes, E. (2019). Digitalized manufacturing logistics in engineer-to-order operations. Em F. Ameri, K. Steck, G. von Cieminski & D. Kiritsis (Eds.), *Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future (APMS 2019)* (pp. 579–587, Vol. 566). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30000-5_71
- Strandhagen, J. W., Vallandingham, L. R., Alfnes, E., & Strandhagen, J. O. (2018). Operationalizing lean principles for lead time reduction in engineer-to-order (ETO) operations: A case study [16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2018]. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 128–133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.246>
- Sundar, R., Balaji, A., & Kumar, R. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques [“12th Global Congress on Manufacturing and Management” GCMM - 2014]. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>

- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23, 582–603. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:144445559>
- Tayefeh Hashemi, S., Ebadati, O. M., & Kaur, H. (2020). Cost estimation and prediction in construction projects: a systematic review on machine learning techniques. *SN Applied Sciences*, 2(10), 1703. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03497-1>
- Torghabehi, Y., Maki, A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7, 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Tse, M., & Gong, M. (2009). Recognition of Idle Resources in Time-Driven Activity-Based Costing and Resource Consumption Accounting Models. *Journal of Applied Management Accounting Research*, 7, 41–54.
- Warnecke, H., & Hüser, M. (1995). Lean production [Proceedings of the 12th International Conference on Production Research]. *International Journal of Production Economics*, 41(1), 37–43. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00080-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00080-1)
- Waweru, N. (2010). The origin and evolution of management accounting: A review of the theoretical framework. *Problems and Perspectives in Management*, 8, 165–182.
- Wickramasinghe, D., & Alawattage, C. (2007, junho). *Management accounting change: Approaches and perspectives*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203815274>
- Willner, O., Powell, D., Duchi, A., & Schönsleben, P. (2014). Globally Distributed Engineering Processes: Making the Distinction between Engineer-to-order and Make-to-order [Variety Management in Manufacturing]. *Procedia CIRP*, 17, 663–668. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.054>
- Willner, O., Powell, D., Gerschberger, M., & Schönsleben, P. (2016). Exploring the archetypes of engineer-to-order: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(3), 242–264. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-07-2014-0339>
- Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million-dollar 5-year study on the future of the automobile*. Rawson Associates [u.a.] http://gso.gbv.de/DB=2.1/CMD?ACT=SRCHA&SRT=YOP&IKT=1016&TRM=ppn+027504646&sourceid=fbw_bibsonomy

APÊNDICES

Apêndice I - Ficha Avaliação Diagnóstica 5S



5S - CORTE

Nome Auditor/a: _____

Data Auditoria: _____

AVALIAÇÃO		CNC 1		CNC 2		CNC 3	
Categoria	Item	Comentários	Score	Comentários	Score	Comentários	Score
Seiri (Separação)	Distinguir o que é necessário do que não é necessário.						
	Apenas dispor de equipamento, ferramentas e material necessário.						
	Áreas sob as mesas estão livres de caixas, contentores e objetos pessoais.						
	Todas as paredes estão limpas, sem sujidade, manchas ou buracos. As condutas de ar estão limpas.						
	Todos os avisos e exposições visuais estão atualizados e em dia.						
Seiton (Organização)	Um sítio para tudo e tudo no seu sítio.						
	Os locais corretos para os itens são óbvios e os itens estão nos seus lugares corretos.						
	Todas as secretárias, mesas, prateleiras e máquinas estão limpas, ordenadas e organizadas.						
	Todos os suportes de arquivos de secretária estão rotulados para o conteúdo apropriado e organizados de forma amurada.						
Seiso (Limpeza)	As prateleiras são usadas para o armazenamento estipulado.						
	Limpar e procurar formas de manter limpo e organizado.						
	Os pisos, paredes e superfícies da secretária e máquina estão livres de sujidade e do excesso de papéis.						
	Os materiais de limpeza são facilmente acessíveis.						
Seiketsu (Normalização)	Não há restos ou peças no chão ou nas máquinas.						
	Linhas, sinais, etc., estão limpos e intactos.						
	Manter e monitorizar as primeiras três categorias.						
	São implementadas melhores práticas, ajudas visuais, etiquetas, designadas para manter as secretárias limpas e organizadas.						
Shitsuko (Auto-disciplina)	Todas as áreas comuns deste departamento aderem aos 3S's e têm um processo para manter o sistema.						
	Os contentores de reciclagem de papel são utilizados. Não se encontram papéis nos caixotes do lixo.						
	Os itens podem ser localizados em 30 segundos.						
	Seguir as regras definidas.						
	Há um sistema visual de "brno" em vigor e evidências de que está a ser seguido.						
	Existe uma lista de tarefas visível, atribuindo responsabilidade para questões em aberto.						
	A área está a caminho de cumprir os objetivos 5S.						
	Os colaboradores encontram-se devidamente equipados.						

Avaliação	
1	Não Cumpre
2	Cumprimento Insuficiente
3	Cumprimento Parcial
4	Cumprimento Satisfatório
5	Cumprimento Muito Satisfatório

Figura 59: Ficha Avaliação Diagnóstica 5S

Apêndice II - VSM da Concepção e Desenvolvimento de Projeto de Obra

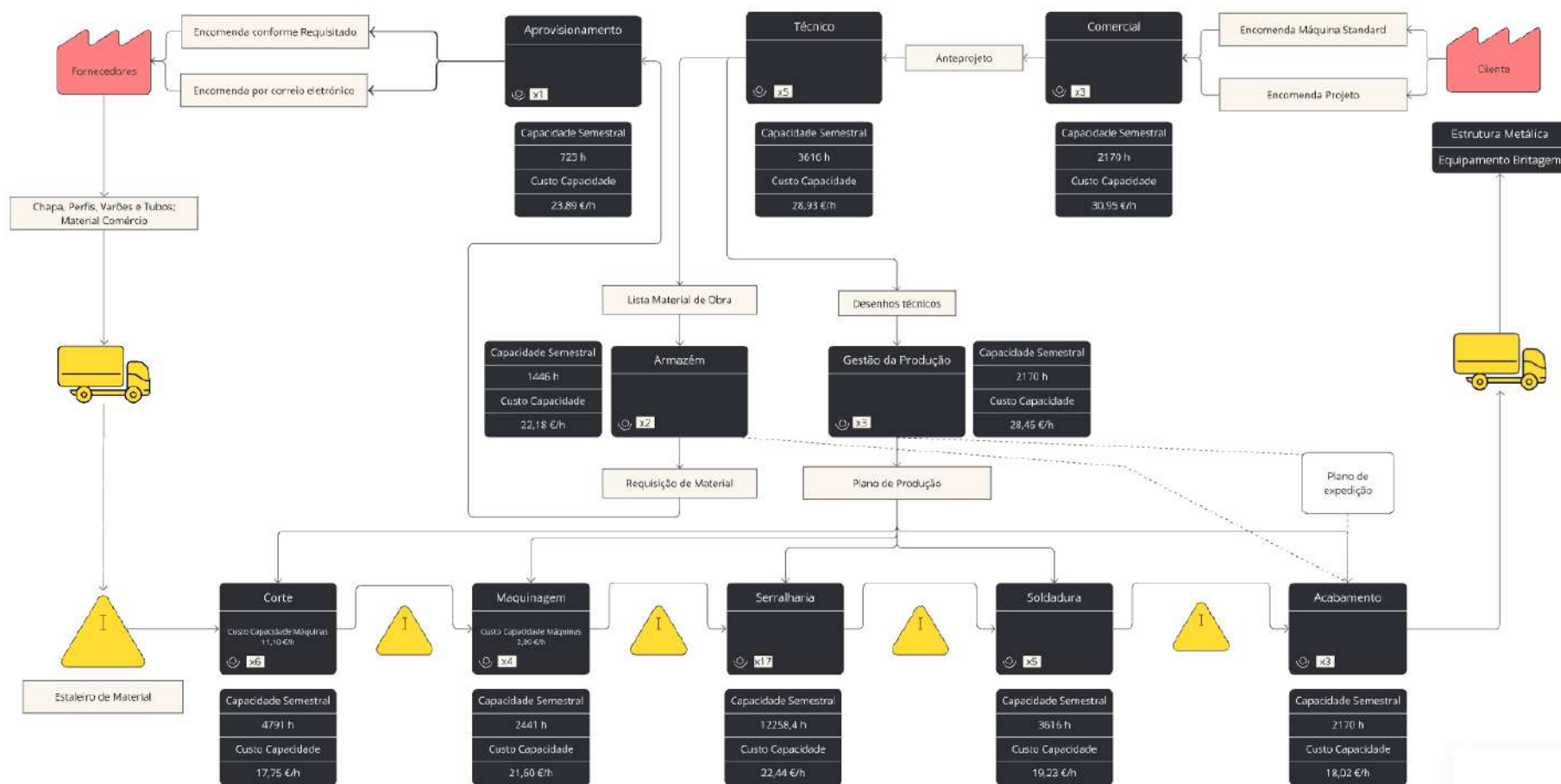


Figura 60: VSM da Concepção e Desenvolvimento de Projeto de Obra

Apêndice III - Operações por Atividade

Tabela 47: Atividades e operações associadas

Atividades	Operações
Comercial	1. Registo e análise do pedido de fornecimento 2. Elaboração do anteprojeto 3. Elaboração da orçamentação 4. Elaboração da proposta comercial 5. Preenchimento de documentação afeta ao projeto 6. Acompanhamento do projeto de obra
Técnico	1. Conceção de projeto 2. Desenvolvimento dos desenhos técnicos
Armazém	1. Gestão do Armazém 2. Processo de Expedição 3. Abastecimento das máquinas de corte
Aprovisionamento	1. Aprovisionamento
Qualidade	1. Qualidade
Recursos Humanos	1. Recursos Humanos
Gestão da Produção	1. Gestão da Produção
Corte	1. Preparação de Corte 2. Abastecimento das máquinas de corte 3. Corte do material 4. Processo de retiro e marcação das peças concluídas
Maquinação	1. Preparação de Maquinagem CNC 2. Transporte de material para o torno correspondente 3. Maquinação do material 4. Processo de retiro da peça da máquina
Serralharia	1. Transporte de material para o posto correspondente 2. Processo de Serralharia 3. Transporte de material para o setor seguinte
Soldadura	1. Transporte de material para o posto correspondente 2. Processo de Soldadura 3. Transporte de material para a zona de produto pré-acabamento
Acabamento	1. Transporte de material para a zona de limpeza 2. Limpeza do material 3. Transporte de material para a zona de pintura 4. Pintura do material 5. Transporte de material para a zona de expedição 6. Processo de Expedição

Apêndice IV - Tempo de Atividade por Produto

Tabela 48: Tempo (horas) de Atividade por Produto

Produto	Tamanho	Decks	Técnico	Corte	Maquinagem	Serralharia	Soldadura	Acabamento
A	1	2	24	64	96	126	44	16
A	1	3	24	72	96	141	52	16
A	1	4	24	80	96	166	60	16
A	2	2	24	88	96	144	48	16
A	2	3	24	96	96	164	56	16
A	2	4	24	96	96	184	64	16
A	3	2	24	88	96	168	48	16
A	3	3	24	96	96	184	56	16
A	3	4	24	96	96	200	64	16
A	4	2	24	104	96	208	92	16
A	4	3	24	112	96	224	96	16
A	4	4	24	112	96	224	96	16
B	1	2	40	30	0	120	41	20
B	1	3	42	31	0	120	41	22
B	1	4	44	32	0	130	43	24
B	2	2	43	34	0	120	43	20
B	2	3	44	36	0	120	45	20
B	2	4	47	36	0	130	45	22
B	3	2	45	34	0	120	47	24
B	3	3	49	38	0	137	53	27
B	3	4	52	40	0	151	55	30
B	4	2	54	42	0	151	55	30

Produto	Tamanho	Decks	Técnico	Corte	Maquinagem	Serralharia	Soldadura	Acabamento
B	4	3	56	44	0	159	57	31
B	4	4	56	44	0	159	57	31
C	1	2	22	17	0	83	33	11
C	1	3	23	17	0	88	35	13
C	1	4	25	19	0	95	38	14
C	2	2	25	19	0	95	38	14
C	2	3	27	23	0	102	41	16
C	2	4	30	27	0	130	50	21
C	3	2	38	29	0	143	57	22
C	3	3	38	29	0	143	57	22
C	3	4	49	36	0	180	72	24
C	4	2	49	36	0	180	72	24
C	4	3	51	38	0	190	76	25
C	4	4	53	40	0	200	80	26

Apêndice V - Excerto codificação VBA - Proposta Comercial

```
1 Sub Proposta_Fornecimento()  
2  
3     On Error GoTo TratarErro  
4  
5     Dim anteprojetoAction As String  
6     Dim anteprojetoText As String  
7     Dim availableHeight As Double  
8     Dim book1 As Object  
9     Dim c As Long  
10    Dim cell As Range  
11    Dim chapter As Integer  
12    Dim charIndex As Long  
13    Dim copiaCaminho As String  
14    Dim currentPath As String  
15    Dim currentShapeIndex As Integer  
16    Dim currentTable As Integer  
17    Dim doc As Object  
18    Dim extraSpaceAfter As Single  
19    Dim firstCell As Range  
20    Dim fileName As String  
21    Dim fontSize As Single  
22    Dim foundRange As Object  
23    Dim fraseIVA As String  
24    Dim i As Integer  
25    Dim j As Integer  
26    Dim k As Integer  
27    Dim listaItens As String  
28    Dim modifiedProposta As String  
29    Dim newTable As Object  
30    Dim numRows As Integer  
31    Dim pathtemplate As String  
32    Dim part1 As String  
33    Dim preçoTotal As String  
34    Dim rng As Range  
35    Dim rngTable As Range  
36    Dim Row As Object  
37    Dim shp As Shape  
38    Dim subtitleHeight As Double  
39    Dim subtítulo As String  
40    Dim subChapter As Integer  
41    Dim tableHeight As Double  
42    Dim tableNumbers() As Variant  
43    Dim tbl As ListObject  
44    Dim tblIndex As Integer  
45    Dim tempNumber As Integer  
46    Dim tempTable As ListObject  
47    Dim toc As TableOfContents  
48    Dim totalShapes As Integer  
49    Dim totalTables As Integer  
50    Dim textoSubstituição1 As String  
51    Dim textoSubstituição2 As String  
52    Dim ws As Worksheet  
53
```

Figura 61: Declaração de variáveis

```

91 ' ----- Alterar valores no documento -----
92
93 proposta = ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("C2").Offset(0, 1).Value
94 validade = ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("C11").Offset(0, 1).Value
95 preçoTotal = Format(ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("D14").Value, "Currency")
96 textoSubstituição1 = "Valor total de " & preçoTotal
97 fraseIVA = "(A este valor é acrescida a taxa de IVA legal em vigor)"
98 prazoentrega = Replace(ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("A17").Value, Chr(10), vbCrLf)
99 frasecomercial = Replace(ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("A20").Value, Chr(10), vbCrLf)
100 condiçõespagamento = Replace(ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("A23").Value, Chr(10), vbCrLf)
101
102 ' Substituir o texto <<proposta>> no rodapé da seção 2
103 If proposta <> "" Then
104     With doc.Sections(2).Footers(1).Range.Find
105         .Text = "<<proposta>>"
106         .Replacement.Text = proposta
107         .Wrap = 1
108         .Execute Replace:=2
109     End With
110 End If
111
112 ' Substituir o texto <<validade>> no rodapé da seção 2
113 If validade <> "" Then
114     With doc.Sections(2).Footers(1).Range.Find
115         .Text = "<<validade>>"
116         .Replacement.Text = validade
117         .Wrap = 1
118         .Execute Replace:=2
119     End With
120 End If
121
122 ' Substituir Valores
123 Set rng = ThisWorkbook.Sheets("Dados").Range("C2:C11")
124 For Each cell In rng
125     With doc.Content.Find
126         .ClearFormatting
127         .Replacement.ClearFormatting
128         .MatchWildcards = False
129         .Wrap = 1
130         .Text = cell.Value
131         .Replacement.Text = cell.Offset(0, 1).Value
132         .Execute Replace:=2
133     End With
134 Next cell
135
136 ' Encontrar e substituir o texto no documento
137 With doc.Content.Find
138     .Text = "<<preço_total>>"
139     .Replacement.Text = textoSubstituição1
140     .Wrap = 1
141     .Execute Replace:=2
142 End With
143

```

Figura 62: Substituição de valores no documento Word

```

220
221 ' Colocar Imagens
222 Set foundRange = doc.Content
223 With foundRange.Find
224     .Text = "Insert Image Here"
225     .Execute
226     If .Found Then
227         If anteprojetoAction = "Sim" Then
228             foundRange.Delete
229             Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Anteprojeto")
230             totalShapes = ws.Shapes.Count
231             currentShapeIndex = 0
232             For Each shp In ws.Shapes
233                 currentShapeIndex = currentShapeIndex + 1
234                 shp.CopyPicture ' Copia a imagem do Excel
235
236                 ' Colapsa o ponto de inserção para o final do range encontrado
237                 foundRange.Collapse Direction:=0 ' wdCollapseEnd
238
239                 ' Usa a método padrão Paste para colar a imagem no Word
240                 foundRange.Paste ' cola a imagem copiada
241
242                 ' Ajusta o tamanho e o layout da última imagem colada
243                 With doc.InlineShapes(doc.InlineShapes.Count) ' Trabalha com InlineShapes, que são inseridos em linha com o texto
244                     .LockAspectRatio = msoTrue
245                     .Width = 500 ' Ajusta a largura conforme necessário
246                 End With
247
248                 ' Colapsa o ponto de inserção para o final da imagem colada
249                 foundRange.Collapse Direction:=0 ' wdCollapseEnd
250
251                 ' Insere uma quebra de página após cada imagem, exceto a última
252                 If currentShapeIndex < totalShapes Then
253                     foundRange.InsertBreak Type:=7 ' wdPageBreak
254                     For k = 1 To 5
255                         foundRange.InsertParagraphBefore ' Insere parágrafos vazios para espaçamento
256                     Next k
257                 End If
258
259                 ' Colapsa o ponto de inserção novamente
260                 foundRange.Collapse Direction:=0
261             Next shp
262
263             ' Insere uma quebra de página após a última imagem
264             foundRange.InsertBreak Type:=7 ' wdPageBreak
265         ElseIf anteprojetoAction = "Não" Then
266             foundRange.Delete
267         End If
268     End If
269 End With
270

```

Figura 63: Inserção de imagens no documento Word

```

274 ' Encontre o Local para inserir as tabelas da Memória Descritiva
275 With doc.Content.Find
276     .Text = "Insert Memória Descritiva"
277     .Execute
278     If .Found Then
279         .Parent.Select
280         book1.Selection.Delete
281     End If
282 End With
283
284 ' Definição da folha de Memória Descritiva
285 Set ws = ThisWorkbook.Sheets("Memória Descritiva")
286 FontName = "Calibri (Corpo)"
287 FontSize = 10
288
289 ' Criação de uma matriz para armazenar as posições verticais e as tabelas
290 ReDim tablePositions(1 To ws.ListObjects.Count, 1 To 3)
291
292 ' Preenchimento da matriz com as posições verticais e as tabelas
293 tblIndex = 1
294 For Each tbl In ws.ListObjects
295     tablePositions(tblIndex, 1) = tbl.DataBodyRange.Cells(1, 1).Top ' Posição vertical da primeira célula
296     Set tablePositions(tblIndex, 2) = tbl
297     tablePositions(tblIndex, 3) = tbl.HeaderRowRange.Cells(1, 1).Value ' Cabeçalho da primeira célula
298     tblIndex = tblIndex + 1
299 Next tbl
300
301 ' Ordenar as tabelas com base na posição vertical
302 For i = LBound(tablePositions, 1) To UBound(tablePositions, 1) - 1
303     For j = i + 1 To UBound(tablePositions, 1)
304         If tablePositions(i, 1) > tablePositions(j, 1) Then
305             ' Trocar posições verticais
306             tempPosition = tablePositions(i, 1)
307             tablePositions(i, 1) = tablePositions(j, 1)
308             tablePositions(j, 1) = tempPosition
309
310             ' Trocar tabelas
311             Set tempTable = tablePositions(i, 2)
312             Set tablePositions(i, 2) = tablePositions(j, 2)
313             Set tablePositions(j, 2) = tempTable
314
315             ' Trocar cabeçalhos
316             tempHeader = tablePositions(i, 3)
317             tablePositions(i, 3) = tablePositions(j, 3)
318             tablePositions(j, 3) = tempHeader
319         End If
320     Next j
321 Next i
322
323 ' Inicializa os contadores de capítulos
324 chapter = 3
325 subChapter = 0
326
327 ' inserir tabelas na ordem correta

```

Figura 64: Geração automática de tabelas na memória descritiva

Apêndice VI - Excerto codificação VBA - Registo e Inventário de ferramentas

```
13 ' Definir as planilhas
14 Set wsForm = ThisWorkbook.Sheets("Registrar_Eq") ' Planilha da Interface onde os dados são inseridos
15 Set wsTabela = ThisWorkbook.Sheets("Inventário de Equipamentos") ' Planilha da tabela onde os dados serão gravados
16
17 ' Desproteger a planilha antes de realizar alterações
18 wsTabela.Unprotect
19
20 ' Confirmar que todos os campos estão preenchidos
21 If wsForm.Range("B5").Value = "" Or _
22   wsForm.Range("C5").Value = "" Or _
23   wsForm.Range("D5").Value = "" Or _
24   wsForm.Range("E5").Value = "" Or _
25   wsForm.Range("F5").Value = "" Or _
26   wsForm.Range("G5").Value = "" Or _
27   wsForm.Range("H5").Value = "" Or _
28   wsForm.Range("I5").Value = "" Or _
29   wsForm.Range("J5").Value = "" Or _
30   wsForm.Range("K5").Value = "" Or _
31   wsForm.Range("L5").Value = "" Then
32   MsgBox "Preencha todos os campos", vbExclamation
33   Exit Sub
34 End If
35
36 ' Definir a tabela (caso esteja em formato de tabela de Excel)
37 Set tabela = wsTabela.ListObjects("tblEquipmentInventory") ' Nome da sua tabela
38
39 ' Achar a próxima linha vazia na tabela de "Inventário de Equipamentos"
40 novolinha = tabela.ListRows.Count + 1 ' Contar o número de linhas na tabela e adicionar uma nova linha
41
42 ' Encontrar o maior valor da coluna "Registro"
43 maiorRegistro = Application.WorksheetFunction.Max(tabela.ListColumns("Registro").DataBodyRange)
44
45 ' Transferir os dados do formulário para a tabela
46 With tabela.ListRows.Add ' Adiciona uma nova linha à tabela
47   .Range(1, tabela.ListColumns("Registro").Index).Value = maiorRegistro + 1 ' Definir o Registro como maior valor + 1
48   .Range(1, tabela.ListColumns("NOME DO ITEM").Index).Value = wsForm.Range("B5").Value ' Nome do item
49   .Range(1, tabela.ListColumns("MODELO").Index).Value = wsForm.Range("C5").Value ' Modelo
50   .Range(1, tabela.ListColumns("Nº SERIE").Index).Value = wsForm.Range("D5").Value ' Número de série
51   .Range(1, tabela.ListColumns("MARCA").Index).Value = wsForm.Range("E5").Value ' Marca
52   .Range(1, tabela.ListColumns("L/COMPRA").Index).Value = wsForm.Range("F5").Value ' L/Compra
53   .Range(1, tabela.ListColumns("Nº FATURA").Index).Value = wsForm.Range("G5").Value ' Nº Fatura
54   .Range(1, tabela.ListColumns("DATA EMISSÃO").Index).Value = wsForm.Range("H5").Value ' Data de emissão
55   .Range(1, tabela.ListColumns("LOCAL").Index).Value = wsForm.Range("I5").Value ' Local
56   .Range(1, tabela.ListColumns("ATRIBUÍDO A:").Index).Value = wsForm.Range("J5").Value ' Atribuído a
57   .Range(1, tabela.ListColumns("ESTADO").Index).Value = wsForm.Range("K5").Value ' Estado
58   .Range(1, tabela.ListColumns("CUSTO AQUISIÇÃO").Index).Value = wsForm.Range("L5").Value ' Custo Aquisição
59 End With
60
61 ' Ordenar a tabela pela coluna de "Registro" em ordem decrescente
62 With tabela.Sort
63   .SortFields.Clear
```

Figura 65: Excerto do código de Registo de Novo Equipamento

```

1 Sub AtualizarValoresTabela()
2   Dim wsTabela As Worksheet
3   Dim tabela As ListObject
4   Dim linhaEncontrada As Range
5   Dim registoProcurado As Variant
6   Dim novaFatura As Variant
7   Dim novaDataReparacao As Variant
8   Dim novoCustoReparacao As Variant
9
10  On Error GoTo TratarErro ' Tratamento de erros
11
12  ' Obter o registo procurado da célula C16
13  registoProcurado = ThisWorkbook.Sheets("Registrar_Rep").Range("C16").Value
14
15  ' Verificar se o valor de C16 está vazio
16  If registoProcurado = "" Then
17    MsgBox "Por favor, insira um valor válido em C16.", vbExclamation
18    Exit Sub
19  End If
20
21  ' Definir a planilha e tabela das reparações
22  Set wsTabela = ThisWorkbook.Sheets("Reparações de Equipamentos") ' Substituir pelo nome correto
23  Set tabela = wsTabela.ListObjects("tblEquipmentRepair") ' Substituir pelo nome da tabela
24
25  ' Verificar se a tabela existe
26  If tabela Is Nothing Then
27    MsgBox "A tabela 'tblEquipmentRepair' não foi encontrada. Verifique o nome da tabela.", vbExclamation
28    Exit Sub
29  End If
30
31  ' Procurar o registo na tabela
32  Set linhaEncontrada = tabela.ListColumns("REGISTO REPARAÇÃO").DataBodyRange.Find(registoProcurado, LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole)
33
34  ' Verificar se o registo foi encontrado
35  If linhaEncontrada Is Nothing Then
36    MsgBox "Registo não encontrado na tabela de reparações.", vbExclamation
37    Exit Sub
38  End If
39
40  ' Obter os novos valores das células F16, I16 e J16
41  novaFatura = ThisWorkbook.Sheets("Registrar_Rep").Range("F16").Value
42  novaDataReparacao = ThisWorkbook.Sheets("Registrar_Rep").Range("I16").Value
43  novoCustoReparacao = ThisWorkbook.Sheets("Registrar_Rep").Range("J16").Value
44
45  ' Atualizar os valores na tabela
46  tabela.ListColumns("NO. FATURA").DataBodyRange(linhaEncontrada.Row - tabela.HeaderRowRange.Row).Value = novaFatura
47  tabela.ListColumns("DATA REPARAÇÃO").DataBodyRange(linhaEncontrada.Row - tabela.HeaderRowRange.Row).Value = novaDataReparacao
48  tabela.ListColumns("CUSTO REPARAÇÃO").DataBodyRange(linhaEncontrada.Row - tabela.HeaderRowRange.Row).Value = novoCustoReparacao
49
50  ' Mensagem de sucesso
51  MsgBox "Valores atualizados com sucesso na tabela de reparações!", vbInformation
52  Exit Sub
53

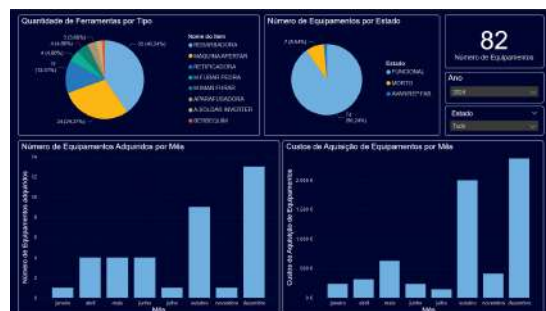
```

Figura 66: Excerto do código de Registo de Reparação

Apêndice VII - Dashboard Gestão da Produção



(a) Dashboard - Página 5

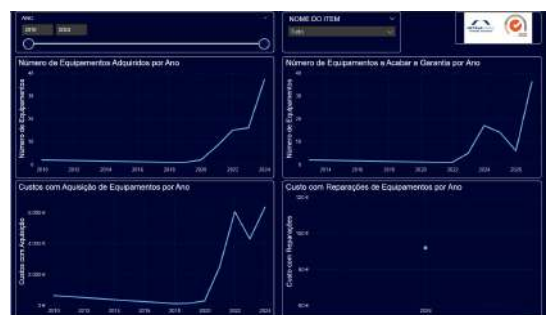


(b) Dashboard - Página 6

Figura 67: Dashboard Gestão da Produção - Páginas 5 e 6



(a) Dashboard - Página 7



(b) Dashboard - Página 8

Figura 68: Dashboard Gestão da Produção - Páginas 7 e 8



Figura 69: Dashboard Gestão da Produção - Página 9

Apêndice VIII - Comparação de Custos por Produto

Tabela 49: Comparação entre Custo Total TDABC e Custo Total Inicial

Produto	Tamanho	Qnt. Decks	Custo (€)			Variação	
			MP	TDABC	Inicial	Absoluta	Porcentagem
A	1	2	12 955,21	22 456,38	22 360,98	95,40	0%
A	1	3	13 287,82	23 560,70	23 331,07	229,63	1%
A	1	4	15 143,55	26 430,55	26 299,25	131,30	0%
A	2	2	17 597,55	28 092,39	28 518,16	-425,77	-1%
A	2	3	20 353,51	31 741,26	32 444,85	-703,59	-2%
A	2	4	21 950,63	34 231,29	35 013,19	-781,90	-2%
A	3	2	17 712,26	29 306,59	29 580,96	-274,37	-1%
A	3	3	19 807,32	32 197,60	32 655,62	-458,02	-1%
A	3	4	23 926,39	37 112,62	38 102,73	-990,11	-3%
A	4	2	22 383,65	35 375,95	36 139,66	-763,71	-2%
A	4	3	28 803,70	42 505,66	44 206,54	-1 700,88	-4%
A	4	4	33 045,73	47 457,35	49 720,42	-2 263,07	-5%
B	1	2	8 726,86	15 130,74	15 064,45	66,29	0%
B	1	3	8 815,01	15 452,61	15 361,18	91,43	1%
B	1	4	8 904,05	15 823,36	15 658,96	164,39	1%
B	2	2	11 177,33	17 947,18	18 226,90	-279,72	-2%
B	2	3	11 290,23	18 315,55	18 552,65	-237,10	-1%
B	2	4	11 404,27	18 685,06	18 879,73	-194,68	-1%
B	3	2	12 000,33	18 942,58	18 708,08	234,50	1%
B	3	3	12 121,55	19 402,34	19 140,28	262,06	1%
B	3	4	12 243,99	19 923,40	19 573,91	349,49	2%
B	4	2	12 700,99	20 794,56	20 979,91	-185,36	-1%
B	4	3	12 829,28	21 305,48	21 420,40	-114,93	-1%
B	4	4	12 958,87	21 825,47	21 959,12	-133,65	-1%
C	1	2	5 570,99	9 365,71	9 431,20	-65,48	-1%
C	1	3	6 022,69	10 170,22	10 250,77	-80,55	-1%
C	1	4	6 511,02	11 065,04	11 113,28	-48,25	0%
C	2	2	8 215,50	12 599,67	13 014,50	-414,83	-3%
C	2	3	8 881,62	13 657,56	14 085,42	-427,85	-3%
C	2	4	9 601,75	14 742,62	15 219,64	-477,01	-3%
C	3	2	8 397,12	15 208,23	15 064,76	143,47	1%
C	3	3	9 077,97	16 241,88	16 152,93	88,95	1%
C	3	4	9 814,02	17 384,42	17 305,81	78,61	0%
C	4	2	10 963,93	20 046,10	19 814,13	231,97	1%
C	4	3	11 852,89	21 404,78	21 242,95	161,83	1%
C	4	4	12 813,94	22 855,00	22 756,27	98,73	0%

Apêndice IX - Correlação entre Percentagem de MP e Variação de Custos Totais

Produto	Tamanho	Característica	Variação (%)	% Custo MP no Custo TDABC	Correlação
A	1	2 decks	0%	58%	-0,829
A	1	3 decks	1%	56%	
A	1	4 decks	0%	57%	
A	2	2 decks	-1%	63%	
A	2	3 decks	-2%	64%	
A	2	4 decks	-2%	64%	
A	3	2 decks	-1%	60%	
A	3	3 decks	-1%	62%	
A	3	4 decks	-3%	64%	
A	4	2 decks	-2%	63%	
A	4	3 decks	-4%	68%	
A	4	4 decks	-5%	70%	
B	1	2 decks	0%	58%	
B	1	3 decks	1%	57%	
B	1	4 decks	1%	56%	
B	2	2 decks	-2%	62%	
B	2	3 decks	-1%	62%	
B	2	4 decks	-1%	61%	
B	3	2 decks	1%	63%	
B	3	3 decks	1%	62%	
B	3	4 decks	2%	61%	
B	4	2 decks	-1%	61%	
B	4	3 decks	-1%	60%	
B	4	4 decks	-1%	59%	
C	1	2 decks	-1%	59%	
C	1	3 decks	-1%	59%	
C	1	4 decks	0%	59%	
C	2	2 decks	-3%	65%	
C	2	3 decks	-3%	65%	
C	2	4 decks	-3%	65%	
C	3	2 decks	1%	55%	
C	3	3 decks	1%	56%	
C	3	4 decks	0%	56%	
C	4	2 decks	1%	55%	
C	4	3 decks	1%	55%	
C	4	4 decks	0%	56%	

Figura 70: Correlação entre Percentagem de MP e Variação de Custos Totais

ANEXOS

Anexo I - Organograma

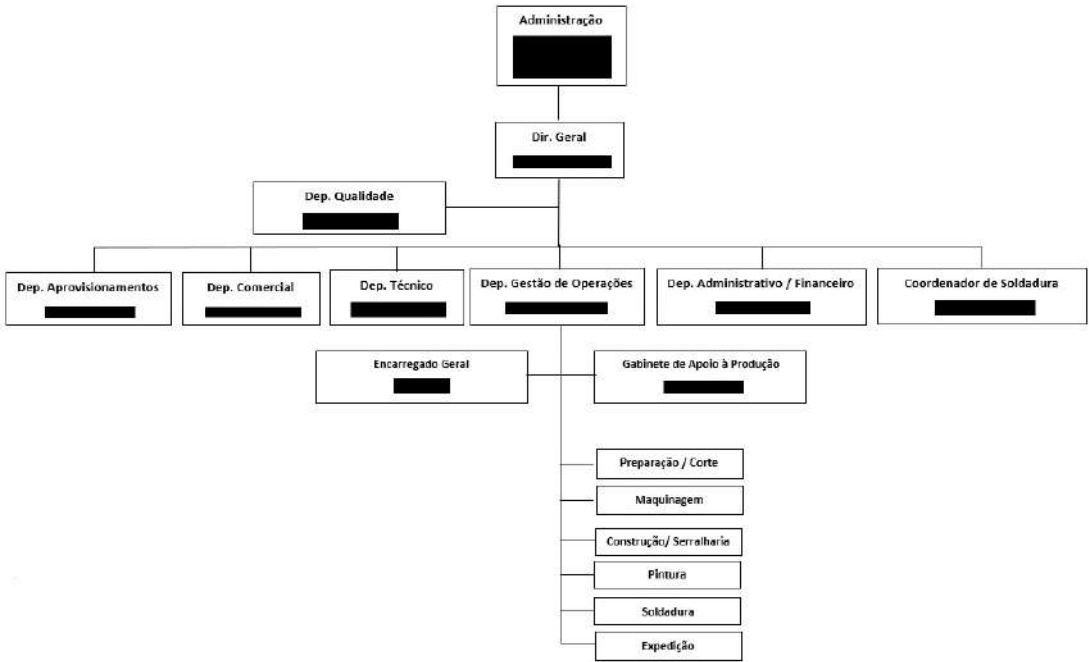


Figura 71: Organograma

Anexo II - Proposta de Fornecimento

Capa da Proposta de Fornecimento



PROPOSTA DE FORNECIMENTO - PF.5096.03.03

BRITAGEM E LAVAGEM

PORTUGAL

07-12-2023

Figura 72: Capa da Proposta de Fornecimento

Corpo da Proposta de Fornecimento



Item	Descrição	Qtd.	€/Total
5	Fabrico e fornecimento EXW de Posto de Seleção 2 (Lavado) com Crivo Metalomarão Cr.45.18_III com as seguintes características: - Comprimento - 4500mm; - Largura - 1800mm; - Área p/deck : 8,1 m2; - 3 Decks; - Motor de 22kW 1500rpm, com suporte anti vibração e tensor de correias; - Transmissão por correias em V e polias; - Suspensão por molas helicoidais com proteção; - Estabilizadores laterais; - Amplitude regulável; - Lubrificação a massa; - Sistema de rega integrado em todos os decks com pulverizadores PU; Inclui: Estrutura metálica de suporte com altura aprox. 4 metros, inclinação 18°, com escada de acesso, plataforma de manutenção e guarda-corpos, incluindo soldadura, ligações aparafusadas, parafusaria e tratamento anticorrosivo por pintura (C2). Conjunto de caleiras com forras de desgaste em Hardox e tratamento anticorrosivo por pintura (C2).	1	

Item	Descrição	Qtd.	€/Total
6	Fabrico e fornecimento EXW de Grupo de Hidrociclonagem para lavagem de areias composto por: - Tanque de ciclonagem com bóia de nível. - Bomba Centrífuga 150/125, com motorização de 30kW ou equivalente com tubagem da bomba ao ciclone e respetivas flanges. - Tubo do overflow e caixa para ligações do tanque. - Hidrociclone Cavex 500CVX ou equivalente. - Mesa Escondora ME.30.12, acionada por dois Motovibradores de 2x3,2kW. - Estruturas de suporte do ciclone e mesa. - Caleiras de transição. - Tratamento anticorrosivo por pintura (C2).	1	

A presente proposta de fornecimento [Pf.5096.03.03] tem a validade de 8 dias a contar da sua data de emissão.

Metalomarão – Equipamentos para a Indústria Extrativa, S.A. • Rua de Men Gualdar Nº1048, Apt.78, 4600-642 Gondar Amarante, Portugal
 Tel.: +351 255 420 580 • Fax: +351 255 420 589 • URL: www.metalomarao.pt • E-mail: geral@metalomarao.pt • Contrib. n.º 504 513 800
 F.-01.01.02 E3

Página 4 de 11

Figura 73: Corpo da Proposta de Fornecimento

