

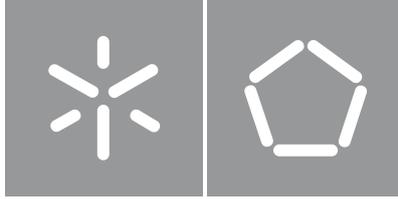


Carla Sofia Meira Oliveira

Melhoria do desempenho de uma secção de corte e quinagem com recurso a ferramentas *Lean* numa empresa de sistemas de refrigeração

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Carla Sofia Meira Oliveira

Melhoria do desempenho de uma secção de corte e quinagem com recurso a ferramentas *Lean* numa empresa de sistemas de refrigeração

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva Sousa

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

A gratidão é a memória do coração. Ora, se é importante guardá-la, não é menos importante expressá-la. Assim sendo, uma palavra enternecida de gratidão:

À JORDÃO, por ser casa e escola, em especial ao Engenheiro Filipe Arantes pela orientação. A todos aqueles que tão bem me receberam e com quem partilhei os meus dias, obrigada.

Ao Professor Doutor Rui Sousa que, neste longo percurso, foi arte de ser dedo que indica, foi sabedoria e conhecimento, sem deixar de ser inteligência crítica.

Aos meus pais e irmãos, Paula, Quim, Juliana e Zé pelo constante, preocupado e carinhoso apoio que deles fui sentindo.

À minha avó Meira por todo o amor, pela fé e pela partilha de paz. Presente durante todo o meu percurso académico e recentemente a minha maior estrelinha e anjo da guarda. Não tenho palavras para te agradecer pela grande pequena pessoa que me fizeste ser.

Aos companheiros desta caminhada, na certeza de que a amizade adiará horários e moverá outros planos, obrigada pela vossa presença e alento nesta jornada.

Ao Rui, amigo e parceiro em todas as lutas diárias, por ser luz nos dias escuros, conforto e paz nas horas de angústia. Fazes-me sorrir e ser feliz na dádiva da tua existência. A minha força a ti se deve.

Porque “Estes anos são passagem” e “Todo o destino é partir”, a minha palavra de eterna gratidão a quem cedo o destino nos roubou e que tanto me ensinou. Ao meu querido Ernesto um exemplo de resiliência e persistência em ser mais e melhor, um eterno obrigada!

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.

Melhoria do desempenho de uma secção de corte e quinagem com recurso a ferramentas *Lean* numa empresa de sistemas de refrigeração

RESUMO

O presente projeto de dissertação foi desenvolvido no âmbito do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, em contexto industrial numa empresa de sistemas de refrigeração, a Jordão Cooling Systems, Lda. O principal objetivo desta dissertação é a melhoria do desempenho de uma secção de corte e quinagem de chapa, pela aplicação de ferramentas *Lean*, tendo em vista a redução dos desperdícios, da variabilidade dos processos, do *Work in Progress* e dos custos.

A concretização deste projeto regeu-se segundo as etapas da metodologia *Action Research*, em que se identificaram problemas para os quais se planearam e implementaram ações com o intuito de os eliminar ou reduzir. Primeiramente, foram identificados os principais problemas da área em estudo, sendo estes: falhas no processo de gestão de retalhos, elevados tempos na procura de retalhos, falhas na ferramenta de cálculo do OEE e falta de organização e normalização da secção. Estes problemas foram identificados e analisados recorrendo a ferramentas de diagnóstico tais como o *Business Process Model and Notation*, o estudo dos tempos por cronometragem, diagrama de *Ishikawa*, entre outros.

Por forma a combater os problemas enunciados, as ações de melhoria requeriam a criação de um novo processo de gestão de retalhos, para o qual se recorreu a ferramentas como o *brainstorming* e o Diagrama de Entidades e Relacionamentos, a reestruturação e organização da estante de armazenamento de retalhos, a implementação de indicadores de desempenho, a redefinição das fórmulas de cálculo do OEE e, ainda, a normalização de procedimentos de trabalho através da aplicação da ferramenta *Standard Work*.

Com a implementação das melhorias propostas, conseguiu-se uma redução em 68% do tempo normalizado na procura de retalhos (poupança de 1.302€/ano), um aumento da utilização de retalhos em 97% (poupança de 38.920€ em 9 semanas) e, ainda, o aumento em 24% das ordens de produção de caixas *kanban* fabricadas dentro do prazo de entrega. Por fim, é de destacar o aumento da motivação de todos os envolvidos neste projeto, assim como na cooperação para a melhoria contínua dos resultados conseguidos.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Thinking, Overall Equipment Effectiveness, Retalhos de chapa, Standard Work

Improving the performance of a cutting and bending section using Lean tools in a cooling systems company

ABSTRACT

This dissertation project was developed in the scope of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management of the University of Minho, in an industrial context in a cooling systems company, Jordão Cooling Systems, Lda. The main objective of this dissertation is to improve the performance of a sheet metal cutting and bending section, by applying Lean tools, in order to reduce waste, process variability, Work in Progress and costs.

The implementation of this project was governed by the stages of the Action Research methodology, in which problems were identified for which actions were planned and implemented with the aim of eliminating or reducing them.

Firstly, the main problems of the area under study were identified, these being: flaws in the sheet metal offcuts management process, high times in the search for sheet metal offcuts, flaws in the OEE calculation tool and lack of organisation and standardisation of the section. These problems were identified and analysed using diagnostic tools such as the Business Process Model and Notation, the study of time by timing, Ishikawa diagram, among others.

In order to combat these problems, the improvement actions required the creation of a new process for the management of offcuts, for which tools such as brainstorming and the Entity and Relationship Diagram were used, the restructuring and organisation of the offcuts storage rack, the implementation of performance indicators, the redefinition of the OEE calculation formulas and also the standardisation of working procedures through the application of the Standard Work tool.

With the implementation of the proposed improvements, a 68% reduction in the standard time taken to search for offcuts was achieved (savings of 1.302€/year), an increase in the use of offcuts by 97% (savings of 38.920€ in 9 weeks) and a 24% increase in the number of production orders for kanban boxes manufactured within the delivery time. Finally, it is worth highlighting the increased motivation of all those involved in this project, as well as the cooperation for continuous improvement of the results achieved.

KEYWORDS

Lean Thinking, Overall Equipment Effectiveness, Sheet metal offcuts, Standard Work

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica.....	6
2.1 <i>Lean Production</i>	6
2.1.1 A casa TPS.....	6
2.1.2 Princípios <i>Lean Thinking</i>	8
2.1.3 Tipos de desperdícios.....	9
2.1.4 Benefícios e obstáculos na implementação do <i>Lean Production</i>	10
2.2 Ferramentas <i>Lean</i>	12
2.2.1 <i>Kaizen</i>	12
2.2.2 Técnica 5S.....	13
2.2.3 Gestão Visual.....	14
2.2.4 <i>Standard Work</i>	14
2.3 Indicadores de desempenho (KPI's).....	16
2.4 BPM e BPMN.....	18

2.5	Diagrama de Entidades e Relacionamentos (DER).....	19
2.6	Análise Crítica	20
3.	Apresentação da empresa.....	22
3.1	Identificação da empresa	22
3.2	Principais produtos e clientes	22
3.3	Descrição geral do processo produtivo.....	24
3.3.1	Unidades produtivas e <i>layout</i> geral.....	24
3.3.2	Fluxo do processo produtivo.....	26
3.3.3	Fluxo de informação	27
4.	Análise e diagnóstico do processo produtivo	29
4.1	Caracterização da área de estudo.....	29
4.1.1	Escolha da área de estudo.....	29
4.1.2	Processo produtivo, <i>layout</i> e fluxo de materiais.....	30
4.1.3	Gestão de retalhos de chapa.....	33
4.2	Análise e identificação de problemas	37
4.2.1	Falhas no processo de gestão de retalhos	37
4.2.2	Elevados tempos na procura de retalhos	46
4.2.3	Falhas na ferramenta de cálculo do OEE	47
4.2.4	Falta de organização e normalização da secção	51
4.3	Síntese dos principais problemas identificados.....	54
5.	Desenvolvimento e implementação de propostas de melhoria.....	55
5.1	Proposta de melhoria: Processo de Gestão de Retalhos	55
5.1.1	Novo processo de gestão de retalhos	55
5.1.2	Etiqueta de retalho	56
5.1.3	Criação de uma aplicação para a gestão de retalhos	57
5.1.4	Estado inicial vs. Estado futuro.....	59

5.2	1º Implementação: Processo de Gestão de Retalhos	61
5.2.1	Aplicação de Gestão de Retalhos.....	62
5.2.2	Alteração da estante de armazenamento de retalhos.....	65
5.2.3	Implementação e instruções de trabalho.....	67
5.2.4	Redução do tempo de procura de um retalho.....	71
5.2.5	Indicadores de desempenho	72
5.3	2º Implementação: Processo de Gestão de Retalhos.....	74
5.4	Correção da ferramenta de cálculo do OEE.....	77
5.5	Organização e normalização da secção.....	78
6.	Análise e discussão de resultados	80
6.1	Melhorias no processo de gestão de retalhos.....	80
6.1.1	Resultados da aplicação de gestão de retalhos.....	80
6.1.2	Resultados da organização da estante “Armazém de retalhos”	80
6.1.3	Redução do tempo de procura de um retalho.....	81
6.1.4	Redução de WIP e custos.....	82
6.2	Melhoria da ferramenta informática de cálculo do OEE	83
6.3	Melhoria da organização e normalização da secção	83
7.	Conclusão	84
7.1	Considerações finais	84
7.2	Trabalho futuro	86
	Referências Bibliográficas	87
	Apêndice 1 – Mapeamento do Processo de Gestão de Retalhos: Estado Inicial	90
	Apêndice 2 – Análise das Entradas e Saídas de retalhos de chapa	91
	Apêndice 3 – Estudo de tempos	94
	Apêndice 4 – Mapeamento do Processo de Gestão de Retalhos: Estado Futuro	95
	Apêndice 5 – Diferenças nos Processos de Gestão de Retalhos: Estado Inicial vs. Estado Futuro	96
	Apêndice 6 – Mapeamento do Processo de Gestão de Retalhos: 1º Implementação	98

Apêndice 7 – Mapeamento do Processo de Gestão de Retalhos: 2º Implementação	99
Apêndice 8 – Desenhos técnicos	100
Apêndice 9 – OPL para dar entrada e saída de retalhos (1º Implementação)	103
Apêndice 10 – OPL para dar entrada e saída de retalhos (2º Implementação)	106
Anexo 1 – Tabela de dados antropométricos da população Portuguesa adulta	110
Anexo 2 – Regulamento do programa JORDÃO +5	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fases da metodologia <i>Action Research</i>	4
Figura 2 – A casa TPS	7
Figura 3 – Os cinco princípios do <i>Lean Thinking</i>	9
Figura 4 – Benefícios e obstáculos da implementação do <i>Lean</i>	11
Figura 5 – Ciclo PDCA	13
Figura 6 – OEE e a perspetiva de performance integrada na ferramenta	18
Figura 7 – Exemplo de um BPMN	19
Figura 8 – Fachada da empresa	22
Figura 9 – Logótipo da JORDÃO	22
Figura 10 – Imagens representativas das 5 tipologias de produtos da JORDÃO.....	23
Figura 11 – Principais marcas clientes da JORDÃO	23
Figura 12 – Unidades produtivas da JORDÃO.....	24
Figura 13 – <i>Layout</i> das Unidades 1 e 2	25
Figura 14 – <i>Layout</i> da Unidade 3.....	25
Figura 15 – Esquema do fluxo do processo produtivo entre os setores da JORDÃO.....	26
Figura 16 – Percentagem de encomendas especiais nos últimos 3 anos (a) e Quantidade total e diversidade de peças produzidas semanalmente na maquinaria (b)	29
Figura 17 – <i>Layout</i> da maquinaria.....	30
Figura 18 – Processos de transformação na maquinaria.....	31
Figura 19 – Processo produtivo na maquinaria.....	32
Figura 20 – Exemplo de um <i>layout</i> de corte	33
Figura 21 – Excel de registo de retalhos (Entrada).....	34
Figura 22 – Terminal da máquina de corte com indicação do retalho a marcar	34
Figura 23 – Excel de registo de retalhos (Saída)	35
Figura 24 – Terminal da máquina de corte com indicação do retalho a utilizar	35
Figura 25 – Marcação manual de retalhos	37
Figura 26 – Quantidades e custos das Entradas e Saídas de retalhos de chapa, nos anos de 2019 e 2020.....	38
Figura 27 – Custo dos retalhos criados e não usados nos anos de 2019 e 2020.....	38

Figura 28 – Quantidade e valor monetário dos retalhos registados no Excel e existentes na estante de armazenamento	39
Figura 29 – Diagrama Causa-Efeito dos problemas do processo de gestão de retalhos	39
Figura 30 – <i>Layout</i> de uma pequena peça em chapa inteira.....	41
Figura 31 – Retalho sem marcação	42
Figura 32 – Dimensões erradas introduzidas pelo Planeamento	43
Figura 33 – Retalhos armazenados sem marcação	43
Figura 34 – Armazenamento de retalhos	44
Figura 35 – Ferramenta de cálculo do OEE.....	48
Figura 36 – OEE Centro da Paineladora	49
Figura 37 – Fator Disponibilidade da paineladora.....	49
Figura 38 – Fator Rendimento da paineladora.....	50
Figura 39 – Fator Qualidade da paineladora.....	50
Figura 40 – Exemplos de falta de organização e normalização na maquinação	51
Figura 41 – Fluxo de um pedido <i>kanban</i>	52
Figura 42 – <i>Layout</i> de corte de peças <i>kanban</i>	53
Figura 43 – Exemplos de falta de organização das caixas <i>kanban</i>	53
Figura 44 – Percentagem de OF de caixas <i>kanban</i> produzidas que cumpre o PE.....	54
Figura 45 – Proposta de etiqueta de retalho.....	56
Figura 46 – Diagrama de Entidades e Relacionamentos para a base de dados dos retalhos.....	57
Figura 47 – Esquema de base de dados relacional dos retalhos	58
Figura 48 – Tabelas do sistema de gestão de base de dados dos retalhos.....	58
Figura 49 – Página de gestão de retalhos desenvolvida na 1 ^o implementação	62
Figura 50 – Registo das características do retalho na página.....	63
Figura 51 – Confirmar o registo de um retalho na página	63
Figura 52 – Atualização do novo registo na tabela de retalhos existentes	64
Figura 53 – Apagar registo de um retalho	64
Figura 54 – Procedimento de saída de um retalho da página	64
Figura 55 – Extensão da estante "Armazém de Retalhos"	65
Figura 56 – Regras da localização dos retalhos.....	66
Figura 57 – Etiqueta de retalho implementada.....	67
Figura 58 – Imprimir etiqueta no terminal.....	68

Figura 59 – Imprimir etiqueta na página	68
Figura 60 – Indicação da localização do retalho a procurar	68
Figura 61 – Dimensões antropométricas recomendadas para o trabalho em pé	69
Figura 62 – Posto de acesso à página de gestão de retalhos	70
Figura 63 – KPI´s de retalhos de chapa (semana 16)	73
Figura 64 – Ações semanais para racionalizar a gestão dos retalhos	73
Figura 65 – Página de gestão de retalhos desenvolvida na 2º implementação	76
Figura 66 – Página de retalhos reservados desenvolvida na 2º implementação.....	77
Figura 67 – <i>Login</i> obrigatório	77
Figura 68 – Ferramenta de cálculo do OEE após correções	78
Figura 69 – Estante de caixas <i>kanban</i>	79
Figura 70 – Resultado da organização da estante	81
Figura 71 – KPI´s de retalhos de chapa semana 22	82
Figura 72 – Resultado da normalização do processo de caixas <i>kanban</i>	83
Figura 73 – BPMN do estado inicial dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa	90
Figura 74 – Excel de registo de retalhos.....	91
Figura 75 – Informação dos retalhos consumidos em 2020	91
Figura 76 – Informação completa de cada tipo de chapa	92
Figura 77 – Média dos custos atual e médio de cada tipo de chapa (material e espessura)	92
Figura 78 – Retalhos consumidos em 2020.....	93
Figura 79 – <i>Dashboard</i> da análise dos retalhos de chapa.....	93
Figura 80 – BPMN do estado futuro dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa	95
Figura 81 – Sinalização dos problemas do processo de gestão de retalhos do estado inicial	96
Figura 82 – Sinalização das melhorias do processo de gestão de retalhos do estado futuro	97
Figura 83 – BPMN dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa da 1º Implementação .	98
Figura 84 – BPMN dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa da 2º Implementação .	99
Figura 85 – Estrutura da extensão da estante	100
Figura 86 – Base em chapa das extremidades da estrutura	101
Figura 87 – Base em chapa do centro da estrutura.....	102
Figura 88 – OPL para dar entrada de um retalho na 1º Implementação (página 1 de 2)	103
Figura 89 – OPL para dar entrada de um retalho na 1º Implementação (página 2 de 2)	104
Figura 90 – OPL para dar baixa de um retalho na 1º Implementação	105

Figura 91 – OPL para dar entrada de um retalho na 2ª Implementação (página 1 de 2)	106
Figura 92 – OPL para dar entrada de um retalho na 2ª Implementação (página 2 de 2)	107
Figura 93 – OPL para dar baixa de um retalho na 2ª Implementação (página 1 de 2)	108
Figura 94 – OPL para dar baixa de um retalho na 2ª Implementação (página 2 de 2)	109
Figura 95 – Dimensões antropométricas da população Portuguesa	110
Figura 96 – Regulamento do programa JORDÃO +5 (página 1 de 3).....	111
Figura 97 – Regulamento do programa JORDÃO +5 (página 2 de 3).....	112
Figura 98 – Regulamento do programa JORDÃO +5 (página 3 de 3).....	113

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – KPI´s mais utilizados nas organizações.....	16
Tabela 2 – Tipos de ordens de produção	28
Tabela 3 – Recursos da maquinação	31
Tabela 4 – 1º série de 20 observações da operação procurar retalho	46
Tabela 5 – Cálculo do N' da 1º série de observações	46
Tabela 6 – 2º série de 20 observações da operação procurar retalho	46
Tabela 7 – Cálculo do N' da 2º série de observações	47
Tabela 8 – Tempo normalizado da operação procurar retalho	47
Tabela 9 – Resumo dos tempos e custos	47
Tabela 10 – Falhas na ferramenta de cálculo do OEE	51
Tabela 11 – Síntese dos problemas detetados e respetivas consequências e desperdícios associados	54
Tabela 12 – Diferenças no processo de gestão de retalhos - Estado inicial vs. Estado futuro	60
Tabela 13 – Custos da extensão da estante "Armazém de Retalhos"	65
Tabela 14 – Fases da implementação da página.....	67
Tabela 15 – 1º série de 20 observações da operação procurar retalho após melhorias implementadas	71
Tabela 16 – Cálculo do N' da 1º série de observações após melhorias implementadas	71
Tabela 17 – Tempo normalizado da operação procurar retalho após melhorias implementadas.....	71
Tabela 18 – Resumo dos tempos e custos após melhorias implementadas	72
Tabela 19 – Reunião <i>Kaizen</i> após a 1º implementação	75
Tabela 20 – % de redução de tempo e custos por dia	81
Tabela 21 – Tabela resumo de quantidade e custos dos estados inicial e final.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

BD – Base de Dados

BPM – *Business Process Modeling*

BPMN – *Business Process Model and Notation*

DER – Diagrama de Entidades e Relacionamentos

DSI – Departamento de Sistemas de Informação

FIFO – *First In, First Out*

JIT – *Just in Time*

LIFO – *Last In, First Out*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

SAP – *System Applications and Products in Data Processing*

WIP – *Work in Progress*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizado um breve enquadramento ao tema deste projeto de dissertação, seguido dos principais objetivos a alcançar. É também apresentada a metodologia de investigação adotada e, por fim, a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Nas últimas décadas tem sido notória a constante evolução global, refletindo-se numa elevada competitividade do mercado. Estas súbitas alterações influenciam o comportamento da indústria, conduzindo a uma procura permanente pela melhoria do desempenho organizacional (Andersson & Bellgran, 2015). A implementação bem-sucedida de abordagens de gestão holística é essencial para que as empresas possam vincar num mercado global competitivo, direcionado para o cliente (Minovski et al., 2018).

Desde a publicação da obra “*The Machine that Changed the World*” (Womack et al., 1990) que a filosofia *Lean Production* se tem afirmado por todo o mundo, comprovando os benefícios da sua aplicação na performance operacional e económica, em múltiplos casos organizacionais (Henao et al., 2019). Com origem no modelo Japonês *Toyota Production System* (TPS), criado por Taiichi Ohno (1988), esta filosofia procura o aumento da produtividade e a diminuição dos custos pela redução de desperdício (*muda* em japonês) de toda a cadeia de valor (Liker & Morgan, 2006): isto é, tudo aquilo que consome recursos e dinheiro e não é reconhecido como valor pelo cliente (Ohno, 1988). Ou seja, o principal objetivo do *Lean Production* é gerar valor do ponto de vista do cliente pela redução dos diversos desperdícios existentes na empresa (Womack et al., 1990).

O sistema de produção da *Toyota*, o TPS, centrava-se na ideia chave “*doing more with less*”: menos recursos, menos espaço, menos esforço humano, menos tempo de produção (Womack et al., 1990). Aliado a este modelo de gestão emerge a filosofia *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996), ou pensamento *Lean*. Com principal foco na melhoria contínua e na eliminação de desperdícios esta filosofia pode ser traduzida em cinco princípios: 1) Valor; 2) Cadeia de valor; 3) Fluxo contínuo; 4) Produção puxada; 5) Perseguir a perfeição. Definidos por Womack e Jones (1996), estes princípios ilustram a forma como o pensamento *Lean* pode ser implementado em qualquer organização. Todos os princípios são importantes, mas é de realçar o papel da melhoria contínua (quinto princípio) num ambiente de produção *Lean*. Este refere-se ao muito conhecido conceito Japonês *Kaizen*, que quando bem

implementado contribui para a melhor performance e sustentabilidade dos benefícios do *Lean Production* (Stimec & Grima, 2019).

A implementação da filosofia *Lean Production* requer a utilização eficaz de um conjunto de técnicas e ferramentas (Gupta & Jain, 2013). Estas podem ser utilizadas, por um lado, na análise e diagnóstico do sistema produtivo como, por exemplo, o diagrama de *Ishikawa*. Por outro lado, existe um conjunto de ferramentas aplicadas no planeamento e implementação das propostas de melhoria, tais como os 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), a Gestão Visual, o *Standard Work*, entre outros.

A redução de desperdícios conseguida pela correta aplicação do *Lean Production* contribui para a melhoria da performance, aumento da qualidade e redução de custos organizacionais. Por sua vez, estes últimos geram melhorias mais representativas, como uma melhor relação com os clientes e uma posição competitiva no mercado (Gupta & Jain, 2013).

Dados os benefícios da aplicação da filosofia *Lean* e da implementação das suas ferramentas, por forma a melhorar o desempenho do sistema produtivo de uma secção, pela redução de desperdícios e a promoção de uma cultura interna de melhoria contínua, surge a necessidade da realização deste projeto na José Júlio Jordão, Lda. Deste modo é assegurada a sua posição no mercado de equipamentos de refrigeração, pela oferta de soluções de excelência para a conservação e exposição alimentar.

1.2 Objetivos

Este projeto tem como principal objetivo a melhoria do desempenho de uma secção de corte e quinagem pela aplicação de ferramentas *Lean Production*, numa empresa de sistemas de refrigeração. Por sua vez, a concretização deste objetivo exige a definição de alguns objetivos específicos, sendo estes:

- Analisar o estado atual do sistema produtivo da secção em estudo;
- Identificar desperdícios (como movimentações, *stocks*, transportes, esperas, defeitos, sobreprocessamento, sobreprodução);
- Melhorar o fluxo de materiais e de informação;
- Melhorar a ferramenta informática de cálculo e monitorização do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*);
- Cultivar o espírito crítico, comunicação e trabalho em equipa entre os colaboradores;
- Fortalecer a cultura de melhoria contínua.

Com o cumprimento destes objetivos específicos e, por sua vez, do objetivo principal, pretende-se melhorar as seguintes medidas de desempenho:

- Reduzir desperdícios;
- Reduzir a variabilidade dos processos;
- Reduzir o *Work in Progress* (WIP);
- Reduzir custos.

1.3 Metodologia de investigação

A escolha da metodologia de investigação a aplicar na escrita de uma dissertação deve estar bem identificada, condicionando os métodos de recolha e análise de dados (Case & Light, 2011). Na realização deste projeto de investigação irá ser utilizada a metodologia *Action Research* (O'Brien, 1998), sendo esta a mais adequada à investigação em causa. Isto porque trata-se de um projeto que assume uma razão clara que se traduz num objetivo principal e um contexto industrial específico, procurando, pela interação entre o investigador e todas as partes interessadas no projeto, solucionar os problemas organizacionais (Saunders et al., 2016).

Segundo O'Brien (1998), este tipo de estratégia é caracterizada pelo princípio "*learning by doing*" (aprender fazendo), onde reina a união das componentes teórica e prática na criação de conhecimento (Coughlan & Coughlan, 2002). Esta metodologia pressupõe quer uma etapa de pesquisa, no sentido de aumentar a compreensão da problemática em estudo, quer uma etapa de ação, com o intuito de obter a mudança pela implementação das propostas de melhoria. Definida como um processo iterativo, a estratégia selecionada divide-se em cinco fases fundamentais, representadas na Figura 1: 1) Diagnóstico; 2) Planeamento das ações; 3) Implementação das ações; 4) Avaliação e discussão dos resultados e 5) Especificação da aprendizagem (O'Brien, 1998).



Figura 1 – Fases da metodologia *Action Research*
(adaptado de O'Brien (1998))

De acordo com as fases enunciadas, o projeto terá início com o diagnóstico e análise crítica ao estado atual do sistema produtivo, com o intuito de identificar problemas. Na segunda fase serão definidos planos de melhoria que possibilitem a resolução dos problemas reconhecidos na etapa anterior, por forma a proceder então à implementação dessas propostas de ação (terceira fase). Ambas as fases de identificação e implementação das ações, que visam a melhoria do sistema produtivo, passarão pela aplicação de diversas ferramentas *Lean*. Na quarta fase proceder-se-á a uma avaliação e discussão dos resultados obtidos, por análise comparativa dos estados inicial e final. Por último, na quinta fase, toma lugar a especificação da aprendizagem, permitindo dar continuidade ao projeto no futuro.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação divide-se em 7 capítulos. Inicia-se com um capítulo introdutório, no qual é feito o enquadramento da dissertação, se definem os objetivos e a metodologia de investigação aplicada e apresenta-se a estrutura da dissertação.

De seguida, no capítulo 2, é feita uma revisão bibliográfica que contempla os fundamentos teóricos para a realização deste projeto, assim como uma análise crítica onde se abordam, de forma breve, temas atuais da engenharia industrial.

Segue-se o capítulo 3, onde tem lugar a apresentação da empresa onde o projeto foi desenvolvido. Apresenta-se o seu posicionamento no mercado, os seus produtos e clientes, os fluxos produtivo e de informação.

No quarto capítulo é realizada a análise crítica da situação inicial da área de estudo, assim como os problemas identificados. Por sua vez, no capítulo 5 são enunciadas as propostas de melhoria que visam a eliminação dos problemas identificados no capítulo 4. Ao longo do capítulo 6 procede-se à análise dos resultados obtidos e/ou esperados com a implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo precedente.

Por último, no sétimo capítulo faz-se a apresentação de uma conclusão da dissertação, assim como de oportunidades de trabalho futuro a desenvolver proporcionadas pela presente dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, cujos fundamentos teóricos serviram de base nesta dissertação. Este é introduzido com a filosofia de produção *Lean* e a sua ligação com a casa TPS, os princípios por detrás desta filosofia, desperdícios do sistema produtivo e benefícios e obstáculos sentidos na implementação desta cultura. Posteriormente, são analisadas algumas ferramentas que conferem praticidade ao pensamento *Lean: Kaizen*, Técnica 5S, Gestão Visual e *Standard Work*. Também são abordados alguns indicadores de desempenho, de entre os quais se destaca o OEE. Seguem-se breves explicações acerca do *Business Process Model and Notation* (BPMN) e do Diagrama de Entidades e Relacionamentos, DER. Por fim, a análise crítica irá sintetizar o conteúdo da revisão de artigos científicos cujo tema é o *Lean Production*.

2.1 *Lean Production*

No Japão, após a segunda guerra mundial, a escassez de recursos, as rotinas disciplinadas e a busca incessante pela perfeição culminaram num modelo que Eiji Toyoda, juntamente com Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, desenvolveu na sua própria empresa, o *Toyota Production System* (TPS) (Ohno, 1988). Mais tarde, aquando da publicação da obra “*The Machine that Changed the World*” (Womack et al., 1990), este conceito viria a ser popularizado na indústria por todo o mundo como *Lean Production* (produção “magra”, isto é, produzir mais com menos recursos, rentabilizando todo o processo) (Gao & Low, 2014).

Apesar de ter surgido num contexto da indústria automóvel, esta filosofia focada no cliente rapidamente ganhou notoriedade em vários setores empresariais pelos ótimos resultados não só a nível dos custos envolvidos, mas também na qualidade do produto e de todo o serviço prestado.

2.1.1 A casa TPS

Para melhor compreensão da cultura TPS, Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, representou os seus conceitos num formato duma casa (Figura 2).

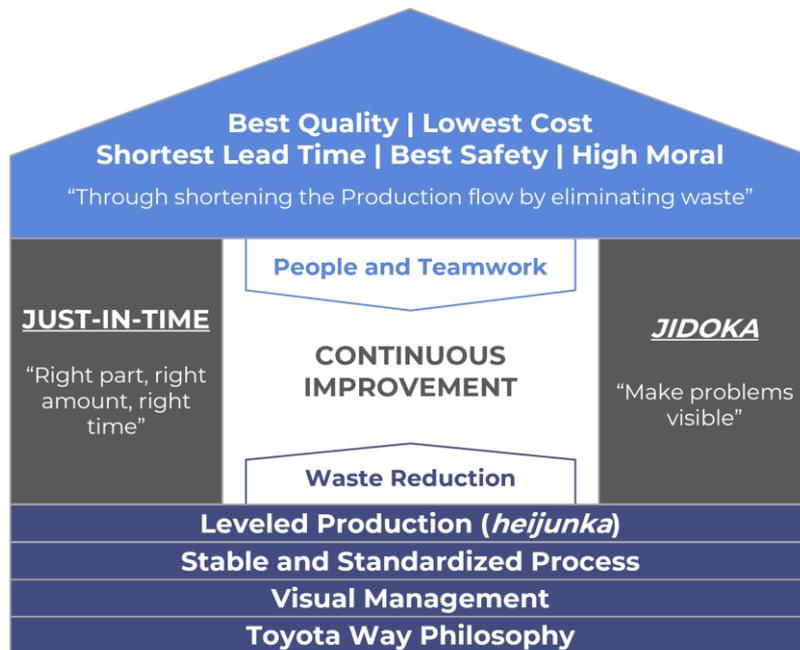


Figura 2 – A casa TPS
(adaptado de Liker (2004))

A escolha deste modelo de representação assenta na premissa de que todas as partes da casa trabalham em conjunto para criar o todo, sendo que a sua resiliência está dependente da parte mais fraca que a compõe (Liker & Morgan, 2006). Assim, o telhado e toda a integridade desta infraestrutura apenas é garantida quando todos os seus componentes são igualmente sólidos. Na base desta casa assentam os seguintes princípios (Liker, 2004):

- **Produção nivelada (*heijunka*):** a variação no fluxo produtivo exigida pela procura requer um maior consumo de recursos que frequentemente não são totalmente aproveitados, aumentando os desperdícios, pelo que deverá ser feito um planeamento prévio de maneira a uniformizar a taxa de produção e a utilização dos recursos ao longo do tempo;
- **Processos estáveis e normalizados:** uma forma de estabilizar o processo é sequenciá-lo e representá-lo de forma simplificada no posto de trabalho de maneira a reduzir a variabilidade associada ao método de cada operário: normalização do posto;
- **Gestão Visual:** A gestão visual é uma ferramenta importante para que a informação seja rapidamente assimilada por qualquer colaborador;
- **Toyota Way Philosophy.** A estabilidade dos benefícios é garantida quando existe um pensamento de longo prazo, cuja filosofia se baseia nas rotinas disciplinadas e na procura de melhoria contínua.

Um dos pilares desta casa é o fundamento “*Just in Time*” (JIT), que significa produzir exatamente aquilo que o cliente quer, na medida e hora certas, fazendo alusão à cultura de produção “*pull*” (produção “puxada”), ou seja, a montagem de um dado produto apenas é iniciada aquando da realização da encomenda feita pelo cliente, minimizando o *stock* e os custos associados ao armazenamento deste. Para cumprir o JIT, o fluxo produtivo deverá ter um ritmo contínuo tal que todos os componentes não defeituosos prosseguem para a operação seguinte, e é aqui que este princípio é complementado pelo outro pilar: “*Jidoka*”, do japonês “autonomiação”, é a automação com um toque humano, um conceito que alude ao poder que os operários têm de impedir a produção de defeitos pela paragem da linha de produção, com recurso ao cordel “*Andon*”, sempre que os mecanismos de prevenção da máquina detetarem algum defeito. Assim que é detetado, investigam-se as causas até à raiz do problema e implementam-se medidas para evitar que este volte a ocorrer (Monden, 1998).

No cerne da casa TPS estão as pessoas, em que o respeito, a aposta na formação, polivalência, trabalho em equipa e o uso de ferramentas adequadas é crucial para se atingir o objetivo comum de continuamente melhorar e reduzir os desperdícios, visando o alcance da perfeição (Monden, 1998).

Quando finalmente se cumprem os princípios por detrás destas estruturas mencionadas, a casa conseguirá sustentar inúmeros benefícios e criar valor tanto para o cliente, como também a nível organizacional na própria empresa: trabalhadores motivados e seguros que possibilitam a oferta de produtos com melhor qualidade, ao menor custo e no menor tempo de entrega (Ohno, 1988).

2.1.2 Princípios *Lean Thinking*

Baseado no modelo TPS, o pensamento *Lean* promove a criação sistemática de mais valor com menos recursos, com foco principal no cliente. Womack e Jones (1996) esquematizaram os princípios que o definem, representados na Figura 3.

- 1. Valor:** todas as características que o cliente está disposto a pagar;
- 2. Cadeia de valor:** todas as atividades que constituem o sistema produtivo devem ser classificadas em três tipos: atividades que acrescentam valor ao produto, as que não acrescentam valor, mas são necessárias, e as que não acrescentam valor e não são necessárias, sendo fundamental a eliminação destas últimas. Este mapeamento torna visíveis os desperdícios existentes no processo, pelos quais o cliente não está disposto a pagar;
- 3. Fluxo contínuo:** deve-se obter um fluxo de produção que gere valor sem interrupções, *stock* ou esperas entre as etapas de produção;

- 4. Produção *pull*.** a produção de qualquer artigo começa com a encomenda do consumidor, devendo-se produzir apenas conforme o pedido, na medida e hora certa, reduzindo os níveis de *stock*;
- 5. Busca pela perfeição:** após se garantir cada um dos princípios até agora mencionados, o pensamento *Lean* culmina com a constante procura pela perfeição. Existem inúmeros desperdícios no caminho que a persegue, pelo que há sempre oportunidade de melhoria e de criação de riqueza.



Figura 3 – Os cinco princípios do *Lean Thinking*
(Fonte: Autora)

Feld (2001) tem uma visão holística destes princípios, na medida em que todos são interdependentes no desenvolvimento de uma empresa *Lean*. Cada elemento é crítico e necessário, mas apenas a plena conjugação eficaz de todos e a adoção permanente de uma atitude crítica perante os factos, mesmo que satisfatórios, conseguirá implementar esta filosofia e garantir os melhores benefícios a longo prazo.

2.1.3 Tipos de desperdícios

Do japonês, “*muda*” significa desperdício, e traduz-se em tudo que não seja o mínimo uso de equipamentos, esforço, materiais, componentes, tempo e espaço que são essenciais para adicionar valor ao produto especificado pelo cliente (Gao & Low, 2014). No entanto, existem outras atividades que apesar de não serem puros desperdícios, acabam por originá-los: “*mura*”, a variabilidade presente em qualquer etapa do sistema produtivo (falta de nivelamento na produção, por exemplo), e “*muri*”, que expressa a dificuldade resultante de um excesso de alocação de carga e que poderá comprometer a segurança dos trabalhadores e das máquinas.

Por forma a facilitar a identificação dos desperdícios na organização e prosseguir-se à sua eliminação, Ohno (1988) definiu os sete principais tipos de *muda* que podem ser encontrados no sistema produtivo:

- 1. Esperas:** Tempo de inatividade que acontece quando as máquinas ou operadores esperam por materiais, informação, ou quando estes esperam pelas máquinas enquanto elas estão em funcionamento, devido à falta de sincronização nos processos;
- 2. Transportes:** Transporte de materiais e produtos acabados entre as várias operações. Apesar de na maior parte das vezes ser indispensável, aumenta o *lead-time* do produto;
- 3. Sobreprodução:** Produzir mais do que o necessário para satisfazer a procura, fazendo com que haja acumulação de *stock*;
- 4. Inventário:** *Stock* excessivo resultante da sobreprodução que aumenta os custos relacionados com o seu armazenamento e o risco de se tornar obsoleto, indo contra os princípios JIT;
- 5. Sobreprocessamento:** Atividade que implica um maior consumo de recursos para além do mínimo necessário à fabricação do produto final, seja mão-de-obra, tempo ou informação, que acaba por aumentar os respetivos custos;
- 6. Movimentações:** Transporte desnecessário de pessoas no sistema produtivo, aumentando o tempo de percurso do produto e o respetivo *lead-time*. É, geralmente, resultado de um *layout* ineficiente;
- 7. Defeitos:** Qualquer métrica da qualidade que causa retrabalho, sucata, ou queixas por parte do cliente.

Mais tarde, Womack e Jones (1996) e Liker (2004) declaram a existência de um oitavo desperdício: o não aproveitamento do potencial humano. Este desperdício refere-se à não utilização da criatividade, propostas de melhoria e capacidades daqueles que lidam todos os dias com o processo produtivo.

2.1.4 Benefícios e obstáculos na implementação do *Lean Production*

A implementação da filosofia *Lean* nas organizações traz vários benefícios, mas existem obstáculos que dificultam esta implementação.

Lean implica uma mudança de paradigma que promove uma cultura focada na redução dos desperdícios. Em alguns casos, esta mudança é bem-vinda, mas noutros nem tanto, existindo um sentimento de perda de tempo e uma resistência à mudança por parte das organizações (Alves et al., 2014). A Figura 4 sintetiza os benefícios e obstáculos sentidos na implementação *Lean* (Melton, 2005).



Figura 4 – Benefícios e obstáculos da implementação do *Lean*
(adaptado de Melton (2005))

A abundância dos benefícios *Lean Thinking* a todos os níveis empresariais podem abranger qualquer organização, no entanto, existe o desafio de conhecer profundamente o sistema produtivo, aquilo que o cliente valoriza e implementar ações estratégicas. Melton (2005) refere que estes benefícios surgirão apenas quando toda a organização trabalha como um todo no superar dos obstáculos desta jornada.

2.2 Ferramentas *Lean*

Nesta secção serão abordadas algumas ferramentas que conferem praticidade ao pensamento *Lean*, bem como a sua interdependência: Melhoria Contínua, Técnica 5S, Gestão Visual e *Standard Work*.

2.2.1 *Kaizen*

Kaizen é um termo japonês usado para descrever "melhoria contínua", e impõe o envolvimento de todos a longo prazo, seja dos gestores até aos funcionários do *gemba* (chão de fábrica). "Kai" vem de "mudança" e "zen" significa "melhor", pelo que "*kaizen*" significa "mudar continuamente para melhor, envolvendo cada pessoa da organização" (Gao & Low, 2014).

Um dos problemas chave de uma organização comum relaciona-se com a existência de desperdícios que atrasam o seu crescimento; o mercado, cada vez mais competitivo, obriga a que sejam constantemente implementadas medidas para mitigar estes desperdícios (Mann, 2005). Desta forma, o verdadeiro concorrente da empresa *Lean* não é o próprio mercado, mas sim a perfeição (Womack & Jones, 1996). Tal como Shingo (1985) afirmou, o caminho da melhoria contínua assenta em pequenas melhorias diárias e implica encontrar problemas onde se pensa não existirem.

O *kaizen* pressupõe, assim, métodos sistemáticos na identificação dos problemas e das respetivas causas, permitindo a elaboração de planos de ação que racionalizam o sistema produtivo. É uma filosofia focada no processo, porque este deve ser melhorado para que os resultados melhorem. A não obtenção dos resultados planeados indica falhas no processo, que a gestão deve identificar e orientar pessoas para os corrigirem (Imai, 2012).

Neste contexto surge o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), ilustrado na Figura 5, também conhecido por ciclo de Deming, que é uma ferramenta simples e útil usada por equipas na constante identificação e eliminação de desperdícios muitas vezes escondidos, conduzindo à melhoria dos padrões destes processos (Imai, 2012).

Samanta (2019) descreveu os passos desta metodologia:

1. **Plan.** Definir o problema, as causas e a forma como se vai agir para o solucionar;
2. **Do.** Implementar a estratégia, em pequena escala, e monitorizar os seus efeitos;
3. **Check.** Analisar a viabilidade da solução e dos efeitos obtidos a partir desta, comparando os resultados relativamente à situação inicial;

- 4. Act.** Agir em função dos resultados obtidos na etapa anterior, padronizando as várias possibilidades de ação, para se alcançar uma solução estável.

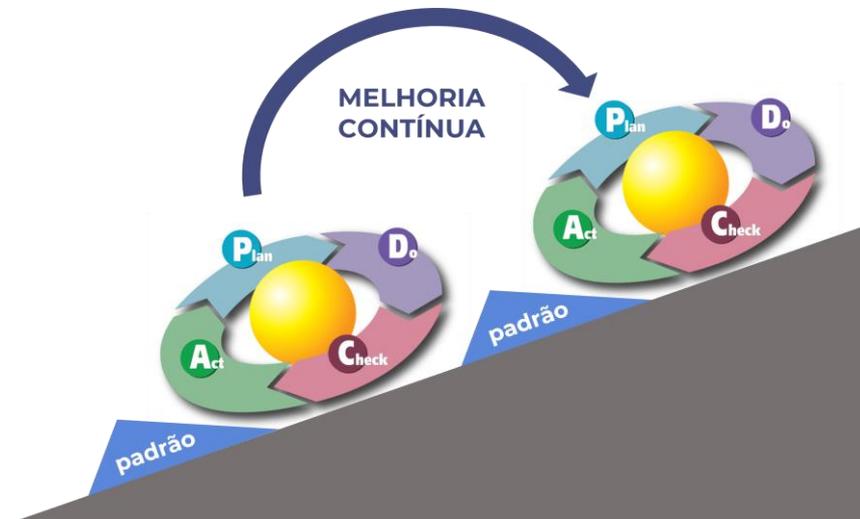


Figura 5 – Ciclo PDCA
(adaptado de Deming, 1986)

Partindo do pressuposto que a perfeição é uma utopia e que caminhando na sua direção existe sempre oportunidade de melhoria, os colaboradores que implementem esta ferramenta devem julgar os resultados obtidos na primeira iteração do ciclo, agir conforme e criticar novamente os efeitos obtidos, num ciclo contínuo e infinito de agregação de valor (Samanta, 2019).

2.2.2 Técnica 5S

Os programas 5S nasceram com a disciplina dos japoneses, cuja sigla inclui cinco palavras nipônicas começadas por “S”, e que, segundo Wilson (2010), incluem uma série de atividades que instalam a arrumação nos postos de trabalho, facilitando a gestão visual e a prontidão no uso de ferramentas e máquinas para mitigar os desperdícios referidos na secção 2.1.3. Na perspectiva de Ohno (1988) e Monden (1998) para eliminar os desperdícios primeiro devemos evidenciá-los, pelo que a limpeza e organização do ambiente de trabalho é um fator-chave para transparecer os problemas a toda a organização. Segundo Liker (2004), as regras desta metodologia são:

- 1. Seiri.** Separar os itens e manter apenas os necessários;
- 2. Seiton.** Organizar os materiais no local correto de maneira a tornar imediata a busca dos mesmos, minimizando o tempo de procura que não agrega valor ao produto;

3. **Seiso:** Limpar e inspecionar o ambiente de trabalho, de maneira a potenciar a visualização dos problemas, e prezar a segurança dos operários.
4. **Seiketsu:** Normalizar o posto de trabalho através do estabelecimento de regras e procedimentos corretos, devidamente visíveis nesse local, para reduzir a variabilidade inerente ao método de cada trabalhador.
5. **Shitsuke:** Sustentar uma postura de autodisciplina e rigor no cumprimento das etapas anteriores, a longo prazo, que acabará por levar à melhoria contínua de toda a organização.

Os 5S são a ferramenta básica na iniciação de qualquer empresa que pretenda ser *Lean*, pois permite sistematicamente evidenciar os problemas de maneira mais eficaz, e é essencial para eliminar defeitos e reduzir custos na construção do *kaizen* (George et al., 2005), e ainda perceber o estado das operações do sistema produtivo (Womack & Jones, 1996). Para além disso, cultiva boas relações e a motivação no local de trabalho, mas apenas a noção da existência desta ferramenta não chega; os trabalhadores devem praticar o método até se tornar um ato espontâneo e duradouro, ao invés de uma obrigação (Monden, 1998).

2.2.3 Gestão Visual

A Gestão Visual, intitulada de transparência por Womack e Jones (1996), é uma prática *Lean* baseada na passagem da informação de forma simples, rápida e eficaz, possibilitando a padronização das tarefas e a sua rápida execução. Deste modo, a Gestão Visual permite obter um processo organizacional transparente, através da utilização de meios de comunicação intuitivos, aumentando a eficácia e a eficiência das operações.

A visão contribui 75% no processo de aprendizagem e análise, pelo que se pode constatar que o sistema visual é o sistema com maior capacidade de processamento de informação, de entre todas as funções do cérebro humano. Consequentemente, as organizações utilizam ferramentas visuais para comunicar com os colaboradores. São exemplos de sistemas de gestão visual: demarcações de espaços, etiquetas, quadros informativos, *andons* e instruções de trabalho (Oliveira et al., 2017).

2.2.4 Standard Work

O *Standard Work* ou “trabalho normalizado” é uma descrição precisa de uma dada operação e refere-se à maneira mais eficiente de a executar. Este método confere instruções de trabalho a todos os colaboradores, desde os mais simples operários (reduzindo a variabilidade inerente ao método de cada

trabalhador), aos gestores da produção que necessitam de monitorizar se a produção atual cumpre o padrão. O elemento visual do *Standard Work* é fundamental, pois um método *standard* representado em figuras e esquemas é mais facilmente compreendido do que com instruções escritas. No trabalho normalizado os movimentos dos trabalhadores são facilmente observáveis, quanto tempo demora a executar a tarefa, bem como a informação acerca do fluxo de materiais (Coimbra, 2009). Quando um trabalhador não consegue cumprir a tarefa dentro do tempo de ciclo padrão, este deve parar a linha e resolver o problema no momento, eliminando e prevenindo defeitos desde a raiz (Monden, 1998).

O *Standard Work*, segundo Ohno (1988) é formado por três elementos:

- **Takt time:** Taxa à qual o cliente compra um produto. É muitas vezes chamado de "frequência cardíaca da produção", uma vez que, para cumprir o JIT, este é o ritmo ideal que o sistema produtivo deve operar, de maneira a manter um *stock* médio nulo (Pereira, 2010);
- **Sequência do trabalho:** Ordem pela qual o operador realiza operações manuais, incluindo transportes e esperas. É um elemento de extrema importância para determinar a maneira mais eficiente e ergonómica de os operários realizarem a tarefa, e assegurar que o processo se mantém consistente e estável, cumprindo o *Takt Time*. Deve-se visar sempre novas formas de eliminar ou reduzir o tempo das atividades que, apesar de necessárias, não acrescentam valor ao produto (Pereira, 2010);
- **Inventário standard:** Refere-se à quantidade mínima de produtos em vias de fabrico necessários para que se assegure o fluxo contínuo da produção (Monden, 1998).

Monden (1998) refere que o trabalho normalizado visa essencialmente três objetivos:

- Alcançar altos valores de **produtividade** através de trabalho que acrescente valor, de forma eficaz.
- Nivelar a produção através da **sincronização dos processos**, sendo o tempo de ciclo de cada posto um elemento-chave.
- Reduzir os níveis de **inventário**, trabalhando apenas com a quantidade definida na folha de trabalho normalizada.

Como Ohno (1988) afirma, "*Where there is no standard, there can be no kaizen.*", pelo que a definição de um padrão é importante para que se implemente e avalie continuamente o progresso da organização (Pereira, 2010).

2.3 Indicadores de desempenho (KPI's)

Na perspectiva de Bhatti e Awan (2014) os indicadores de desempenho, em inglês *Key Performance Indicators* (KPI), são métricas de performance essenciais no sucesso de qualquer organização, pois são indispensáveis para se avaliar as consequências e o impacto das medidas implementadas.

A quantificação da performance permite implementar ações diárias para atingir objetivos estratégicos (Borris, 2006). O desempenho de uma organização resulta do compromisso entre a sua eficácia e eficiência: a eficácia está associada ao grau de satisfação dos requisitos do cliente e à criação de valor, enquanto que a eficiência reflete a forma de como a corporação usa os recursos (Agustiady & Cudney, 2016).

Os KPI's devem ser monitorizados diariamente, pois reportam a situação atual; são medidas atuais que orientam nas ações mais acertadas. Hope e Fraser (2003) sugerem que uma organização não tenha mais do que 10 KPI, mas que todos estes devem ter a constante atenção dos supervisores.

No contexto da produção *Lean*, os KPI's mais utilizados a nível operacional estão contidos na Tabela 1 (Pinto, 2008).

Tabela 1 – KPI 's mais utilizados nas organizações

KPI	Descrição
Tempo de ciclo	O tempo de ciclo do sistema é condicionado pelo posto de trabalho mais lento (<i>bottleneck</i>), com maior tempo de ciclo.
Tempo de processamento	Tempo que a máquina ou posto de trabalho necessita para realizar uma ou várias operações num artigo.
<i>Work in Process</i> (WIP)	Artigos que estão em espera ou a ser processados num sistema produtivo.
OEE	O OEE permite obter um panorama geral da eficácia do equipamento, sendo analisado de forma a perceber os desperdícios que afetam os diferentes componentes desta ferramenta (Disponibilidade, Qualidade, Velocidade), possibilitando a escolha de medidas estratégicas.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (Nakajima, 1988) diz respeito à eficácia geral do equipamento e é a principal métrica de produtividade, cuja respetiva monitorização é a base do processo de melhoria contínua dos equipamentos (Borris, 2006).

Segundo Agustiady e Cudney (2016) o OEE é como um barómetro do quão eficientemente o capital investido está a ser utilizado e providencia dados sobre as seis grandes perdas relacionadas com o equipamento, mencionadas de seguida. A categorização das perdas orienta as equipas *Lean* na implementação de atividades de melhoria e a monitorizar a performance do sistema produtivo.

Agustiady e Cudney (2016) defendem que um OEE que represente um bom fluxo de valor é um dos elementos-chave da implementação *Lean*, e é o produto de três parâmetros operacionais - Disponibilidade, Velocidade e Qualidade -, como se pode comprovar na seguinte equação (1):

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Velocidade} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

Cada um destes componentes, disponibilidade, velocidade e qualidade, é obtido através das equações (2), (3) e (4), respetivamente.

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidade (\%)} &= \\ &= \frac{\text{Tempo produtivo disponível} - \text{Tempo de paragens não planeadas}}{\text{Tempo produtivo disponível}} \times 100 \end{aligned} \quad (2)$$

Sendo:

- Tempo produtivo disponível = Tempo de turno – Tempo de paragem planeadas
- Paragens não planeadas: avarias, falta de material, *setup*;
- Paragens planeadas: manutenções planeadas, pausas, períodos sem nada para produzir.

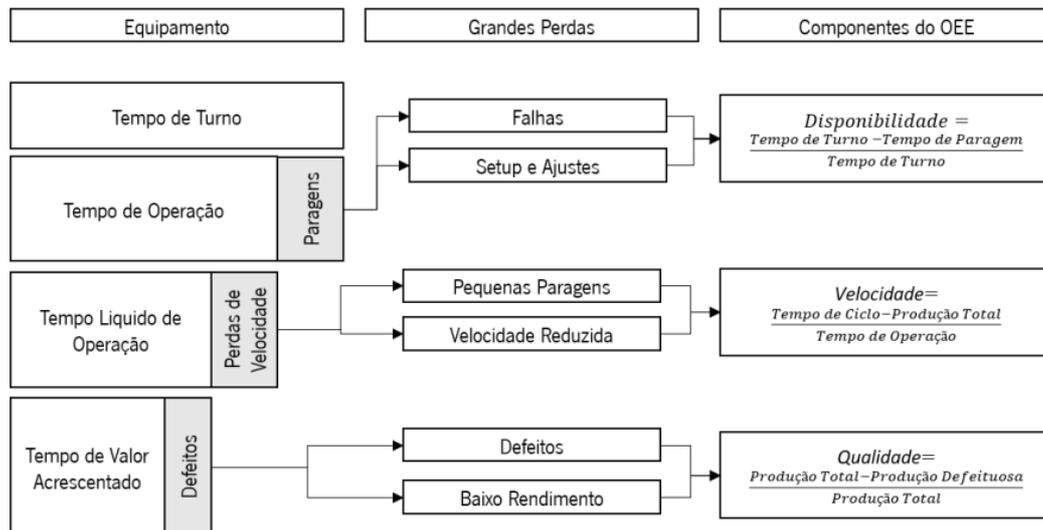
$$\text{Velocidade (\%)} = \frac{\text{Tempo de ciclo ideal} \times \text{Quantidade produzida}}{\text{Tempo produtivo disponível}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Quantidade de peças sem defeito}}{\text{Quantidade total produzida}} \times 100 \quad (4)$$

No sentido de melhorar o sistema produtivo, um primeiro passo é focado no OEE e na redução das perdas dos três parâmetros que o constituem. Nakajima (1988) definiu seis grandes perdas relacionadas com o equipamento, e a implicação destas com os vários componentes desta ferramenta, como se pode verificar na Figura 6. As paragens não planeadas, que incluem as falhas e os tempos de *setup*, afetam a Disponibilidade; as perdas de velocidade ocorrem quando há pequenas paragens ou o equipamento

tem velocidade reduzida, influenciando a Velocidade, enquanto que os defeitos e o baixo rendimento afetam a Qualidade (Muchiri & Pintelon, 2008).

Figura 6 – OEE e a perspectiva de performance integrada na ferramenta
(Fonte: Muchiri & Pintelon (2008))



O OEE de classe mundial é de 85%, sendo que para atingir este objetivo as organizações devem trabalhar para uma Disponibilidade de 90%, uma Qualidade de 99% e uma Velocidade de 95% (Nakajima, 1988).

2.4 BPM e BPMN

A arquitetura de uma organização tem uma estrutura complexa que inclui vários processos que se relacionam entre si, sendo a tecnologia um complemento comum e necessário hoje em dia (Kale, 2018). Processos que constituem o sistema produtivo são o próprio sistema arterial da empresa, sem os quais esta não conseguiria sobreviver; assim, o desempenho dos processos dita o desempenho de toda a corporação, devendo ser um assunto de especial foco (Dumas et al., 2018). O *Business Process Management* (BPM) é um conjunto de ferramentas e métodos sistemáticos que analisam, de forma modelada e estruturada, o controlo e a melhoria destes processos, com o objetivo de aumentar a qualidade nos produtos e serviços prestados. Este conjunto envolve áreas como a Engenharia Industrial, Gestão das Operações, Qualidade e Recursos Humanos, Automação e Sistemas de Informação, fazendo a ligação direta entre a estratégia organizacional e as operações e garantindo o alinhamento entre as intenções da empresa e as implementações a nível prático.

O *Business Process Modeling Notation* (BPMN) é uma ferramenta do BPM que especifica um único processo e representa o fluxo das atividades que o constituem na forma de um diagrama (Owen & Raj, 2013). A sua modelação inclui os eventos e resultados concretizados desde o início do processo, como se pode ver no exemplo da Figura 7.

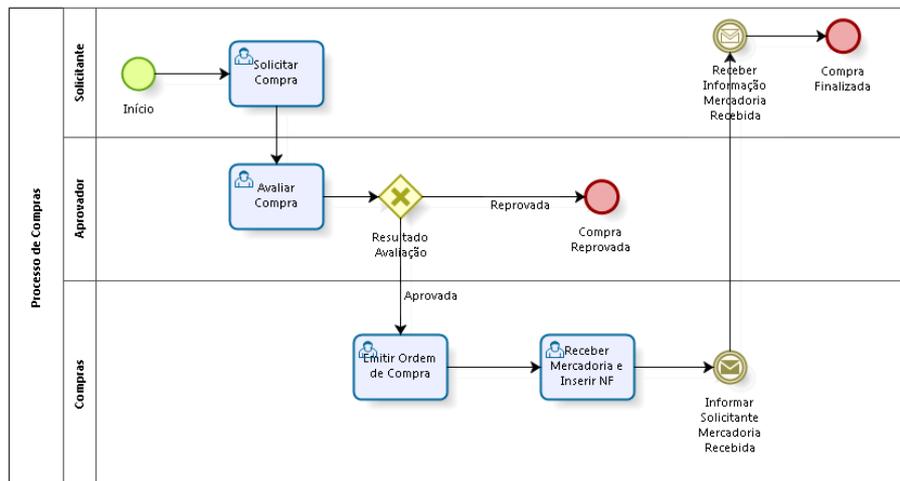


Figura 7 – Exemplo de um BPMN

2.5 Diagrama de Entidades e Relacionamentos (DER)

Na gestão de materiais, recursos humanos, produtos acabados, clientes e de toda a informação que constituem o sistema de produção é imperativa a existência de uma base de dados para o armazenamento destas entidades, cuja informação poderá ser facilmente acedida por qualquer colaborador.

As primeiras modelações conceituais de bases de dados surgiram na década de 70, sendo uma destas o Diagrama de Entidades e Relacionamentos (DER), formulado por Peter Chen (1977), que se baseia essencialmente em três conceitos: entidades, atributos e relacionamentos. Uma entidade é um elemento do mundo real (podendo ou não ter existência física), e que terá características, designadas por atributos. Estes atributos poderão ser únicos a cada entidade, sendo designados por chave primária. A interdependência entre estas entidades é feita através das relações de:

- **Cardinalidade:** número de vezes que uma instância de uma tabela se pode relacionar com instâncias de outras tabelas;
- **Ordinalidade:** número mínimo de vezes que uma instância de uma tabela se pode relacionar com uma instância de outra tabela.

Esta modelação concetual pode estar representada sob a forma de várias tabelas, cada uma correspondente a uma entidade, constituída por várias instâncias diferentes para a mesma entidade, ou seja registos (linhas), e atributos (colunas).

2.6 Análise Crítica

A filosofia *Lean* tem sido rapidamente acolhida por outros setores para além do automóvel, como é o caso do setor metalomecânico. Em empresas deste setor, segundo Monteiro et al. (2019), Rodrigues et al. (2020) e Dias et al. (2019), a desorganização do local de trabalho surge como um problema comum, pelo que se deve priorizar o uso da metodologia 5S aliados à gestão visual, bem como a normalização do trabalho de forma sustentável. Os ciclos PDCA também são recorrentes e essenciais na construção da melhoria contínua. Nestes casos, verificou-se que os passeios diários pelo *gemba* por parte da gestão têm um papel relevante não só no levantamento de propostas de melhoria com os operários, como também na dissolução dos silos funcionais e no aumento da autoestima e motivação dos recursos humanos, necessárias à sustentabilidade desta nova filosofia. Como Rodrigues et al. (2020) afirmam, os bons resultados da aplicação dos 5S são inversamente proporcionais à sua simplicidade. Pombal et al. (2019), Dias et al. (2019) e Ribeiro et al. (2019) também confirmam que esta ferramenta constitui um elemento-chave na visualização do fluxo de valor e dos desperdícios, melhoria da qualidade, trabalho em equipa, coordenação e segurança.

Ribeiro et al. (2019) argumentam que os baixos valores no OEE justificam o a utilização de ferramentas *Lean* como os 5S, gestão visual, *standard work*, aliados à aposta na formação dos operários, usufruindo-se de consideráveis melhorias a nível de tempos de transporte, organização, estabilidade dos processos e disponibilidade do equipamento.

Para Pombal et al. (2019) a simplicidade e eficácia demonstradas pela técnica 5S e Gestão Visual na redução de desperdícios como tempos de espera, transporte e movimento nas secções de manutenção, é um bom incentivo à sua implementação noutros setores.

Rodrigues et al. (2020) colocam grande ênfase na realização de formações mais direcionadas, que juntamente com a definição de KPI e respetiva monitorização diária aumentam a autonomia, motivação e sentido de inclusão nos colaboradores, atingindo-se resultados surpreendentes mesmo no curto-prazo.

Em todos os artigos analisados, existe a ênfase no Homem enquanto elemento do sistema produtivo, sendo crucial o seu bem-estar para o bom desempenho deste sistema. A simplicidade e eficácia da

aplicação das ferramentas *Lean* motiva o Homem na jornada do *kaizen*, e o contínuo envolvimento do seu coletivo traz benefícios a longo prazo para toda a organização.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde o presente projeto de dissertação de mestrado foi desenvolvido – José Júlio Jordão, Lda. Primeiramente é feita a identificação da empresa, seguindo-se para a especificação dos principais produtos e clientes. Por fim, realiza-se uma breve descrição do processo produtivo, com a identificação das unidades produtivas, do fluxo produtivo e a caracterização do fluxo de informação.

3.1 Identificação da empresa

A José Júlio Jordão, Lda é uma empresa metalúrgica portuguesa dedicada à conceção e produção de equipamentos de refrigeração personalizados para os segmentos alimentar e horeca. Fundada no ano de 1982, em Guimarães, pelo Sr. José Júlio Jordão, esta empresa conta agora com cerca de 180 colaboradores. Na Figura 8 é apresentada a fachada da empresa.



Figura 8 – Fachada da empresa

A empresa José Júlio Jordão, Lda apresenta-se no mercado pela marca Jordão Cooling Systems, representada na Figura 9, sendo referida ao longo deste trabalho como a JORDÃO.



Figura 9 – Logótipo da JORDÃO
(Documentos internos da empresa)

3.2 Principais produtos e clientes

A JORDÃO desenha, desenvolve e produz soluções para a conservação e exposição alimentar, sendo mundialmente reconhecida como especialista em produtos e serviços para o retalho alimentar e o canal horeca. Aliando a tecnologia e o design, a empresa comercializa equipamentos de refrigeração de alta

qualidade em todos os setores, tendo vindo a ser impulsionada ano após ano e a tomar uma posição líder no mercado nacional e internacional em inovação tecnológica.

Podem ser distinguidas 5 tipologias principais de produtos fabricados pela empresa, ilustradas na Figura 10.



Figura 10 – Imagens representativas das 5 tipologias de produtos da JORDÃO (Documentos internos da empresa)

Os clientes da José Júlio Jordão, Lda são lojas de pequena, média e grande dimensão que vão desde restaurantes, cafés, hotéis e supermercados até pastelarias, padarias, charcutarias e talhos. Do seu portefólio de clientes nacionais e internacionais fazem parte as marcas ilustradas na Figura 11.



Figura 11 – Principais marcas clientes da JORDÃO (Documentos internos da empresa)

Desde 1983, a José Júlio Jordão, Lda tem exportado para mais de 45 países, de entre os quais Alemanha, França, Austrália, EUA, Noruega, entre outros. Atualmente, o mercado internacional representa cerca de 70% das vendas.

3.3 Descrição geral do processo produtivo

Nesta secção é feita uma breve descrição geral do sistema produtivo, com especificação dos diferentes fluxos de materiais entre setores. Por fim, procede-se à caracterização do fluxo de informação desde que é realizada uma encomenda pelo cliente, até ao lançamento das ordens de produção aos setores.

3.3.1 Unidades produtivas e *layout* geral

A JORDÃO é atualmente constituída por 3 edifícios, divididos em 4 unidades produtivas, identificadas na Figura 12 por U1, U2, U3 e U4.



Figura 12 – Unidades produtivas da JORDÃO
(Documentos internos da empresa)

O primeiro edifício conta com as unidades 1 e 2, estando dividido em 2 pisos. O primeiro piso é ocupado pelos setores de produção demarcados na Figura 13, nomeadamente maquinaria, soldadura, injeção, preparação de subconjuntos de montagem, montagem de móveis, pós-montagem, limpeza e embalagem e, por último, engradamento. Por sua vez, no segundo piso tomam lugar os gabinetes administrativos.

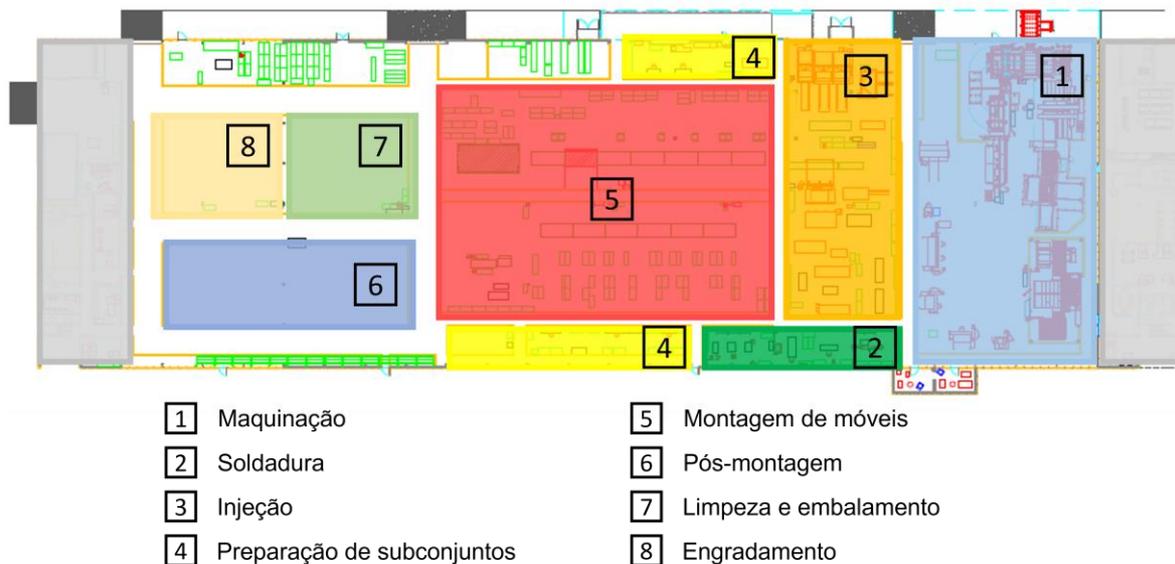


Figura 13 – *Layout* das Unidades 1 e 2

A unidade 3 ocupa o segundo edifício, onde se encontram os setores: serralharia e marcenaria (Figura 14).



Figura 14 – *Layout* da Unidade 3

Por fim, no terceiro edifício encontra-se a unidade 4 que se destina ao armazenamento de produtos acabados, de matérias-primas e de componentes consumíveis.

3.3.2 Fluxo do processo produtivo

A JORDÃO encontra-se dividida em 10 setores de produção: maquinação, soldadura, injeção, serralharia, marcenaria, montagem de subconjuntos, montagem de móveis, pós-montagem, limpeza e embalagem e engradamento. O fluxo do processo produtivo entre os diferentes setores pode ser representado de forma genérica através do esquema ilustrado na Figura 15.

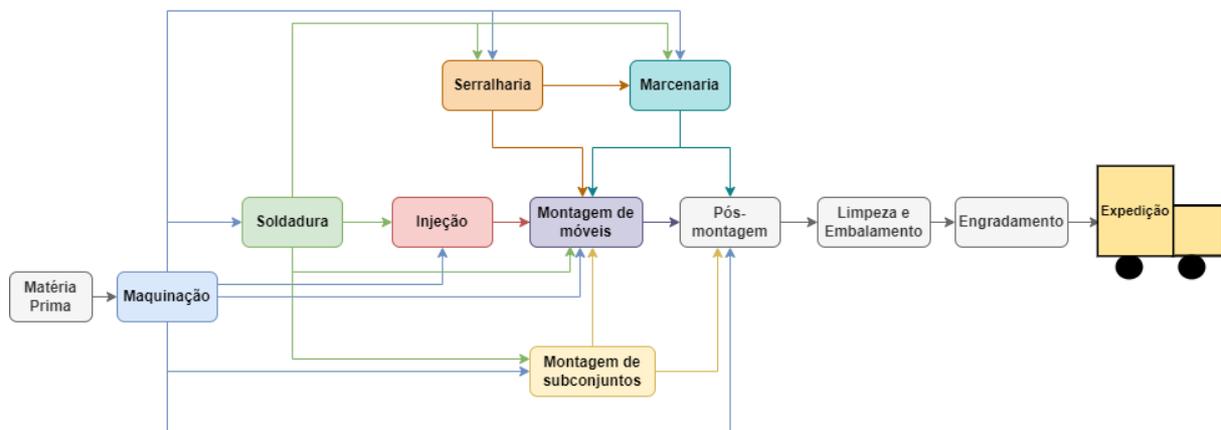


Figura 15 – Esquema do fluxo do processo produtivo entre os setores da JORDÃO

Na maquinação são executadas as operações de corte e quinagem de chapa. As peças aqui fabricadas seguem para a injeção, caso necessitem de isolamento térmico, ou podem seguir diretamente para a soldadura, serralharia, marcenaria, montagem de subconjuntos, montagem de móveis e pós-montagem.

Na soldadura são realizadas as operações de soldadura por pontos, soldadura TIG, acabamento de solda e limpeza, de peças provenientes da maquinação, podendo ser enviadas para a injeção, serralharia, marcenaria, montagem de subconjuntos e montagem de móveis.

Na injeção é realizada a injeção de um componente de isolamento (poliuretano) nos componentes metálicos provenientes da maquinação. Os materiais aqui produzidos seguem para a montagem de móveis.

A serralharia é constituída por 2 subsetores, nomeadamente o subsetor das construções soldadas e o subsetor do corte de perfis. No subsetor das construções soldadas realiza-se o corte e soldadura de tubos. No segundo subsetor executa-se o corte dos perfis de alumínio e de PVC, sendo estes enviados diretamente para a montagem dos móveis, ou para a marcenaria.

A marcenaria é responsável pelo corte e maquinação dos laterais decorativos, assim como do processo de lacagem interna da empresa. As peças que daqui resultam são conduzidas para a montagem de móveis e pós-montagem.

O setor montagem de subconjuntos divide-se em 5 subsectores, designados por sectores auxiliares ou centros de trabalho fornecedores. Cada um destes é designado pelo subconjunto que produzem, sendo estes: quadros eléctricos, evaporadores, montagem de caixas de ventiladores, preparação de gambiarras e de grupos compressores. Estes subconjuntos abastecem a secção da montagem de móveis e a pós-montagem.

No setor de montagem de móveis é dada forma ao produto final, onde são montados os conjuntos de componentes provenientes dos restantes sectores de produção. Este setor encontra-se dividido em duas linhas de montagem, estando a primeira dividida em 6 postos de trabalho e a segunda em 4 postos de trabalho.

Na pós-montagem é feito o acoplamento de móveis que vão ser interligados. Nesta secção são realizados testes eléctricos para aprovação do produto, tiram-se fotos para enviar para ao cliente, procedendo-se, por último, à sua desmontagem para facilitar o transporte.

No setor de limpeza e embalamento, os produtos aprovados são limpos e embalados separadamente e, por fim, engradados, no engradamento, estando assim prontos para a expedição.

3.3.3 Fluxo de informação

A JORDÃO segue uma estratégia de produção que assenta numa política *make-to-order*, isto é, que responde às necessidades de procura produzindo por encomenda. Assim, todo o processo de desenvolvimento de um produto inicia-se após o recebimento de uma encomenda, podendo estas ser classificadas em dois tipos: encomendas *standard* e encomendas especiais (ou não *standard*). A primeira classificação é atribuída a encomendas cujos produtos se encontram no catálogo *standard*. Contrariamente a esta, a segunda classificação diz respeito a encomendas cujos produtos requeridos necessitam de alterações especiais a pedido dos clientes.

Semanalmente, à quarta-feira, é realizado o planeamento da produção, atendendo às encomendas recebidas e à capacidade das linhas de montagem. Concluído este processo são emitidas as ordens de produção de todos os sectores produtivos, de forma sequencial, respeitando as precedências entre cada sector produtivo. As ordens de produção de qualquer artigo produzido na empresa contemplam os respetivos desenhos técnicos, indicações sobre a matéria-prima, listas de materiais, quantidade a produzir e gama operatória.

Após o fecho do planeamento, primeiramente são lançadas as ordens de produção dos sectores primários: maquinaria, serralharia e marcenaria. Estes sectores laboram com uma semana de avanço em relação

aos restantes setores produtivos. Ao quinto dia após a conclusão do planeamento são emitidas as ordens dos setores intermédios, nomeadamente a subcontratação de pintura eletrostática, a injeção e a soldadura.

A empresa apresenta diferentes tipos de ordens de produção, descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de ordens de produção

Programação Normal	P10	Ordens de produção com subcontratos, por exemplo lacagem. Estas ordens têm prioridade comparativamente ao P11.
	P11	Programação de acordo o planeamento semanal, sem subcontratos.
Distribuição Extra	PNC (Peça Não Conforme)	Sempre que uma peça é danificada ao longo do processo produtivo é aberta uma nova ordem de produção sob a forma de PNC.
	GIM (Grupo de Intervenção Imediata)	Se por algum motivo faltar uma peça ou material é criada nova ordem como GIM.
	Acessórios	Complementos aos produtos principais.
	Alterações de encomenda	Alterações no projeto de uma encomenda já lançada na programação.

4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO PRODUTIVO

Neste capítulo é realizada a caracterização da situação inicial da área de estudo, a maquinação: secção de corte e quinagem de chapa. Findada a descrição é elaborada uma análise crítica da situação inicial, enunciando os principais problemas identificados com recurso à utilização de ferramentas *Lean*. Por último, no presente capítulo apresenta-se uma síntese destes problemas, para os quais se sugerem propostas de melhoria no capítulo seguinte.

4.1 Caracterização da área de estudo

Por forma a caracterizar a área alvo de estudo na presente dissertação, nesta secção primeiramente são apresentadas as razões que conduziram à escolha da área em questão. Depois disto, é feita uma descrição geral do processo produtivo dessa área, assim como uma apresentação do seu *layout* e fluxo de materiais.

4.1.1 Escolha da área de estudo

A JORDÃO oferece aos seus clientes a oportunidade de customizar os seus produtos, principalmente, a nível estético e dimensional. Posto isto, a empresa tem verificado o aumento de encomendas especiais, em detrimento de encomendas *standard*, nos últimos anos, como se pode verificar pelo gráfico da Figura 16 (a).

O elevado interesse na customização origina uma grande diversidade de produtos na empresa, em quantidades reduzidas, por vezes, apenas um produto. Por conseguinte, a maquinação é uma das secções de produção crítica na empresa, uma vez que possui uma grande quantidade e diversidade de peças fabricadas semanalmente (Figura 16 (b)), e um fluxo de materiais complexos, dado que alimenta todas as restantes secções.

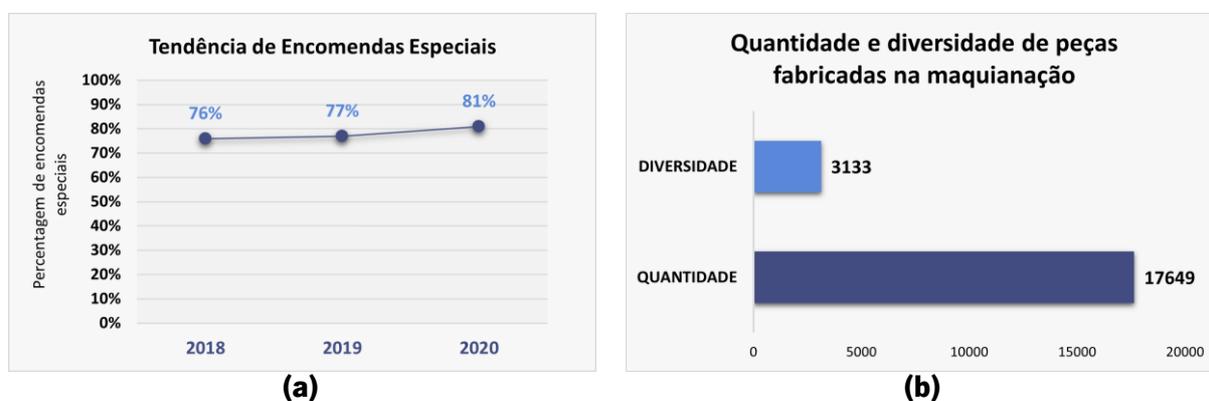


Figura 16 – Percentagem de encomendas especiais nos últimos 3 anos (a) e Quantidade total e diversidade de peças produzidas semanalmente na maquinação (b)

4.1.2 Processo produtivo, *layout* e fluxo de materiais

A maquinação é o ponto inicial do processo de conceção do material que constitui o produto acabado, podendo ser dividida em 2 subsecções: corte e quinagem. Esta secção labora em dois turnos diários, de 8h por turno, e a sua produção é controlada por um responsável em cada turno, denominado por chefe de secção. Estes responsáveis têm como função:

- Participar na reunião diária de controlo da produção;
- Garantir a produção de acordo com o planeamento semanal;
- Comunicar com as outras secções se necessário;
- Comunicar com o diretor da produção;
- Garantir a utilização correta das máquinas e materiais;
- Efetuar os pedidos de manutenção das máquinas;
- Distribuir a obra a quinar pelas diferentes quinadoras;
- Assegurar todos os materiais e ferramentas de produção necessários.

Nas Figura 17 está apresentado o *layout* da maquinação, sendo na Tabela 3 discriminados os recursos que constituem a área de estudo.



Figura 17 – *Layout* da maquinação

Tabela 3 – Recursos da maquinaria

	Recurso	Designação
Corte	1	PZ1631
	2	Laser IRIS
	3	Guilhotina
Quinagem	4	Paineladora
	5	Quinadora BB2512
	6	Quinadora PF-6020
	7	Quinadora PF-9025
	8	Quinadora PF16040
	9	Balancé

O sistema de produção na maquinaria pode então ser dividido em dois processos de transformação. O primeiro processo dá-se na subsecção de corte e consiste na operação de corte de chapa, tem como entradas (*inputs*) a chapa e os planos de corte, e como saídas (*outputs*) as peças cortadas e retalho. De notar que na organização os planos de corte são correntemente denominados por *layouts*, sendo daqui em diante utilizada esta terminologia. Por sua vez, o segundo processo ocorre na subsecção de quinagem, onde as peças cortadas provenientes do corte (*inputs*) sofrem transformação por quinagem/dobragem de chapa. Os *outputs* deste processo e, conseqüentemente, da maquinaria são as peças quinadas, prontas a ser distribuídas pelas restantes secções. O primeiro e segundo processos de transformação mencionados estão representados na Figura 18.

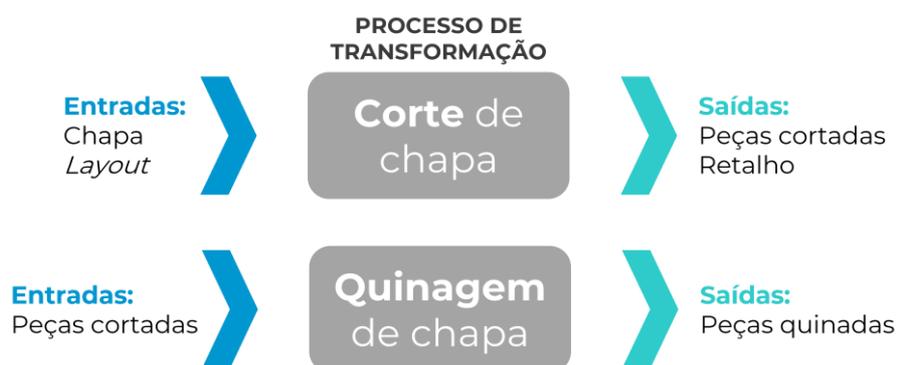


Figura 18 – Processos de transformação na maquinaria

Como supramencionado, o processo produtivo no corte inicia-se aquando da receção dos *layouts* nas máquinas de corte, de acordo com o planeamento semanal de produto acabado a produzir. Como

referido na secção 3.3.3, após o fecho do planeamento da produção, à quarta-feira, são emitidas as ordens de produção de todas as peças a produzir na maquinaria, sendo depois importadas para o LANTEK, *software* de criação de *layouts*. Assim, nesta fase, os responsáveis do departamento de Planeamento da Produção, comumente denominado de Planeamento, prosseguem para a criação dos *layouts* que darão entrada nas máquinas de corte na quinta-feira de manhã. Posto isto, no Corte, os *layouts* são automaticamente carregados nas máquinas segundo a sequência pela qual devem ser cortados. Depois de cortadas as peças são separadas e distribuídas em diferentes carrinhos de acordo com a máquina onde serão quinadas dando, assim, entrada na subsecção de Quinagem.

As ordens de produção de todas as peças a quinar são entregues na Quinagem em formato papel, organizadas segundo a máquina de corte onde foram cortadas e o tipo de material da chapa. O chefe de secção separa as ordens segundo a máquina onde as peças irão sofrer quinagem, colocando-as num placar no centro da secção.

Depois de cortadas, as peças são distribuídas pelas quinadoras juntamente com a ordem de produção. Aqui as peças são quinadas e colocadas nos carrinhos, sendo depois distribuídas pelas secções de destino, ao encargo da logística interna.

Na Figura 19 encontra-se esquematizado o processo produtivo na maquinaria anteriormente descrito.

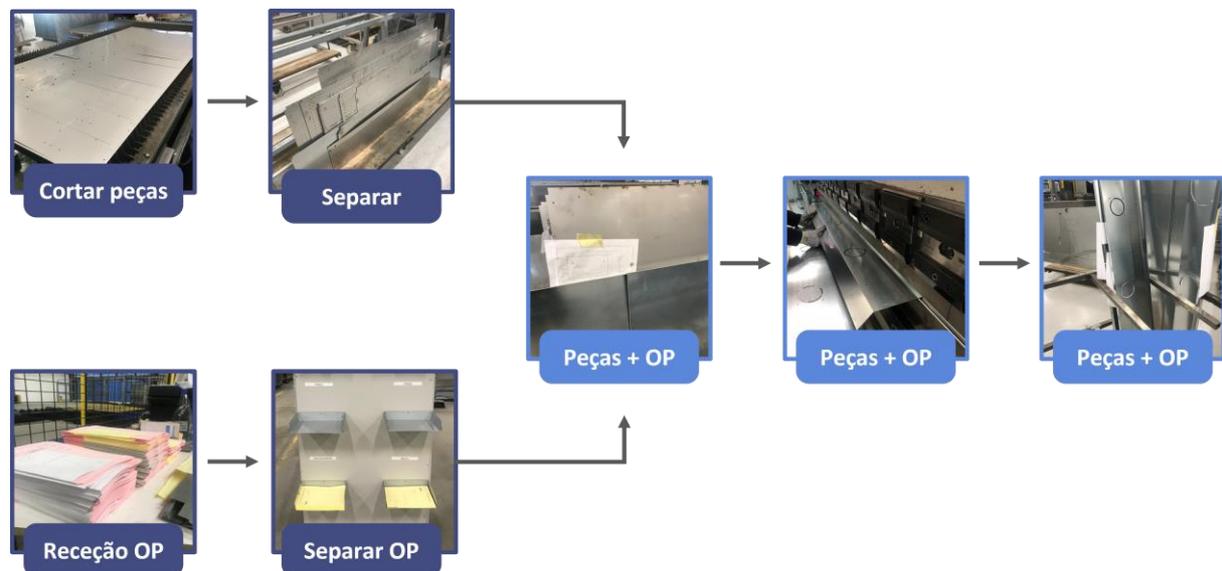


Figura 19 – Processo produtivo na maquinaria

4.1.3 Gestão de retalhos de chapa

Dada a elevada customização do produto, existe uma enorme variedade de peças fabricadas, assim como dos materiais utilizados. Por conseguinte, nem sempre é possível tirar o máximo aproveitamento da chapa, pelo que são geradas grandes quantidades de retalho reaproveitável. Denomina-se por retalho reaproveitável todo o produto que resulta do corte, de formato retangular, com dimensões representativas de serem reutilizadas. No *layout* da Figura 20 é possível verificar a diferença entre retalho reutilizável e não reutilizável.

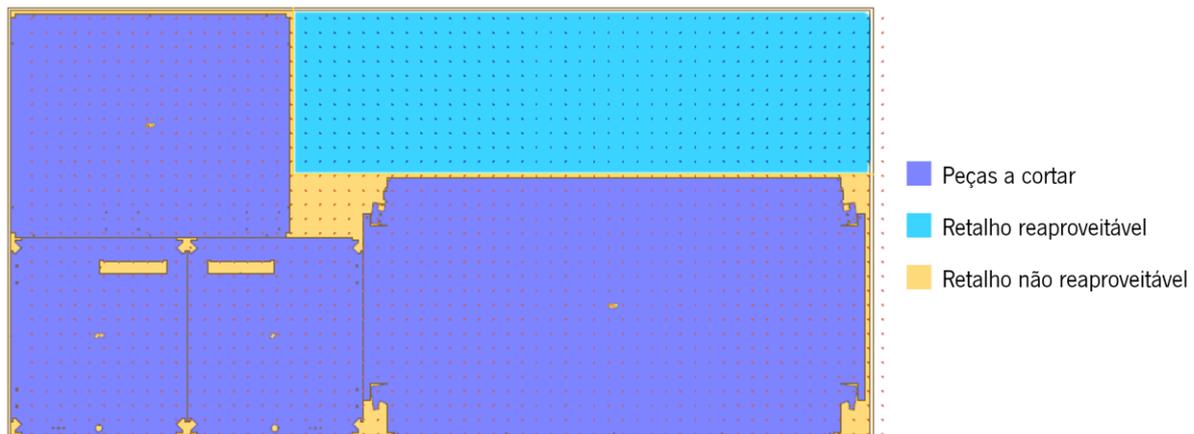


Figura 20 – Exemplo de um *layout* de corte

Por forma a melhor compreender os diferentes processos existentes na gestão de retalhos de chapa, recorreu-se à notação BPMN, através do *software* BizAgi, para mapear o processo desde o Planeamento até ao Corte. O diagrama BPMN do estado atual destes processos encontra-se representado na Figura 73 do Apêndice 1. Para melhor compreensão do diagrama, de seguida são primeiramente descritos os processos que respeitam ao departamento de Planeamento da Produção e posteriormente os que ocorrem no *gemba*, na subsecção de Corte.

Planeamento

O processo inicia com a necessidade de produzir peças, mais especificamente, cortar peças que irão incorporar o produto acabado a entregar ao cliente. Como explicado na secção 3.3.3, as peças a fabricar podem fazer parte da programação normal ou da distribuição extra.

Aquando da criação dos *layouts* de peças respeitantes à programação normal, estas são primeiramente alocadas por forma a ocupar uma chapa inteira, ou seja, é criado um novo *layout* numa chapa inteira/nova. Este *layout* pode estar otimizado, isto é, sem retalho reaproveitável, sendo neste caso enviado para a máquina de corte. Por sua vez, se apresentar retalho com dimensões representativas de

ser aproveitado (chapa não otimizada), são realizadas duas operações a cargo do responsável pela criação do *layout*, sendo estas:

- 1) Registo do novo retalho no “Excel de retalhos” - aqui são inseridos os dados do retalho nomeadamente, tipo de material, espessura da chapa, comprimento do retalho, largura do retalho, quantidade de retalhos, número do retalho, data de criação do retalho e o responsável pela sua criação (Figura 21);

MATERIAL	ESPESSUR	COMPRIME	LARGUR	QUANTIDA	Nº RETALI	DATA ENTRA	CRIAR	DATA SAID	GASTA
SK BRANCO	0,8	3000	1030	1	G012	24/11/2020	AV		
SK BRANCO	0,6	1184	1250	1	1682	07/12/2020	AM		
GALVANIZADA	0,8	3800	448	3	1730	10/12/2020	AM		
INOX 430 BA	1,2	2188	1192	1	1759	26/01/2021	AM		
INOX 304 2B	2,0	1730	315	1	1772	04/01/2021	AM		

Figura 21 – Excel de registo de retalhos (Entrada)

- 2) Registo do número de retalho a marcar no automático do *layout* - por forma a ser visível no terminal da máquina de corte o número do retalho a marcar, ilustrado na Figura 22, é necessário inserir no programa do *layout* a seguinte nomenclatura:

RET – MR0000, onde:

RET - Indicativo de retalho, sendo reconhecido pelo código e, assim, visível no terminal da máquina de corte;

MR0000 - “Marcar Retalho” com o número 0000.

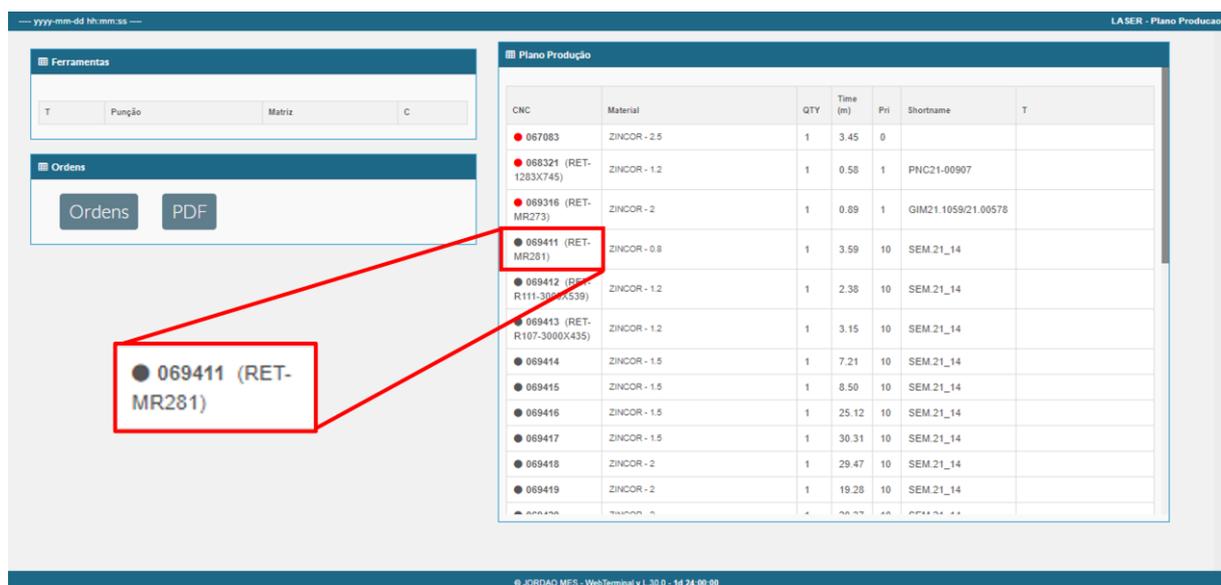


Figura 22 – Terminal da máquina de corte com indicação do retalho a marcar

Quando é necessário criar *layouts* de peças que fazem parte da distribuição extra e, ainda, sempre que a quantidade de peças da programação normal é reduzida, não justificando a utilização de uma chapa inteira, pode ser utilizado um retalho. Assim, tendo em conta o tipo de material, a espessura e as dimensões da peça a produzir, o Planeamento procura no Excel um retalho que preencha os requisitos necessários. Se existir um retalho adequado, é criado um *layout* com as dimensões do retalho e é dada a baixa deste no Excel: pelo registo da data de saída do retalho e do responsável pela sua utilização (Figura 23).

MATERIAL	ESPESSUR	COMPRIME	LARGUR	QUANTIDA	GOITI	Nº RETALI	DATA ENTRA	CRIAR	DATA SAID	GASTA
SCOTBR 304	0,7	1855	470	1		1	22/05/2020		27/05/2020	AV
ZINCOR	0,8	2344	763	1		2	22/05/2020		27/05/2020	SG
ZINCOR	0,8	1650	570	1		3	22/05/2020		28/05/2020	AV
SCOTBR 304	0,6	1872	480	1		3	22/05/2020		09/07/2020	MR

Figura 23 – Excel de registo de retalhos (Saída)

Similar ao processo de marcação de retalho, é necessário introduzir no automático o número do retalho a ser utilizado pelo corte (Figura 24):

RET – R0000 – 0000 × 0000, onde:

RET - Indicativo de retalho, sendo reconhecido pelo código e, assim, visível no terminal da máquina de corte;

R0000 - Significa “retalho” e informa os colaboradores do corte que devem utilizar o retalho com o número 0000;

0000 × 0000 - São as dimensões do retalho a utilizar.

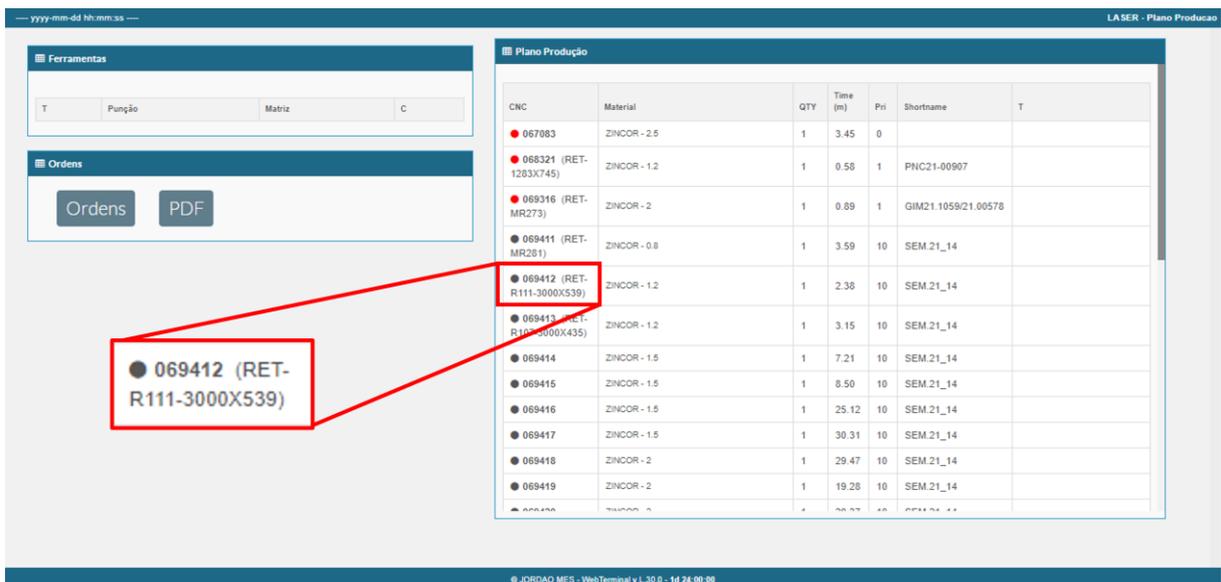


Figura 24 – Terminal da máquina de corte com indicação do retalho a utilizar

No caso de não existir um retalho adequado no Excel, há dois possíveis caminhos, discriminados de seguida:

- 1) Como não existe no Excel, também não existe em armazém pelo que é criado um *layout* numa chapa inteira.
- 2) O responsável pela criação do *layout* assume que existe um retalho no armazém, não estando este registado e cria um *layout* com as dimensões específicas da peça a cortar. Neste caso, é colocada no automático uma terceira nomenclatura (RET – 0000 × 0000) que indica o comprimento e a largura da peça e, conseqüentemente, as dimensões mínimas necessárias do retalho que deve ser utilizado.

Quando utilizado um retalho, este, por sua vez, também pode gerar um novo retalho, seguindo o processo de marcação de retalhos anteriormente descrito, ou não gerar retalho. Neste último caso, os *layouts* são enviados para a máquina de corte.

Corte

Enviados os *layouts* pelo Planeamento, estes são inseridos automaticamente nos terminais das máquinas de corte, segundo a ordem pela qual devem ser executados, ou seja, cortados. O *layout* a cortar pode dizer respeito a uma chapa nova ou a um retalho. No primeiro caso é carregada uma chapa inteira na máquina de corte e executado o *layout*. Por sua vez, no segundo caso há a necessidade de procurar e utilizar um retalho.

O programa do *layout* pode apresentar duas nomenclaturas, como anteriormente descrito. Caso seja apresentado o número do retalho (RET – R0000), este deve ser procurado pelo número indicado, caso contrário é necessário procurar um retalho adequado tendo em consideração o tipo de material, a espessura e as dimensões do mesmo. Assim sendo, o colaborador da máquina de corte desloca-se à estante “Armazém de retalhos” e procura, numa primeira fase, um retalho do material e espessura indicados, só depois mede o comprimento e largura do mesmo, utilizando fita métrica. Muitas vezes não existe retalho adequado, pelo que acaba por ser utilizada uma chapa inteira. Quer seja utilizado um retalho, quer seja utilizada uma chapa inteira, estes são carregados na máquina de corte e o *layout* é executado. Daqui resultam a(s) peça(s) cortada(s), retalhos não reaproveitáveis e, podem existir ou não retalhos reaproveitáveis.

Caso seja gerado um novo retalho este pode ser acompanhado pelo número de retalho a marcar, indicado pelo Planeamento (RET – MR0000), tendo anteriormente sido introduzido no Excel. Assim

sendo, o colaborador do corte deverá marcar o número no retalho utilizando um marcador, como se pode verificar pela Figura 25, e colocar na estante. Muitas vezes são gerados retalhos que não se fazem acompanhar pelo número, sendo nestes casos armazenado sem a marcação do mesmo. Aqui termina o processo, com a produção e recolha das peças necessárias.

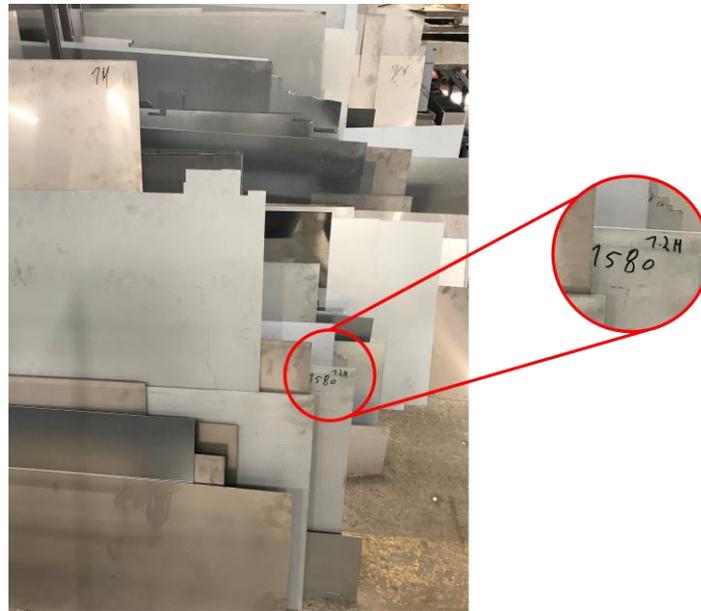


Figura 25 – Marcação manual de retalhos

4.2 Análise e identificação de problemas

Nesta secção são enumerados os problemas diagnosticados e, por sua vez, analisados com vista a desenvolver ações de melhoria, apresentadas no capítulo seguinte.

4.2.1 Falhas no processo de gestão de retalhos

Dada a situação pandémica do COVID-19 são vários os setores que têm sido afetados pela escassez de produtos, não conseguindo refletir o aumento transversal e acentuado do custo das matérias-primas nos preços do produto final, cobrado ao cliente. Entre eles, encontram-se a metalomecânica, onde os metais industriais viram a cotação escalar desde o início da pandemia. Por conseguinte, uma gestão eficaz dos retalhos de chapa tornou-se prioritária para a JORDÃO.

Inicialmente surgiu a necessidade de quantificar o número de retalhos criados e, destes, os consumidos, assim como o custo a estes associados. Para tal, foi feita uma análise das entradas e saídas de retalhos de chapa nos últimos dois anos, 2019 e 2020, devidamente explicada no Apêndice 2. De notar que esta análise se baseia somente nos retalhos de chapa registados no Excel de retalhos, desconsiderando os materiais fisicamente armazenados sem registo.

Como é possível verificar pelos gráficos da Figura 26, da análise feita pode-se concluir que em 2019 foram criados cerca de 2906 retalhos avaliados em 59.964,74€ e consumidos 2776 retalhos, correspondentes a 56.962,67€. Por sua vez, em 2020 foram gerados 3034 retalhos e utilizados 2991, que se traduzem em 55.823,74€ e 54.982,24€, respetivamente.

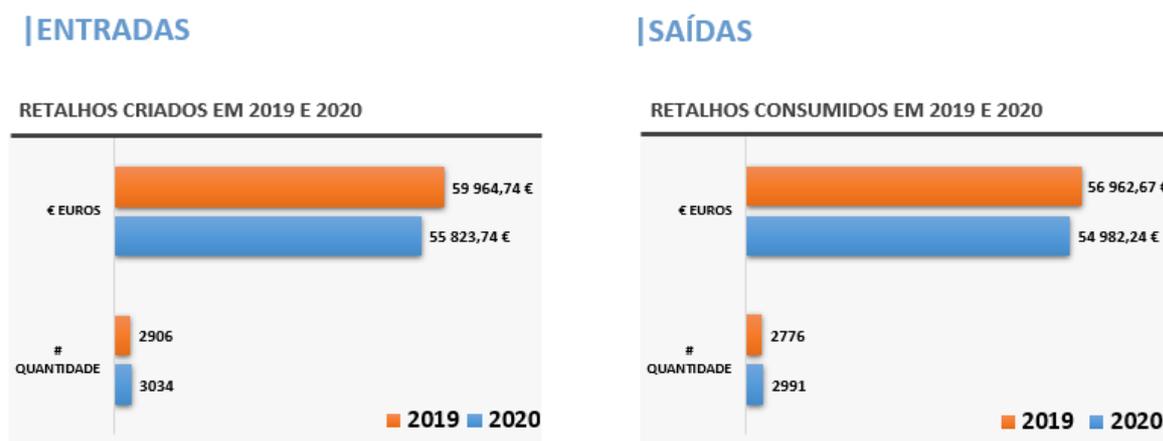


Figura 26 – Quantidades e custos das Entradas e Saídas de retalhos de chapa, nos anos de 2019 e 2020

De referir que os retalhos com entrada registada em 2020 podem ter sido utilizados em 2020, 2021, ou não ter sido utilizados. Por sua vez, os materiais consumidos em 2020 podem ter dado entrada em 2018, 2019 e 2020. O valor de retalhos não utilizados, nos anos em análise é traduzido nos gráficos da Figura 27.

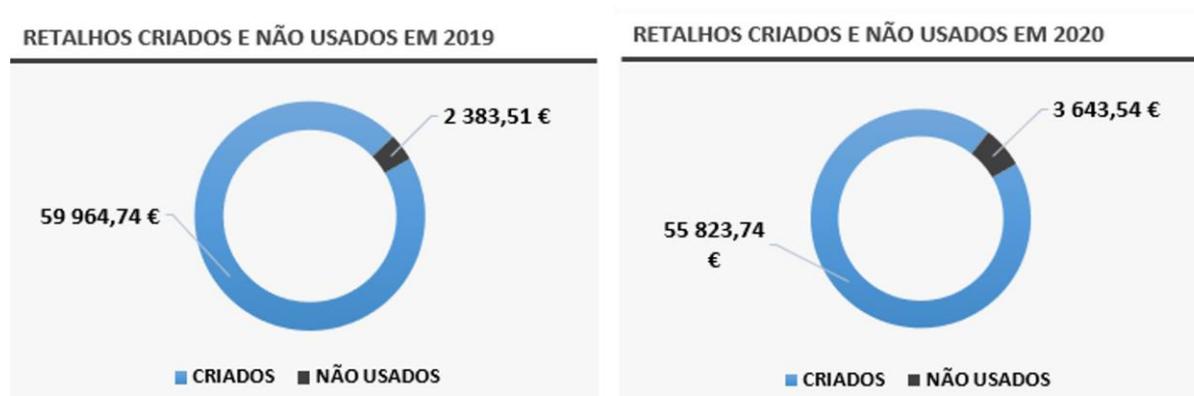


Figura 27 – Custo dos retalhos criados e não usados nos anos de 2019 e 2020

Segundo a empresa, cerca de 90% dos retalhos na estante de armazenamento no corte são criados e controlados pelo Planeamento e apenas 10% poderão estar armazenados sem registo no Excel. À vista disto, foram quantificados os retalhos registados no Excel, ao encargo do Planeamento, e realizado o inventário dos retalhos efetivamente armazenados na estante “Armazém de Retalhos” presente no corte, assim como o valor monetário a estes associados. Verificou-se que no Excel estavam registados 309

retalhos (5.464,37€) e, por sua vez, no corte estavam armazenados cerca de 1580 retalhos, no valor de 21.455,38€, como se pode verificar no gráfico da Figura 28.

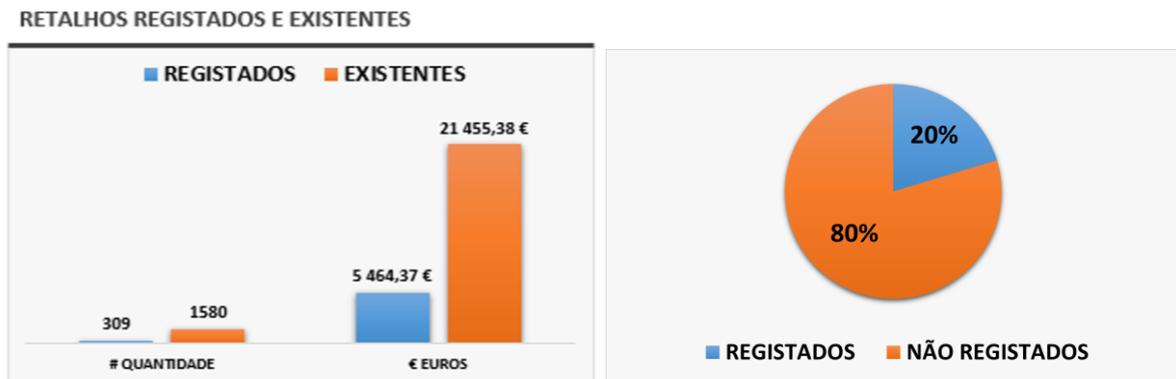


Figura 28 – Quantidade e valor monetário dos retalhos registados no Excel e existentes na estante de armazenamento

Findada esta análise é possível concluir que existe um desvio entre a quantidade de retalhos teórica, registada no Excel, e a quantidade de retalhos real, armazenada no corte: apenas $\frac{1}{4}$ dos retalhos gerados estão registados no Excel. Consequentemente, uma vez que em 2020 deram entrada cerca de 56 mil euros em retalhos, é possível aferir que foram produzidos cerca de 224 mil euros em retalhos de chapa, dos quais 135 mil não foram monitorizados.

A gestão de retalhos é um processo complexo, uma vez que o fluxo de informação, que se processa no Planeamento, não acompanha o fluxo dos materiais, que ocorre no corte. Pela análise do BPMN do estado atual do processo de Gestão de Retalhos, descrito na secção 4.1.3, foi possível identificar os problemas que contribuem para a discrepância apresentada. No diagrama de *Ishikawa* ou Causa-Efeito da Figura 29 encontram-se os problemas reconhecidos.

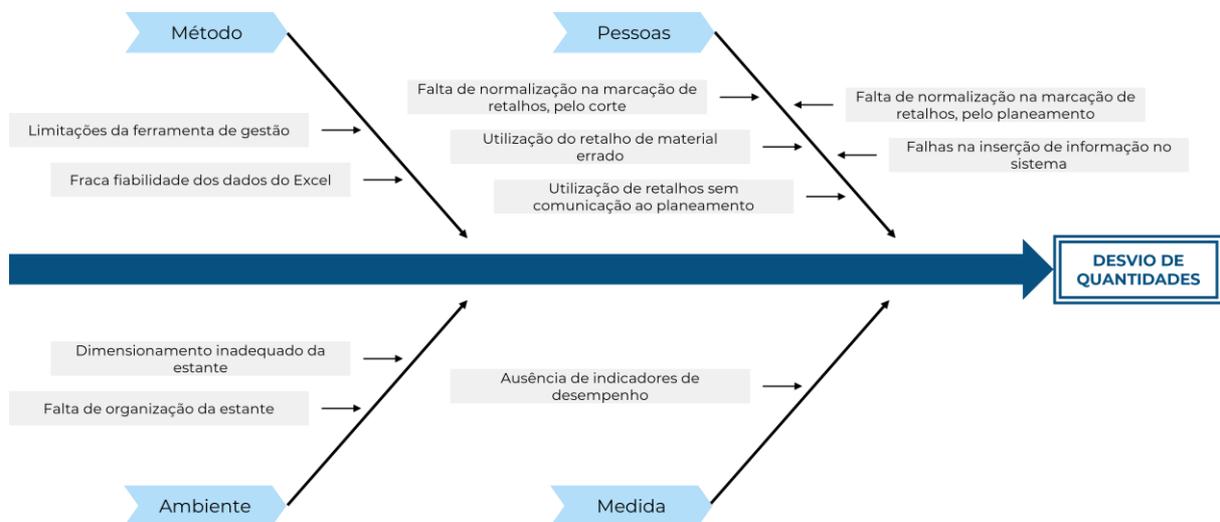


Figura 29 – Diagrama Causa-Efeito dos problemas do processo de gestão de retalhos

De seguida, para cada categoria do diagrama são especificadas as causas para o problema identificado, assim como as consequências e desperdícios associados.

Método

Causa 1: Limitações da ferramenta de gestão utilizada

A entrada e saída de retalhos é registada num Excel partilhado na rede de *intranet* da JORDÃO. Este documento é apenas acessível pelos responsáveis na criação de *layouts*, pertencentes ao departamento de Planeamento da Produção.

Consequência:

- Impossibilidade de o corte verificar a existência de um retalho;
- Impossibilidade de o corte dar entrada e saída de retalhos;
- Falha na partilha de informação entre Planeamento e corte;
- Insatisfação dos envolvidos.

Para além disto, se ambos os utilizadores do Planeamento estiverem a aceder ao documento, simultaneamente, podem estar a utilizar o mesmo retalho para a criação de diferentes *layouts*, uma vez que o Excel não se atualiza em tempo real. Assim, para que seja acedido o documento atualizado é necessário que os restantes utilizadores o fechem.

Consequência:

- Falha na informação passada ao corte;
- Retrabalho na criação um *layout* utilizando outro retalho;
- Tempo perdido à espera do documento atualizado.

Causa 2: Fraca fiabilidade dos dados do Excel

Os próprios responsáveis pela gestão do Excel não confiam na sua veracidade, pelo que se não houver registo de um retalho adequado é assumida a sua possível existência em armazém. Se este retalho não existir, o corte utiliza uma chapa inteira e, conseqüentemente, resultam novos retalhos que não são registados devido às limitações da ferramenta.

Consequência:

- Falha na informação facultada;

- Desentendimento entre Planeamento e Corte.

Por sua vez, quando no Planeamento se assume que não existe retalho adequado em armazém é criado o *layout* de pequenas peças em chapa inteira, exemplificado na Figura 30.

Consequência:

- Retalho adequado não utilizado;
- Produção de novos retalhos;
- Desentendimento entre Planeamento e Corte.

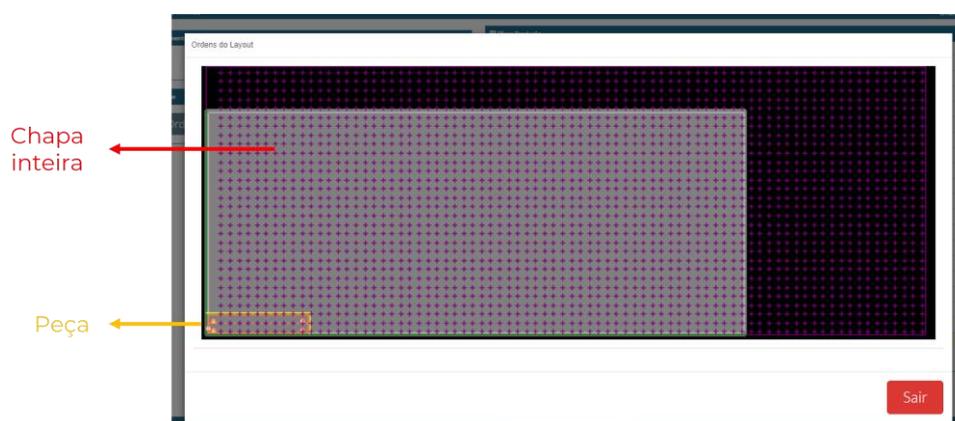


Figura 30 – *Layout* de uma pequena peça em chapa inteira

Pessoas

Causa 1: Falta de normalização na marcação de retalhos pelo Planeamento

No Planeamento decidem arbitrariamente se dado retalho é reaproveitável ou não. A variabilidade deste processo contribui para o desvio supramencionado, uma vez que o retalho pode não ser registado por não ser candidato a reaproveitável e, no entanto, no Corte é armazenado.

Como se pode constatar pela Figura 31, o retalho não é indicado a marcar pelo Planeamento uma vez que não é dada indicação no terminal da máquina de corte, no entanto este apresenta dimensões representativas e é armazenado.



Figura 31 – Retalho sem marcação

Causa 2: Falhas na inserção de informação no sistema

No momento da criação de um *layout* a partir de um retalho, as dimensões deste são inseridas no LANTEK e traduzidas automaticamente no terminal das máquinas de corte, em “Ferramentas”. No entanto, sempre que o Planeamento ordena a utilização de um retalho, a nomenclatura introduzida pelo usuário no ficheiro do *layout* inclui as dimensões do retalho.

Verificou-se que os operadores do corte se guiavam unicamente pelas dimensões representadas na nomenclatura inserida no ficheiro. Um erro na realização desta operação, exemplificado na Figura 32, conduz à utilização do retalho errado.

Consequência:

- Utilização do retalho errado;
- Perda de tempo na procura de um retalho inexistente.

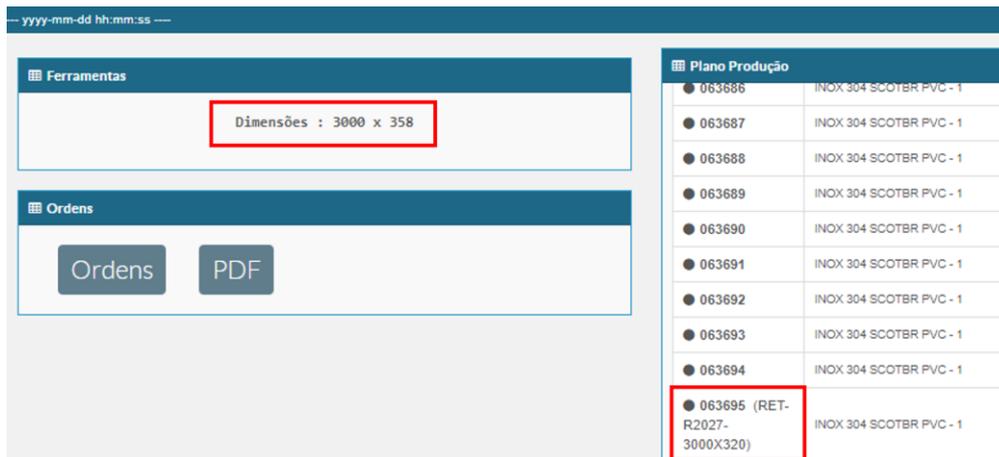


Figura 32 – Dimensões erradas introduzidas pelo Planeamento

Causa 3: Falta de normalização na marcação do número de retalho pelo corte

O número do retalho a marcar é exibido no terminal, associado ao *layout* a executar. Se o operário não memorizar, ou apontar o número, este desaparece uma vez que é executado o *layout*. Assim, para aceder novamente ao número do retalho é necessário procurar pelo programa na máquina de corte, na pasta de *layouts* já realizados. Dado o constrangimento desta tarefa, verificou-se uma falta de marcação dos retalhos pelo corte (Figura 33).



Figura 33 – Retalhos armazenados sem marcação

Causa 4: Utilização do retalho de material errado

Uma vez que grande parte dos retalhos não se encontram marcados com o número indicado pelo Planeamento, a procura do retalho adequado a utilizar é feita pela identificação do tipo de material e pela medição das dimensões. A identificação do material implica uma grande experiência por parte do colaborador em diferenciar os diferentes tipos de matéria-prima e ainda a espessura, podendo esta ser

medida com o auxílio de um paquímetro. Posto isto, pode ser utilizado o retalho errado, principalmente de espessura errada, ameaçando a qualidade da peça fabricada.

Consequência:

- Saída do armazém do retalho errado;
- Alterações na qualidade do produto.

Causa 5: Utilização de retalhos sem comunicação ao Planeamento

São vários os setores que acedem ao “Armazém de retalhos” sem que o Planeamento tome conhecimento, por forma a dar baixa dos mesmos. A baixa de retalhos só se verifica pelo Planeamento, aquando da criação de *layouts*. Isto resulta do constrangimento de ter que comunicar a utilização de um retalho, dado que não se possui acesso ao documento.

Ambiente

Causa 1: Dimensionamento inadequado da estante “Armazém de Retalhos”

A estante encontra-se dividida em 12 secções: 6 divisões com 700 mm de altura e 6 divisões de 1510 mm de altura. Dada a enorme diversidade de materiais, o número de divisões não é suficiente para o armazenamento da quantidade de retalhos gerados, tal como se pode verificar na Figura 34 (1).

Para além disto, verificou-se 2 constrangimentos no dimensionamento da estante. Por um lado, os retalhos de altura elevada (1500 mm) são de difícil colocação na estante, uma vez que esta não tem folga na altura para manusear a entrada do retalho. Por outro lado, os retalhos de pequeno comprimento (inferior a 1500 mm) ficam perdido na estante e são de difícil alcance, sendo por isso armazenados fora da estante (3).

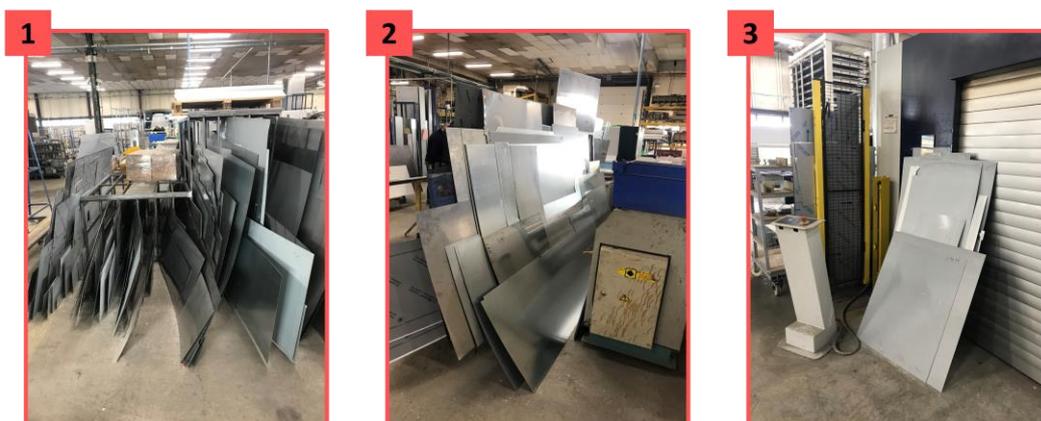


Figura 34 – Armazenamento de retalhos

Causa 2: Falta de organização da estante “Armazém de Retalhos”

Os retalhos estão desorganizados, dificultando a sua procura. Como explicado na secção 4.1.3, sempre que é dada a indicação de marcação de retalho, esta não se faz acompanhar pelas dimensões do mesmo, pelo que todos os retalhos são armazenados sem a marcação do comprimento e largura. Para além disto, como supramencionado, a maioria dos retalhos são armazenados sem marcação do número. Assim, sempre que é necessário procurar um retalho o operador tem que medir as suas dimensões, até encontrar o adequado.

Consequência:

- Elevados tempos na procura de retalhos.

Medida

Causa 1: Ausência de indicadores de desempenho

Dada a elevada customização do produto a utilização de retalhos não segue uma procura constante. Posto isto, uma vez que não existem indicadores de desempenho capazes de monitorizar a rotatividade destes, alguns retalhos encontram-se armazenados por longos períodos. Estes ocupam o espaço para retalhos de maior interesse e valorização monetária, assim como dificultam o acesso aos restantes.

Para além disto, sempre que é utilizado um retalho e deste resulta um novo de menores dimensões (retalho gera retalho), não é registada a entrada deste no Excel. Nestes casos, apenas se altera o comprimento e a largura do retalho original, para as dimensões do retalho que este originou, mantendo-se o número que o identifica. Assim sendo, não é possível contabilizar a quantidade de retalhos efetivamente produzida e, conseqüentemente, não é realizada uma análise crítica por forma a identificar e contrariar as razões que conduzem ao aumento da produção de retalhos de determinados materiais.

Consequência:

- Ausência de análise sobre a quantidade de retalhos gerada.

Para além de todos os desperdícios identificados até ao momento, é de notar a presença do oitavo desperdício, o não aproveitamento do potencial humano. Uma vez que o fluxo de materiais se dá no Corte, este também deveria ter um papel ativo na gestão da informação, de posse única do Planeamento.

Em suma, todas as tarefas envolvidas no processo de Gestão de Retalhos são tarefas sem valor acrescentado e representam momentos de *stress* para os envolvidos, reinando o desentendimento entre o Planeamento e o Corte.

4.2.2 Elevados tempos na procura de retalhos

Face à falta de organização da estante de armazenamento de retalhos, bem como à falta de normalização do processo de procura de retalhos explicada na secção anterior, foi realizado um estudo dos tempos para a procura de um retalho.

Para obter o tempo de procura de um retalho efetuou-se um estudo dos tempos, cuja base teórica deste estudo encontra-se apresentada no Apêndice 3.

Primeiramente, foi realizada uma série de 20 observações para o tempo de demora a procurar um retalho de chapa, discriminadas no Tabela 4.

Tabela 4 – 1º série de 20 observações da operação procurar retalho

Procura retalho																				
Obs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TO (s)	63	49	46	55	47	60	59	66	56	45	64	55	58	62	72	53	60	57	80	55

De seguida, foram calculados a média e o desvio-padrão, a partir dos quais se obteve o número de observações necessárias, cujo resultado se encontra na Tabela 5.

Tabela 5 – Cálculo do N' da 1º série de observações

Operação	m	s	N'
Procurar retalho	58	9	36

Como o número de observações necessárias é superior ao número de observações realizadas ($N' > N$), conclui-se serem necessárias mais observações. Posto isto, efetuou-se nova cronometragem obtendo-se mais 20 novos tempos que se apresentam na Tabela 6.

Tabela 6 – 2º série de 20 observações da operação procurar retalho

Procura retalho																				
Obs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TO (s)	61	75	49	53	55	80	63	73	72	68	56	54	70	75	62	63	70	54	67	61

Para verificar se o número de observações realizadas era suficiente, procedeu-se novamente ao cálculo do N' (Tabela 7).

Tabela 7 – Cálculo do N' da 2ª série de observações

Operação	m	s	N'
Procurar retalho	61	9	37

Após 40 ciclos de observações, constatou-se que o número de observações realizadas era suficiente, dado que o valor de N' é inferior a 40.

Para esta operação foi considerado que o valor de FA, associado à cadência do trabalhador, foi constante e igual a 100, pelo que o tempo normalizado obtido resultou do tempo médio das observações realizadas para a procura do retalho de chapa, cujo valor se encontra na Tabela 8.

Tabela 8 – Tempo normalizado da operação procurar retalho

Operação	TN (s)
Procurar retalho	61

Pelo estudo dos tempos concluiu-se que para procurar um retalho, isto é, a identificação do retalho em questão, demorava-se cerca de 61 segundos.

Atendendo que num turno esta operação é realizada cerca de 15 vezes e que o corte labora em 2 turnos diários, calculou-se o custo associado a esta operação sem valor acrescentado, considerando que cada operador:

- Custa em média 14€/hora;
- Trabalha em média 22 dias mensalmente.

Na Tabela 9 encontra-se um resumo dos resultados dos estudos dos tempos e custos.

Tabela 9 – Resumo dos tempos e custos

	Tempo		Custos	
	1 dia	1 ano	1 dia	1 ano
Procurar retalho	31 min	137 h	7,23€	1.918€

4.2.3 Falhas na ferramenta de cálculo do OEE

A JORDÃO apresenta uma ferramenta de cálculo do OEE, desenvolvida inicialmente para os equipamentos da maquinaria e, futuramente, estendida a todos os setores produtivos. No entanto, esta

ferramenta não se encontra operacional uma vez que o indicador não oferece valores confiáveis de serem utilizados.

A Figura 35 apresenta a página inicial “Home” da ferramenta, onde se pode observar os diferentes equipamentos presentes na maquinação, discriminados na secção 4.1.2.

Centro	Tipo Centro	Sector	Estado	Paragem C.	Paragem P.	#P	Turno	Ordem	Dispo.	Rend.	Qual.
Quinadora BB2512	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			1/1	1º		100 %	63 %	99 %
Quinadora PF-6020	CM	Maquinação de chapa	●●●●●						100 %	42 %	100 %
Quinadora PF-9025	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			1/1	1º		100 %	30 %	100 %
Paineladora	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			1/1	1º		-867 %	-6 %	100 %
Quinadora PF16040	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			1/2	1º		100 %	40 %	81 %
PZ1631	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			1/1	1º		100 %	12 %	100 %
Laser IRIS	CM	Maquinação de chapa	●●●●●						0 %	0 %	100 %

Linha em login ●●●●●
 Linha em logoff ●●●●●
 Paragem posto ●●●●●
 Paragem total ●●●●●

Figura 35 – Ferramenta de cálculo do OEE

Para cada equipamento são ilustrados os seguintes valores:

- **Estado:** Indica se o equipamento se encontra a ser operacionalizado pelo operador (*login*), sem operador (*logoff*) ou em paragem. Esta paragem pode ser do somente do posto em questão ou conduzir a uma paragem total;
- **#P:** Indica a relação do número de pessoas registadas, com login, e o número de pessoas padrão;
- **Dispo., Rend., Qual.:** Valores da disponibilidade, rendimento e qualidade do equipamento, por dia.

Para cada máquina ou centro de máquina, como denominado na organização, a partir da página inicial apresentada é possível aceder a uma página resumo do cálculo do OEE. Na Figura 36 é ilustrada esta página para a quinadora automática, a paineladora, onde se pode observar uma tabela referente aos turnos anteriores (1) e os valores atualizados em tempo real respeitantes ao turno a laborar (2).

Referente ao turno anterior são registados o número de pessoas com *login*, a produtividade, a produção traduzida em número de quinagens realizadas nesse turno e o objetivo de quinagens a atingir. Por sua vez, no que respeita ao turno em curso são apresentados os valores da disponibilidade, rendimento e qualidade, assim como o valor do OEE obtido a partir dos últimos três.

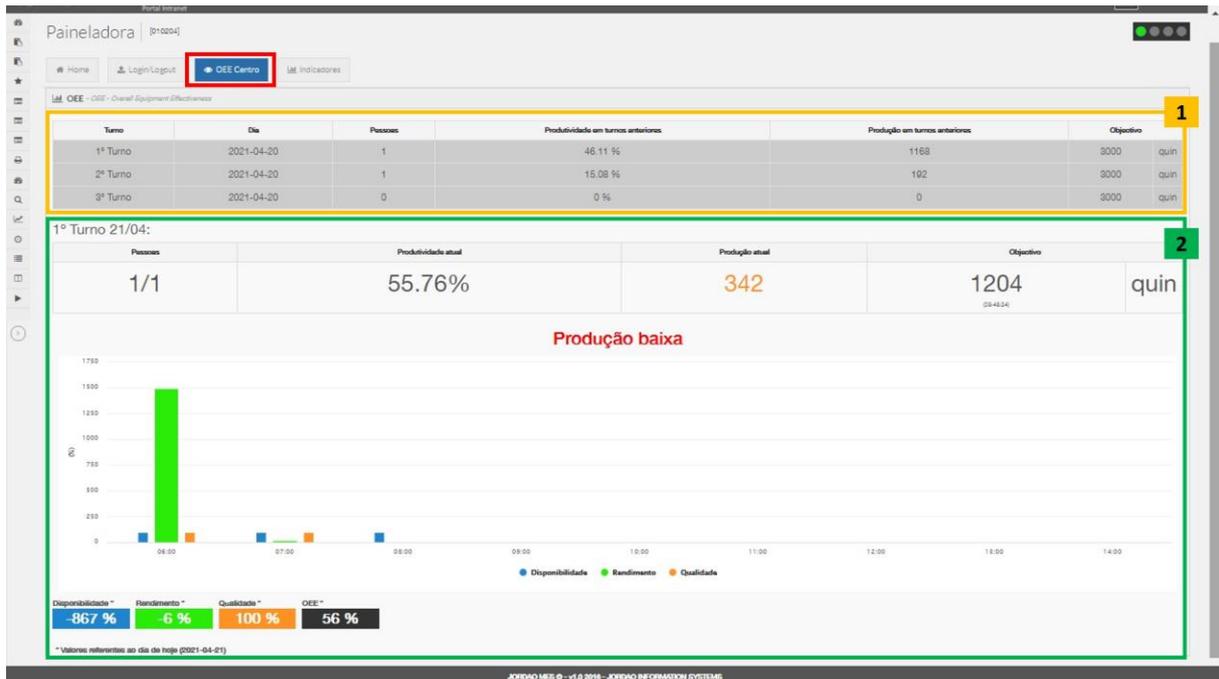


Figura 36 – OEE Centro da Paineladora

Através da página “OEE Centro”, para cada equipamento e para cada dia, é disponibilizada uma página que apresenta os valores utilizados no cálculo dos fatores integrantes da fórmula do OEE.

No que respeita à disponibilidade (Figura 37) é registada a hora de *login* e *logout*, o número de operadores na máquina, os minutos disponíveis e os minutos de paragens, assim como o valor final da disponibilidade obtido através da seguinte equação (5).

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{min disponíveis} - \text{min paragem}}{\text{min disponíveis}} \times 100 \quad (5)$$

Os minutos disponíveis são obtidos pelos minutos decorridos entre o *login* e o *logout*, sendo os minutos de paragem obtidos pelo registo de paragem pelo operador.

Hora login	Hora logout	operadores	Minutos disponíveis	Minutos paragem
2021-04-21 06:17	2021-04-21 06:20	1	3	0
2021-04-21 07:19		1	89	0
Disponibilidade: 100 %			92 minutos	0 minutos

Figura 37 – Fator Disponibilidade da paineladora

Para a quantidade de peças produzidas, tendo em atenção o número de quinagens por peça, é contabilizado o número de quinagens total. A partir deste e do tempo estimado por quinagem resulta o tempo padrão que corresponde ao produto do tempo de ciclo pela quantidade de peças produzidas,

como mencionado na secção 0. Estes valores encontram-se representados na Figura 38, a partir dos quais é calculado o rendimento pela equação (6).

Rendimento								
Hora fecho	Artigo	Descrição	Ordem	Qty	Qty Produzida	Quinagens	Seg. / Quin	Tempo padrão
06:46	TU39030513	FRENTE INF.RTC 1250- INOX 2B	OB491011	1	1	10	9	1.50 min
06:52	UR37005000	CH. SUPORTE CENTRAL GRELHAS ARM. 1400	OB475538	1	1	6	9	0.90 min
06:56	ZU37430200	LAT.TERM.INF.RTC SLIM- INOX	OB469119	2	2	10	9	1.50 min
06:23	TF29009Z00	EXT.TABULEIRO EXP.FUTURO VS-INOX304	OB490987	16	16	256	9	38.40 min
06:46	UI29104012	TAB EXP SUP V FR COMBI 1250-INOX	OB477083	2	2	16	9	2.40 min
07:40	ZBJ5271020	EXT.TAMPO SERV.REPUS 1562 +30	OB477005	1	1	10	9	1.50 min
07:21	ZFK5242A5G	AP DE REVISTA 700 CX POS HF 1070-ZINCOR	OB475910	2	2	14	9	2.10 min
07:46	ZBJ5479007	TAPAM. BASE Q.E. ABERT BOT V DAISY-INOX	OB477006	1	1	4	9	0.60 min
07:44	UU91085012	TAPAM BASE VM AQ REPUS 1250 INOX	OB477072	1	1	4	9	0.60 min
07:43	UI92204012	TETO EXT V FRESCO COMBI 1250-INOX	OB477091	1	1	8	9	1.20 min
07:40	UD25604512	CH TAP V VISTA SG 1250-INOX	OB477128	1	1	4	9	0.60 min
						342	Total	61.30 min
						Minutos possíveis - Minutos paragem		92 min
						Rendimento		66.76 %

Figura 38 – Fator Rendimento da paineladora

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{tempo padrão total}}{\text{min possíveis} - \text{min paragem}} \times 100 \quad (6)$$

Por último, para o cálculo da qualidade, representado na equação (7), são utilizados os valores da quantidade produzida e da quantidade danificada (Figura 39).

Qualidade						
Hora fecho	Artigo	Descrição	Ordem	Qty	Qty Produzida	Qty Danificada
06:23	TF29009Z00	EXT.TABULEIRO EXP.FUTURO VS-INOX304	OB490987	16	16	0
06:46	UI29104012	TAB EXP SUP V FR COMBI 1250-INOX	OB477083	2	2	0
06:46	TU39030513	FRENTE INF.RTC 1250- INOX 2B	OB491011	1	1	0
06:52	UR37005000	CH. SUPORTE CENTRAL GRELHAS ARM. 1400	OB475538	1	1	0
06:56	ZU37430200	LAT.TERM.INF.RTC SLIM- INOX	OB469119	2	2	0
07:43	UI92204012	TETO EXT V FRESCO COMBI 1250-INOX	OB477091	1	1	0
07:40	UD25604512	CH TAP V VISTA SG 1250-INOX	OB477128	1	1	0
07:40	ZBJ5271020	EXT.TAMPO SERV.REPUS 1562 +30	OB477005	1	1	0
07:21	ZFK5242A5G	AP DE REVISTA 700 CX POS HF 1070-ZINCOR	OB475910	2	2	0
07:46	ZBJ5479007	TAPAM. BASE Q.E. ABERT BOT V DAISY-INOX	OB477006	1	1	0
07:44	UU91085012	TAPAM BASE VM AQ REPUS 1250 INOX	OB477072	1	1	0
Qualidade: 100.00 %						

Figura 39 – Fator Qualidade da paineladora

$$\text{Qualidade (\%)} = \frac{\text{Qty produzida} - \text{Qty Danificada}}{\text{Qty Produzida}} \times 100 \quad (7)$$

Na Tabela 10 são apresentadas as falhas identificadas nesta ferramenta de cálculo do OEE e dos seus fatores.

Tabela 10 – Falhas na ferramenta de cálculo do OEE

Falha	Consequência
Ausência de <i>login</i> e <i>logout</i> .	Cálculo errado do tempo de turno.
Utilização de diferentes unidades de medida, umas por turno e outras por dia.	Dificuldade na interpretação dos valores.
Erro no cálculo do valor do OEE.	Os valores não são confiáveis de analisar.
Ausência de registo das paragens.	O valor dos fatores disponibilidade e rendimento não correspondem à realidade.
O tempo de abertura não tem em consideração as paragens planeadas.	Erro no cálculo do valor da disponibilidade.

4.2.4 Falta de organização e normalização da secção

Apesar da filosofia 5S já ter sido implementada na empresa com a colaboração do *Kaizen Institute*, esta precisava de ser aprimorada principalmente no que respeita às caixas *kanban*. Na Figura 40 encontram-se alguns exemplos que ilustram a falta de organização e normalização da técnica 5S no corte e quinagem.

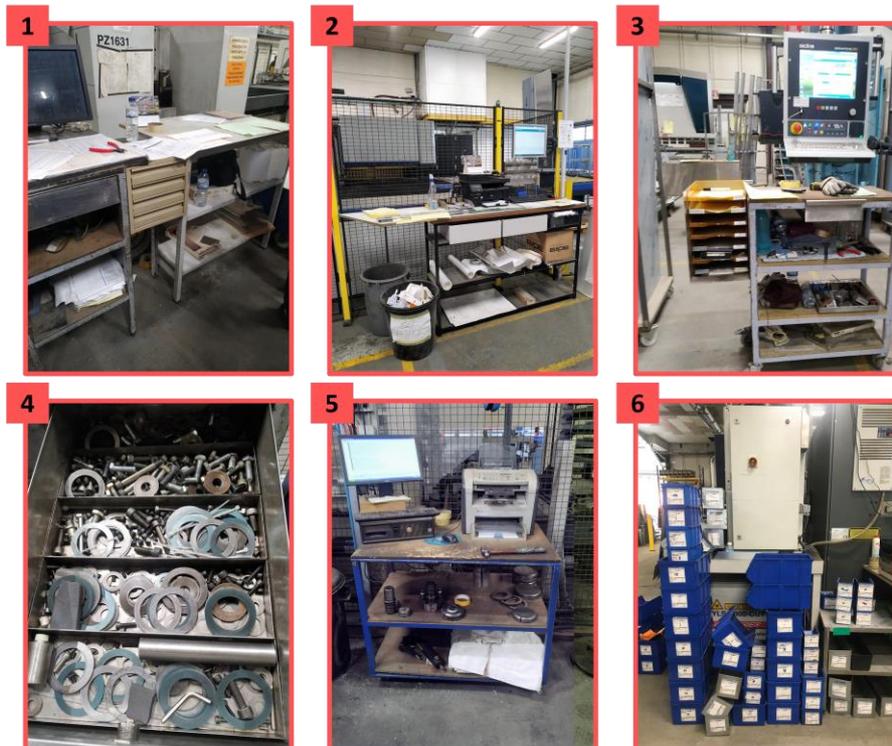


Figura 40 – Exemplos de falta de organização e normalização na maquinação

Como se pode verificar, inicialmente as secretárias e mesas de trabalho (1,2 e 3) apresentavam papeis em mau estado e com informação desatualizada, os consumíveis (2) encontravam-se todos misturados sendo de difícil identificação, as ferramentas de corte encontravam-se fora do local adequado (3) e as caixas *kanban* sem qualquer organização.

Outro problema relacionado com a falta de organização das caixas *kanban* é o não cumprimento do prazo de entrega das mesmas aos postos de destino. Este processo, as suas falhas e consequências do mesmo são detalhados de seguida.

Falta de normalização no processo de caixas Kanban

O funcionamento do sistema de duas caixas *kanban* está representado através do fluxograma da Figura 41.

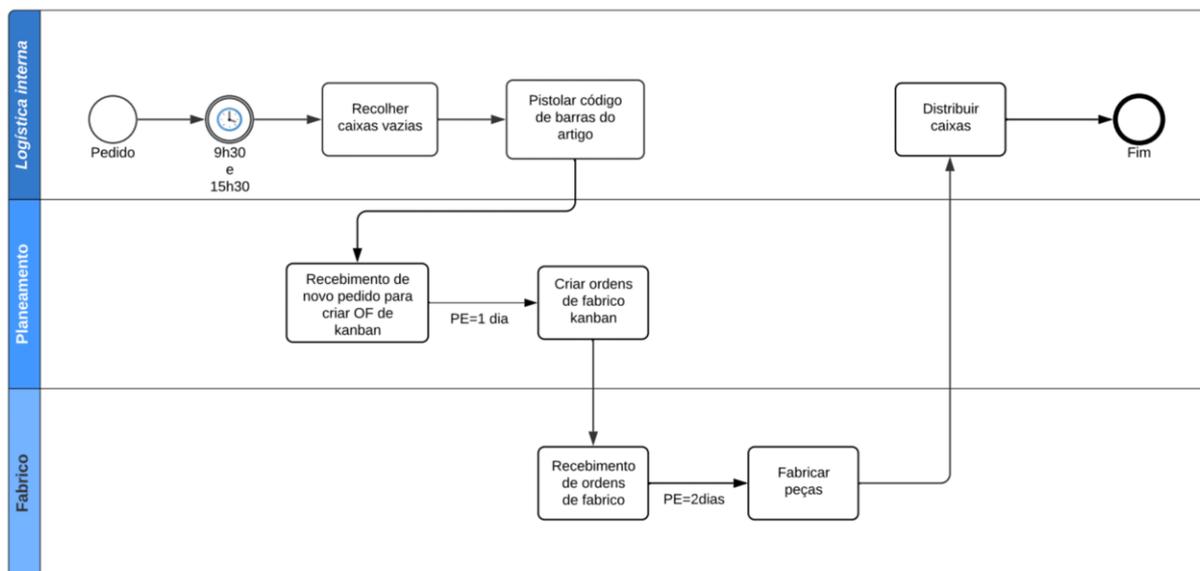


Figura 41 – Fluxo de um pedido *kanban*
(Fonte: Documentos internos)

Como se pode verificar, diariamente, às 9h30 e 15h30, a logística interna recolhe as caixas *kanban* vazias, nos setores “Destino”, realiza o pedido de artigo *kanban* com o terminal Zebra e entrega as caixas na Maquinação, colocando-as junto à máquina de corte a laser.

O Planeamento recebe um novo pedido para criar a OF (Ordem de Fabrico) de *kanban* que são processadas como um PNC, seguindo o mesmo processo. Isto significa que uma OF *kanban* é processada como distribuição extra e apresenta a cor laranja.

No corte, contrariamente ao sucedido com a restante programação, o *layout* de peças de caixas *kanban* não entra automaticamente na máquina, estes são acedidos pelo método de picagem do código de barras apresentado no cartão anexado à caixa (Figura 42).



Figura 42 – Layout de corte de peças *kanban*

Terminado o processo de corte, a caixa dá entrada na Quinagem, sendo a alocação da caixa à máquina a quinar é da responsabilidade do chefe de secção, tendo em conta o volume de trabalho das diferentes máquinas. Para que estas peças sejam fabricadas pelas quinadoras é necessária a ordem de fabrico, anteriormente requerida ao Planeamento.

Por fim, a caixa *kanban* com as peças cortadas e quinadas é colocada no carrinho de produto acabado, sendo posteriormente abastecida no setor “Destino”, pela logística interna.

Dada a entrada de uma caixa de peças *kanban* na Maquinação, esta tem um prazo de entrega de 3 dias. Isto é, em 3 dias as peças devem ser cortadas e quinadas e, de seguida, entregues ao seu destino.

Como se pode verificar pela Figura 43, a colocação das caixas junto à máquina de corte a laser é aleatória, assim como a entrada destas para quinar.



Figura 43 – Exemplos de falta de organização das caixas *kanban*

Uma vez que não há organização das caixas vazias e cada caixa, quando colocada na Origem, tem um PE=3dias, o que se verifica é o não cumprimento deste prazo uma vez que a fabricação das peças é

realizada segundo o LIFO (*Last In First Out*), sendo que estas deveriam ser produzidas segundo o FIFO (*First In First Out*).

O gráfico da Figura 44 ilustra a percentagem de ordens de produção de caixas *kanban* fabricadas dentro do prazo de entrega, para uma semana.

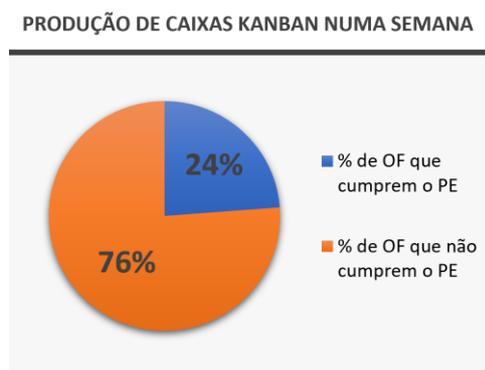


Figura 44 – Percentagem de OF de caixas *kanban* produzidas que cumpre o PE

Para além disto, a falta de confiança no sistema *kanban*, e nos respetivos prazos de entrega, faz com que os trabalhadores despejem as peças de uma caixa, na segunda, enviando caixas da mesma peça, para a Maquinação num período curto. Isto faz com que o sistema não cumpra o seu propósito.

4.3 Síntese dos principais problemas identificados

Tabela 11 – Síntese dos problemas detetados e respetivas consequências e desperdícios associados

Problema	Consequência	Desperdício
Falhas no processo de gestão de retalhos.	Falta de normalização do processo; Falhas no fluxo de informação e de materiais; Elevado WIP; Custos elevados; Insatisfação dos colaboradores.	Processamento incorreto; Inventário; Esperas; Defeitos; Não aproveitamento do potencial humano.
Elevados tempos na procura de retalhos.	Dificuldade em identificar os retalhos; Tempo perdido à procura de retalhos; Insatisfação dos colaboradores.	Esperas.
Falhas na ferramenta de cálculo do OEE.	Falta de fiabilidades nos dados.	Processamento incorreto.
Falta de organização e normalização da secção.	Desorganização do setor; Falta de fiabilidade no sistema <i>kanban</i> .	Processamento incorreto; Sobreprodução.

5. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

No presente capítulo são apresentadas as propostas de melhoria que visam a eliminação dos desperdícios identificados anteriormente na Tabela 11. Estas propostas foram desenvolvidas com recurso aos princípios *Lean* pretendendo garantir o sucesso da sua implementação.

5.1 Proposta de melhoria: Processo de Gestão de Retalhos

Na secção 4.2.1 foram identificadas as causas que contribuem para uma gestão ineficaz dos retalhos de chapa, contribuindo para o desvio entre as quantidades teórica e real de retalhos. Pela análise destas causas e com o envolvimento do Planeamento e do Corte foi elaborada uma proposta de melhoria de um novo processo de gestão de retalhos. Este processo encontra-se modelado pelo diagrama BPMN ilustrado na Figura 80 do Apêndice 4, explicado de seguida.

5.1.1 Novo processo de gestão de retalhos

À semelhança do BPMN do estado atual o processo inicia-se no Planeamento pela necessidade de produzir peças. Quando estas integram a programação normal é criado um novo *layout* numa chapa inteira, podendo esta gerar retalho reaproveitável, ou não, sendo neste último caso enviado para a máquina de corte.

Todo o retalho retangular com largura igual ou superior a 150 mm é considerado reaproveitável, sendo por isso registada a sua entrada na Base de Dados (BD) de gestão de retalhos. Depois disto é inserido no ficheiro do *layout* o ID (número sequencial gerado pela base de dados) do retalho a marcar (MR-R0000), seguindo para a máquina de corte.

Para peças respeitantes ao final da programação normal e distribuição extra é procurado na base de dados um retalho adequado para a sua produção, podendo:

- Não existir retalho – É criado um *layout* numa chapa inteira, seguindo o percurso descrito no parágrafo anterior.
- Existir retalho – É registada a sua reserva na base de dados, ficando, assim, atribuído àquele *layout* específico e não pode ser utilizado para outros efeitos. Depois disto, é inserida a indicação da sua utilização (RET-R0000). O retalho utilizado pode, por sua vez, gerar retalho pelo que é registada a sua entrada na base de dados, inserido o ID do retalho no ficheiro do *layout* e este enviado para a máquina de corte.

No corte, se o *layout* a executar for em chapa inteira, esta é carregada na máquina e é realizada a operação de corte. Em contrapartida, caso seja necessário utilizar um retalho é indicado no terminal o número do mesmo e a localização em que se encontra na estante de armazenamento. Encontrado o retalho pretendido, é dada a baixa efetiva do mesmo na base de dados pela picagem do código de barras presente na etiqueta, utilizando um “pica *android*”, e, por fim, carregado na máquina e executado o *layout*. Se porventura, o retalho indicado não for encontrado no momento, poderá ser revertida a sua reserva e, assim, procurado outro retalho.

Uma vez executado o *layout*, pode ser produzido retalho reaproveitável não registado na base de dados. Assim, o Corte tem autonomia para aceder à aplicação e registar o retalho, à semelhança do processo seguido no Planeamento. Estando registados é impressa uma etiqueta com toda a informação do retalho e colada no canto superior do mesmo. Depois disto, é lido o código de barras da etiqueta referente ao retalho e da localização onde este será armazenado, terminando o processo.

5.1.2 Etiqueta de retalho

Para simplificar o processo de marcação e procura de um retalho físico no corte foi desenvolvida a seguinte proposta de etiqueta (Figura 45):

ID DO RETALHO	CÓDIGO DE BARRAS
COD_MATERIAL	ESPESSURA
COMPRIMENTO	LARGURA
DATA DE IMPRESSÃO DA ETIQUETA (ENTRADA EM ARMAZÉM)	UTILIZADOR (QUE GUARDA O RETALHO – CORTE)

Figura 45 – Proposta de etiqueta de retalho

A etiqueta apresenta toda a informação necessária para identificar o retalho, sendo estas:

- ID do retalho – É único, permitindo distinguir facilmente todos os retalhos de chapa;
- Código de barras – Utilizado para associar o retalho à localização onde este é armazenado;
- Cod_material – Identifica a matéria-prima que deu origem ao retalho;
- Espessura – Permite distinguir facilmente a espessura dos retalhos, uma tarefa difícil para colaboradores inexperientes;
- Comprimento e Largura – Indica as dimensões do retalho sem necessidade de o medir com uma fita métrica;

- Data de impressão da etiqueta – Indica a data de produção de um retalho e respetiva entrada na estante de armazenamento;
- Utilizador – Distingue o operador do corte que produziu, marcou e armazenou o retalho.

5.1.3 Criação de uma aplicação para a gestão de retalhos

O novo processo de gestão de retalhos baseia-se, essencialmente, na implementação de uma base de dados para gestão da informação. Uma BD é um conjunto organizado de dados, estruturados de forma independente relativamente às aplicações que o utilizam. Deste modo, antes da sua criação, a cargo do Departamento de Sistemas de Informação (DSI) da JORDÃO, foi necessário indicar a organização dos dados.

Em virtude disto definiu-se o modelo conceptual dos dados, recorrendo ao Diagrama de Entidades e Relacionamentos (DER) representado na Figura 46.

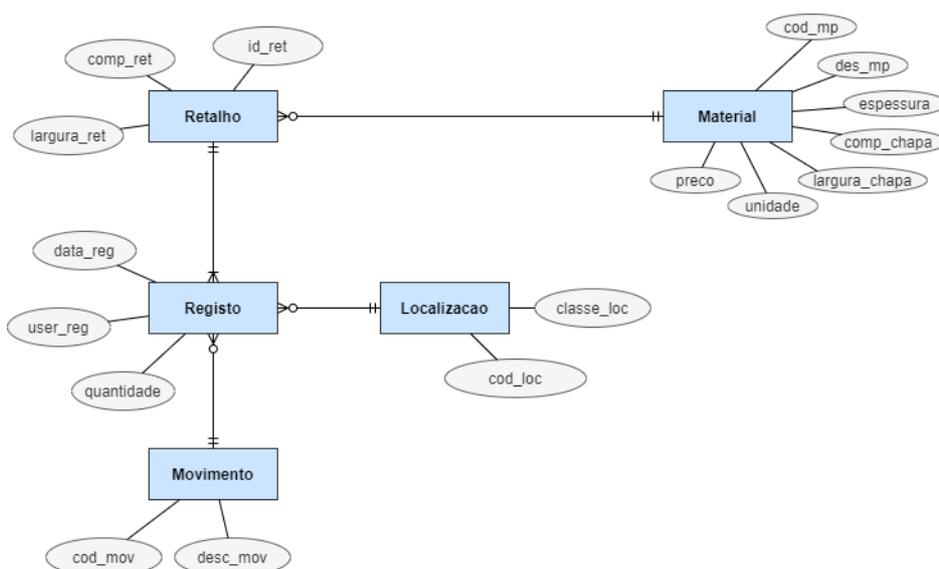


Figura 46 – Diagrama de Entidades e Relacionamentos para a base de dados dos retalhos

A transformação do modelo conceptual em estruturas de dados que são implementáveis resultou no esquema de base de dados relacional da Figura 47.

Materiais (cod_mp; des_mp; espessura; comp_chapa; largura_chapa; preco; unidade)

Retalhos (id_ret; cod_mp; comp_ret; largura_ret)

Movimentos (cod_mov; desc_mov)

Localizacoes (cod_loc; classe_loc)

Registos (id_ret; cod_mov; cod_loc; data_reg; user_reg; quantidade)

Figura 47 – Esquema de base de dados relacional dos retalhos

A partir dos dois modelos apresentados foram criadas as tabelas (Figura 48) a apresentar ao DSI, a partir das quais nasceu o Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD). O SGBD é o *software* responsável por gerir a base de dados e a partir do qual são criadas as aplicações que acedem e manipulam as bases de dados.

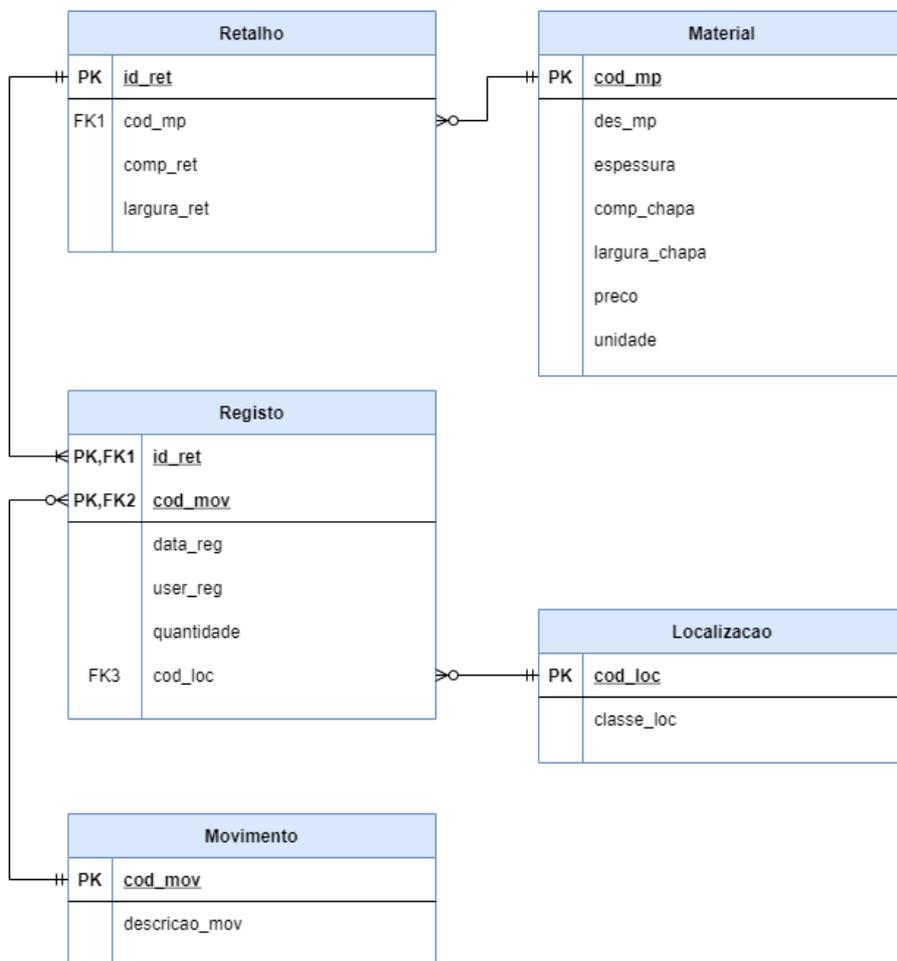


Figura 48 – Tabelas do sistema de gestão de base de dados dos retalhos

Explica-se de seguida o propósito de cada uma das entidades utilizadas, por forma a facilitar a compreensão da estrutura:

- Material – esta tabela tem como chave primária o código da matéria-prima (cod_mp), uma vez que este é único e diferencia as 60 chapas utilizadas pela empresa. Para além deste atributo, a tabela também contém a descrição completa da matéria-prima, a espessura, comprimento e largura da chapa, o preço e a unidade de compra.
- Retalho – Esta tabela, que tem como chave primária o ID do retalho (id_ret), encontra-se ligada à tabela “Material”, permitindo calcular o custo do retalho.
- Localização – Cada divisão da estante de armazenamento de retalhos tem um código associado (cod_loc), definido pelo código de barras, e a classe que o identifica.
- Movimento – Esta tabela permite atribuir os movimentos de entrada, reserva e saída de um retalho da base de dados pela atribuição da chave primária cod_mov.
- Registo – Permite o registo de cada retalho, sendo a chave primária desta entidade composta pelo número de retalho e o código do movimento. Adicionalmente, tem como atributos a data do registo e o usuário responsável pelo mesmo, assim como a quantidade de retalhos gerada com as mesmas características.

5.1.4 Estado inicial vs. Estado futuro

Na Tabela 12 estão descritas as diferenças verificadas entre os processos de gestão de retalhos do estado inicial e na proposta de melhoria do estado futuro. Estas diferenças estão devidamente sinalizadas, de acordo com os números utilizados na tabela, nos diagramas BPMN da Figura 81 e da Figura 82, do Apêndice 5.

Tabela 12 – Diferenças no processo de gestão de retalhos - Estado inicial vs. Estado futuro

	Estado inicial	Estado Futuro
1	Utilização de um Excel de registo dos retalhos de uso limitado ao Planeamento.	Utilização de uma base de dados acessível a todos: possibilidade de o Corte verificar a existência de retalhos; possibilidade de o Corte dar entrada e saída de retalhos.
2	Decisão arbitrária se um retalho é reaproveitável ou não.	Todos os retalhos com largura superior a 150 mm são reaproveitáveis, sendo registados e armazenados.
3	A fraca fiabilidade dos dados conduz à existência de 4 hipóteses: - Existe retalho registado no Excel e em armazém; - Existe retalho registado no Excel, mas não existe em armazém; - Não existe retalho no Excel e não existe em armazém; - Não existe retalho no Excel e existe em armazém.	Dados confiáveis permitem as seguintes hipóteses: - Existe retalho registado na base de dados e em armazém; - Não existe retalho registado na base de dados e não existe em armazém.
4	O fluxo de informação não acompanha o fluxo de material. O Planeamento efetua o registo de saída de retalhos.	O Planeamento apenas reserva um retalho, ficando este associado a um <i>layout</i> . A baixa efetiva do retalho é realizada aquando da sua utilização no Corte.
5	Falha na inserção de informação no sistema.	A nomenclatura de utilização de um retalho deixa de indicar as dimensões do mesmo. Estas são visíveis no terminal da máquina de corte.
6	Necessidade de saber diferenciar todos os tipos de materiais e medir as dimensões do retalho para identificar o retalho adequado.	Procura do retalho pelo número presente na etiqueta. Se necessário confirmar o material e as dimensões, estas características estão indicadas na etiqueta.
7	Caso o retalho indicado pelo Planeamento não seja encontrado, uma vez que já foi registada a sua saída, este não se encontra na base de dados, no entanto permanece armazenado. Por sua vez, é utilizado outro retalho do qual não é registada a saída (limitação nº 1).	Se um retalho não for encontrado é revertida a sua reserva e dada a baixa efetiva do retalho utilizado na sua vez.
8	Falta de normalização na marcação do número do retalho no Corte. É necessário marcar com marcador, tarefa com grande constrangimento e nunca realizada.	Simplificação da marcação de retalho pelo corte. Apenas é necessário imprimir e colar uma etiqueta.
9	Armazenamento de retalhos sem organização, dificultando a procura.	Picagem do código de barras do retalho e da localização em que é efetivamente armazenado, sendo esta indicada quando necessário utilizar o retalho.

5.2 1º Implementação: Processo de Gestão de Retalhos

Elaborada a proposta de melhoria, esta foi apresentada e discutida juntamente com o diretor da produção e o membro do DSI afeto ao desenvolvimento informático do presente projeto. Dada a falta de recursos do departamento de sistemas de informação pela implementação de um novo *software* de gestão - o SAP (*System Applications and Products in Data Processing*) - na organização, o responsável pelo desenvolvimento da aplicação informática colocou as seguintes limitações na conceção da proposta de melhoria:

- A aplicação não permitirá reservar um retalho, apenas serão realizados os movimentos de entrada e saída.
- Não será desenvolvida a aplicação do “pica *android*”.

Impostos os constrangimentos supramencionados foi modelado o processo de gestão de retalhos referente à primeira implementação, representado na Figura 83 do Apêndice 6. No diagrama BPMN estão também assinaladas as diferenças deste novo processo, comparativamente à proposta de melhoria apresentada.

Como se pode verificar pelo diagrama, dada a primeira limitação mantêm-se os problemas número 4 e 7 mencionados anteriormente na Tabela 12. Não sendo realizada a reserva de retalhos no Planeamento, o fluxo de informação deficiente permanece, uma vez que a saída de um retalho da base de dados não é realizada no momento da saída deste da estante de armazenamento. Consequentemente, caso o retalho indicado pelo Planeamento não seja encontrado (problema número 7) não pode ser revertida a sua reserva. No entanto, uma vez que a nova ferramenta de gestão de retalhos proposta é acessível a todos é proporcionado aos operadores do *gamba* a autonomia de registarem a saída de um retalho da base de dados, sempre que o retirarem da estante.

Por sua vez, o não desenvolvimento da aplicação para o “pica *android*” impede a associação do retalho à localização da estante de armazenamento em que este é colocado. Assim sendo, com o intuito de controlar o armazenamento de retalhos foi necessária uma organização pré-definida da estante, apresentada mais à frente nesta dissertação, na secção 5.2.2, por forma a orientar os operadores no momento de guardar e levantar os retalhos.

5.2.1 Aplicação de Gestão de Retalhos

Cientes destes problemas prosseguiu-se com o processo de desenvolvimento e implementação desta proposta, que resultou na aplicação apresentada na Figura 49.

	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quantidade	Armazém	Quantidade	Utilizar	Apagar
2488	MP11707125	ZINCO 2.5	2.5	820	851	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2487	MP11027507	INOX A181 304 2B 0.7	0.7	3000	871	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2486	MP11010407	INOX 430 BA 0.7	0.7	1200	833	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2485	MP11037009	INOX 304 SCOTBR PVC 0.7	0.7	2892	327	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2484	MP11037307	INOX 304 SCOTBR PVC 0.7	0.7	3000	662	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2483	MP11027306	INOX A181 304 2B 0.6	0.6	1305	1250	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2482	MP11087108	SCOTCH-BRITE S16 0.8	0.8	1138	710	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2481	MP11107108	GALVANIZADA 0.8	0.8	1505	630	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2480	MP11168108	GALV. REV. PVC CINZA 0.8	0.8	2638	900	1	UNI_1		Utilizar	Apagar
2459	MP11077306	INOX S16 0.8	0.8	1260	894	2	UNI_1		Utilizar	Apagar

Figura 49 – Página de gestão de retalhos desenvolvida na 1ª implementação

Entrada de um retalho na página

Como explicado na secção 5.1.1, sempre que da criação de um *layout* resulta um retalho de largura igual ou superior a 150 mm este é legível como reaproveitável e, por isso, registado na base de dados ao encargo do Planeamento. No entanto, se houver esquecimento por partes destes, o mesmo pode ser registado pelo operador do corte no momento da sua produção.

Em ambas as situações o procedimento consiste em aceder à página e inserir as especificações do novo retalho em “Criar Retalho”. Primeiramente é selecionado o tipo de material em “Material” e, para esse material, são ilustradas as espessuras disponíveis. Escolhida a espessura é selecionado o tamanho da chapa (“Tamanho”), importante para obter o “Código Matéria Prima” que identifica a chapa que originou o retalho e, assim, permitir calcular o custo do mesmo. Por fim, são registadas as dimensões do retalho, “Comprimento Retalho” e “Largura Retalho”, e a “Quantidade Retalho”. A estante de armazenamento encontra-se na Unidade 1, sendo esta selecionada por defeito, no entanto a aplicação está preparada para identificar mais que um armazém de retalhos (Figura 50).

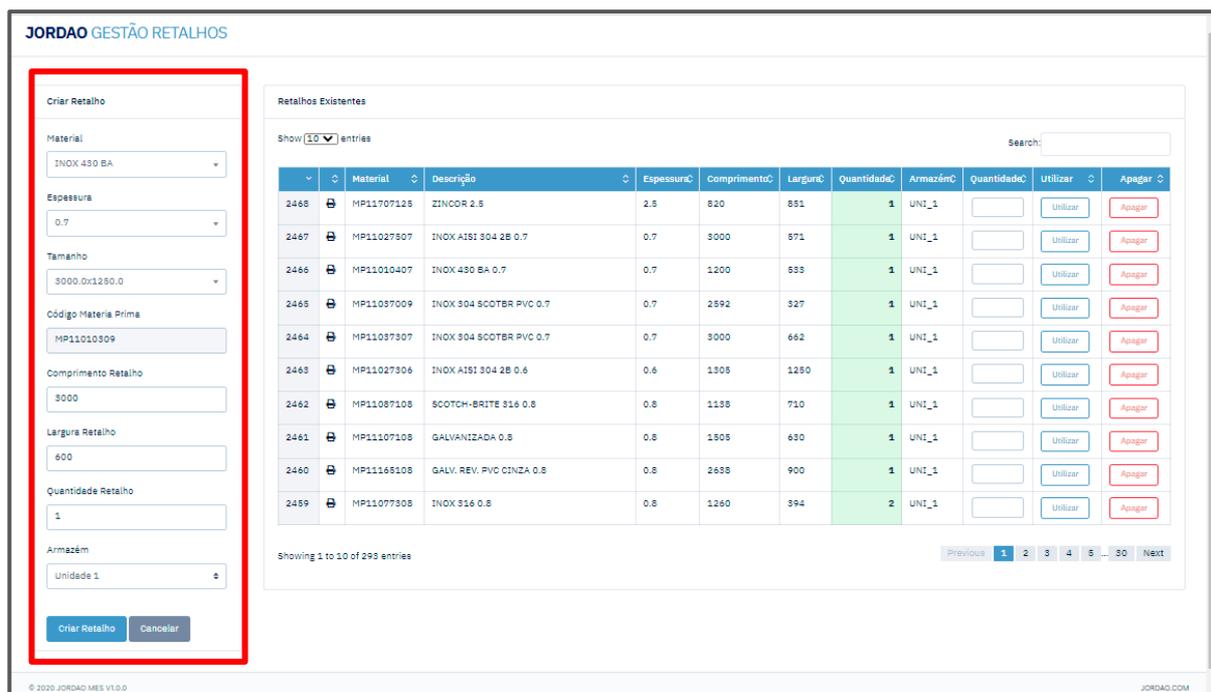


Figura 50 – Registo das características do retalho na página

Depois disto devem ser clicados os botões “Criar Retalho” e “Ok” (Figura 51), nesta respetiva ordem, pelo que a página é automaticamente atualizada e o novo registo encontra-se na primeira linha da tabela, como se pode verificar pela Figura 52.

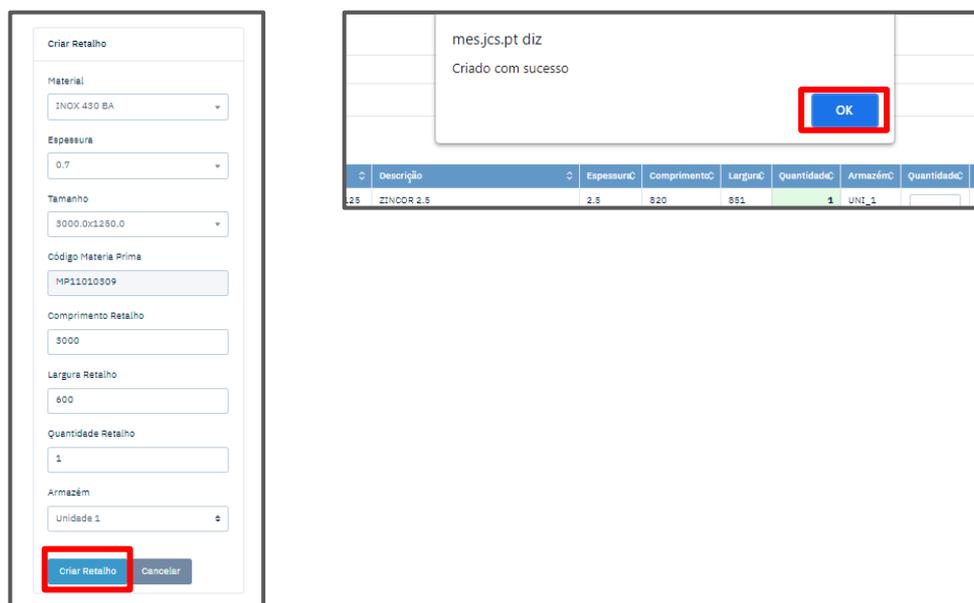


Figura 51 – Confirmar o registo de um retalho na página

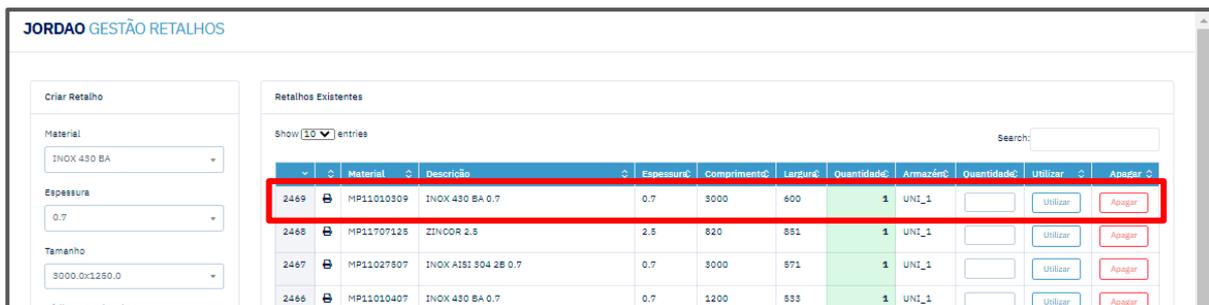


Figura 52 – Atualização do novo registo na tabela de retalhos existentes

Se houver algum erro no registo do novo retalho, este deve ser eliminado e criado um novo registo, segundo o procedimento descrito. Para eliminar um registo basta clicar em “Apagar” e confirmar a opção em “Confirm”, sendo a página novamente atualizada (Figura 53).

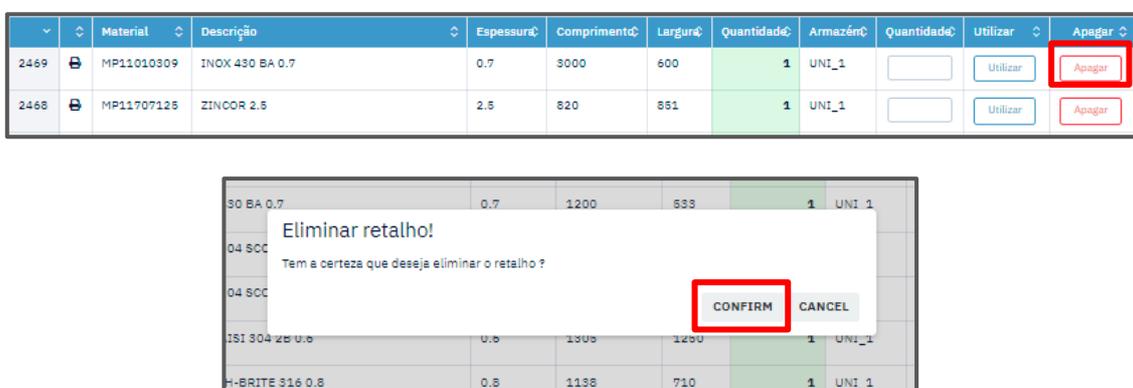


Figura 53 – Apagar registo de um retalho

Saída de um retalho na página

A saída de retalhos é dada pelo Planeamento quando o mesmo é afeto a um *layout*, e pelo Corte quando utiliza um retalho que não foi indicado pelo Planeamento. Como é possível verificar pela Figura 54, o procedimento de saída de um retalho na página de gestão de retalhos inicia-se pela filtração do retalho a procurar em “Search”. Encontrado o retalho pretendido deve ser preenchida a quantidade de retalhos a utilizar e, por fim, clicar o botão “Utilizar”.

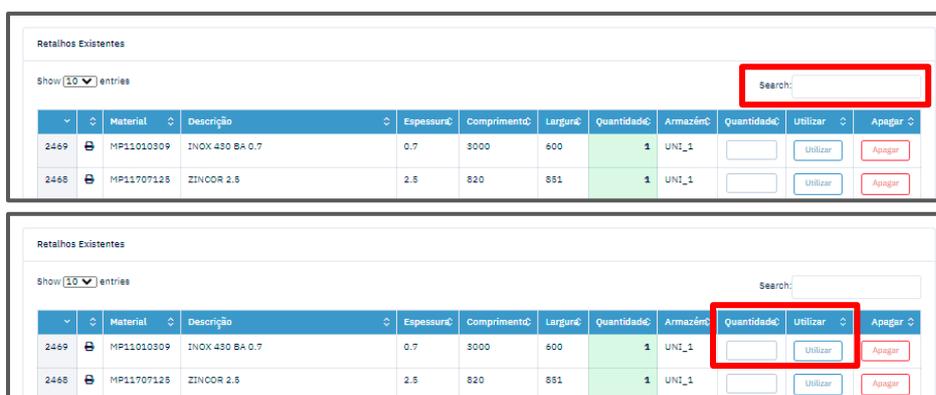


Figura 54 – Procedimento de saída de um retalho da página

5.2.2 Alteração da estante de armazenamento de retalhos

Dimensionamento

O dimensionamento inadequado da estante “Armazém de Retalhos” é uma das causas apresentadas na secção 4.2.1 que contribuem para as falhas no processo de gestão de retalhos.

Assim, foi desenvolvida uma extensão à estante existente, ilustrada na Figura 55, por forma a permitir uma melhor divisão dos retalhos de chapa e, principalmente, a facilitar a colocação de retalhos de altura elevada (1500 mm). Os desenhos técnicos necessários para a sua produção foram elaborados recorrendo ao *software* Autodesk Inventor e podem ser consultados no Apêndice 8.

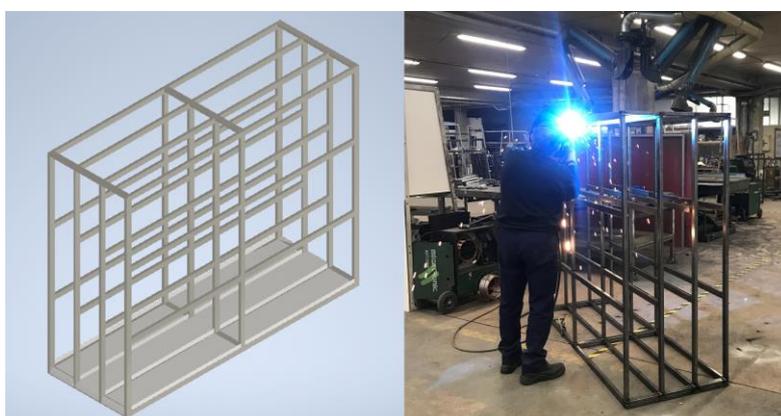


Figura 55 – Extensão da estante "Armazém de Retalhos"

Por outro lado, para guardar retalhos de pequeno comprimento foi reutilizado um carrinho prestes a ser sucitado.

Os custos associados à alteração da estante estão discriminados na seguinte Tabela 13.

Tabela 13 – Custos da extensão da estante "Armazém de Retalhos"

Recursos	Custo	Quantidade	Cálculo
Tubo aço retangular 40x20x1.5	1,79€/m	55400 mm	$55400 \times 10^{-3} \times 1,79 = 99,17\text{€}$
Chapa Zincor 3000x1500x1.5	1,04€/Kg	2085x1000	$2085 \times 1000 \times 1,5 \times (7850 \times 10^{-9}) \times 1,04 = 25,53\text{€}$
Trabalho a soldar	14€/h	3 h	$3 \times 14 = 42,00\text{€}$
Trabalho a cortar	24€/h	2 min	$(2/60) \times 24 = 0,80\text{€}$
Nº quinagens	0,35€/qui	12 quinagens	$12 \times 0,35 = 4,20\text{€}$
TOTAL			171,70€

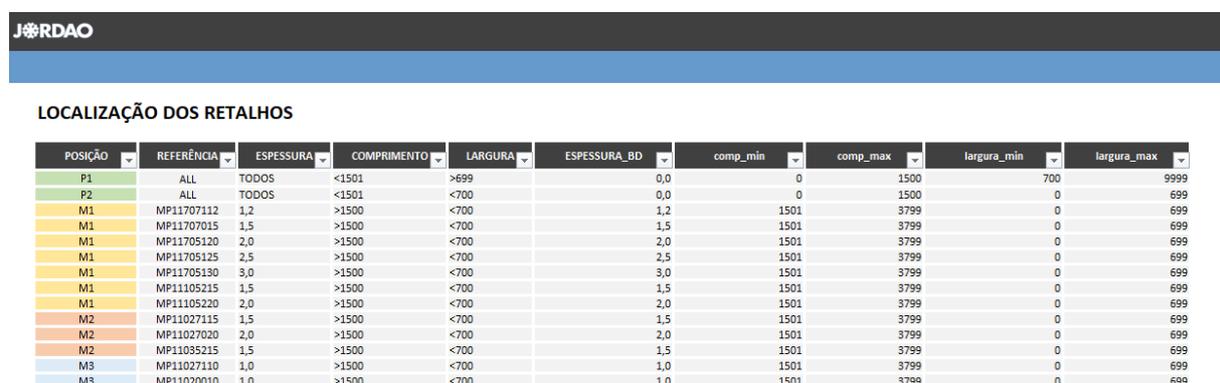
Organização

O membro do DSI responsável pelos desenvolvimentos deste projeto alegou falta de disponibilidade para desenvolver a aplicação “pica *android*”. Desta forma, foi necessário criar uma estratégia capaz de orientar os colaboradores do Corte acerca da localização da estante de armazenamento a guardar o retalho quando este sai da máquina de corte e, da mesma forma, a posição onde o procurar quando for necessário utilizá-lo.

Com o aumento do número de divisões da estante, esta passou a apresentar 15 divisões: 6 de 700 mm de altura, 6 de 1510 mm de altura e 3 de 1600 mm de altura. Adicionalmente à estante existe um carrinho de pequena dimensão capaz de armazenar retalhos dos dois lados. Tendo em conta o número de divisões existentes e os diferentes tipos de material de retalho de chapa foi realizado um *brainstorming* com a equipa do Corte acerca do rearranjo ideal da estante de armazenamento. Daqui resultaram 12 localizações:

- P1 e P2 - referentes ao carrinho de pequenas dimensões;
- M1 a M6 - divisões de 700 mm de altura;
- G1 a G6 - divisões de 1510 mm de altura;
- G7 a G9 - divisões de 1600 mm de altura.

A lista dos materiais atribuídos a cada localização foi organizada por forma a ser introduzida no sistema de gestão de base de dados, a partir da qual é automaticamente calculada a posição a armazenar determinado retalho. Dado o elevado número de condições para cada divisão, a Figura 56 representa um excerto da tabela referida, facultada ao DSI.



POSIÇÃO	REFERÊNCIA	ESPESSURA	COMPRIMENTO	LARGURA	ESPESSURA_BD	comp_min	comp_max	largura_min	largura_max
P1	ALL	TODOS	<1501	>699	0,0	0	1500	700	9999
P2	ALL	TODOS	<1501	<700	0,0	0	1500	0	699
M1	MP11707112	1,2	>1500	<700	1,2	1501	3799	0	699
M1	MP11707015	1,5	>1500	<700	1,5	1501	3799	0	699
M1	MP11705120	2,0	>1500	<700	2,0	1501	3799	0	699
M1	MP11705125	2,5	>1500	<700	2,5	1501	3799	0	699
M1	MP11705130	3,0	>1500	<700	3,0	1501	3799	0	699
M1	MP11105215	1,5	>1500	<700	1,5	1501	3799	0	699
M1	MP11105220	2,0	>1500	<700	2,0	1501	3799	0	699
M2	MP11027115	1,5	>1500	<700	1,5	1501	3799	0	699
M2	MP11027020	2,0	>1500	<700	2,0	1501	3799	0	699
M2	MP11035215	1,5	>1500	<700	1,5	1501	3799	0	699
M3	MP11027110	1,0	>1500	<700	1,0	1501	3799	0	699
M3	MP11020010	1,0	>1500	<700	1,0	1501	3799	0	699

Figura 56 – Regras da localização dos retalhos

Dada esta limitação foi necessário alterar a proposta da etiqueta apresentada na secção 5.1.2, de maneira a apresentar a localização onde esse mesmo retalho deve ser colocado (Figura 57).

LOCALIZAÇÃO (CLASSE)	CÓDIGO DE BARRAS	ID DO RETALHO
COD_MATERIAL	ESPESSURA	
COMPRIMENTO	LARGURA	
DATA DE IMPRESSÃO DA ETIQUETA (ENTRADA EM ARMAZÉM)	UTILIZADOR (QUE GUARDA O RETALHO – CORTE)	



Figura 57 – Etiqueta de retalho implementada

5.2.3 Implementação e instruções de trabalho

Depois de desenvolvida a aplicação de gestão de retalhos iniciou-se a sua implementação na semana 13 do ano de 2021, após 4 meses de projeto e seguiu as fases descritas na Tabela 14.

Tabela 14 – Fases da implementação da página

Fase	Descrição	Semana
1	Implementação da página de gestão de retalhos no Planeamento. Testes à página e pequenas alterações informáticas. Formação ao Planeamento.	S13 (29 março a 4 abril)
2	Alterações dos terminais das máquinas de Corte. Instalação de um monitor e impressora de etiquetas no Corte. Formação ao Corte e implementação de instruções de trabalho. Registo na BD, colocação de etiquetas e alocação à respetiva localização de todos os retalhos.	S14 (5 abril a 11 abril)
3	Implementação de indicadores de desempenho.	S15 (12 abril a 18 abril)

Alteração dos terminais das máquinas de corte

Sempre que existe a indicação de marcação de um retalho, no terminal de ambas as máquinas de corte, é visível um botão na aba “Ordens” (Figura 58) que quando pressionado imprime automaticamente a etiqueta referente a esse retalho.

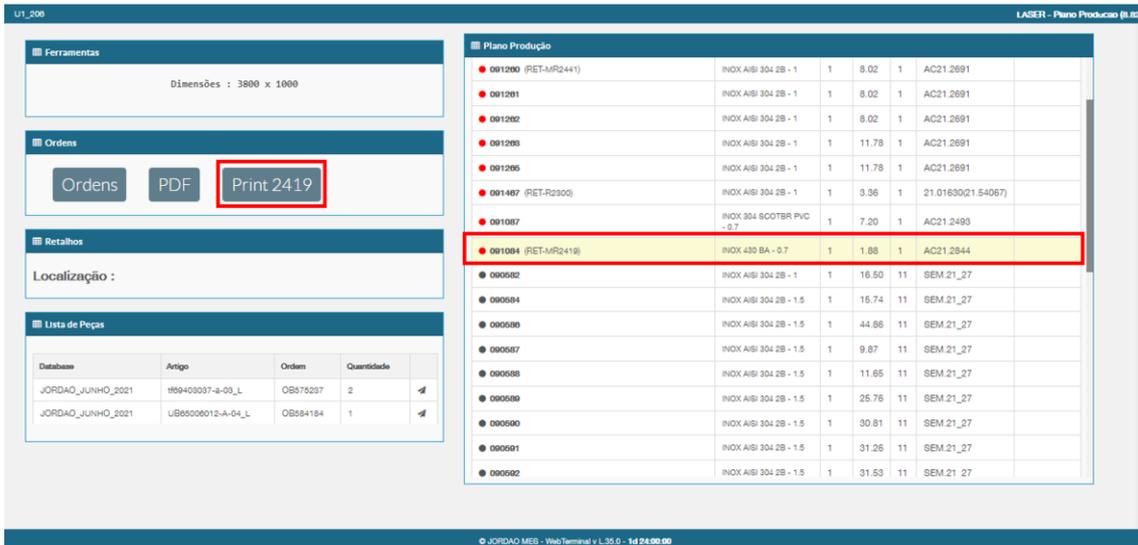


Figura 58 – Imprimir etiqueta no terminal

Se porventura o Planeamento não tiver registado um retalho, depois de produzido o Corte pode realizar esse registo e imprimir a etiqueta a partir da aplicação, tal como indicado na Figura 59.

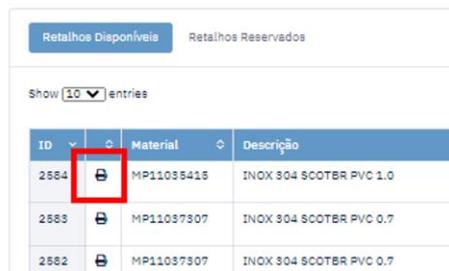


Figura 59 – Imprimir etiqueta na página

Como ilustrado na Figura 60, quando o operador tiver que utilizar um retalho indicado pelo Planeamento, a localização deste é mencionada na aba “Retalhos”.

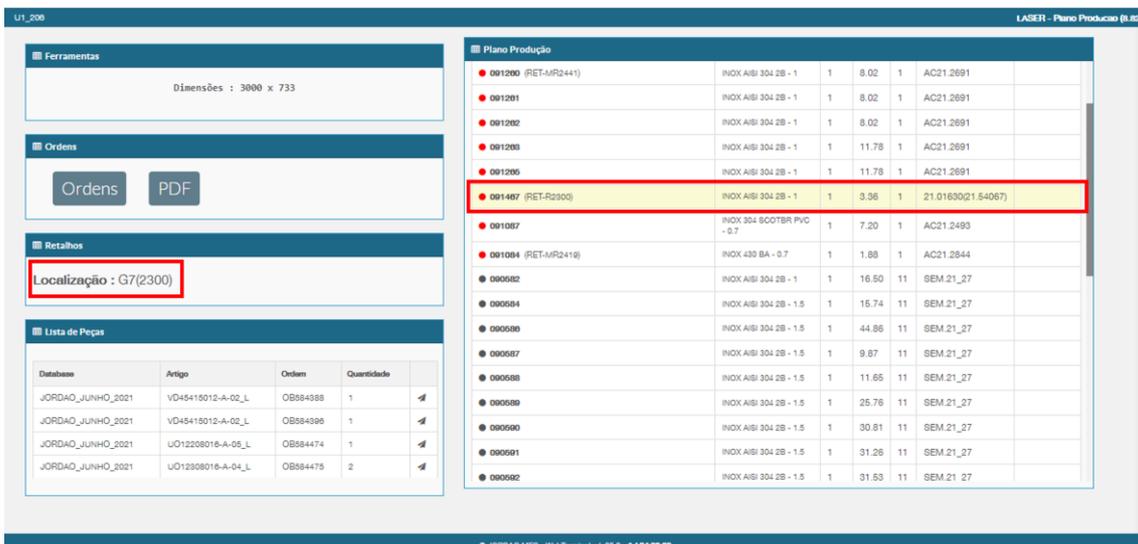


Figura 60 – Indicação da localização do retalho a procurar

Tal como mencionado na descrição do processo referente à primeira implementação, uma vez que não foi desenvolvido o “pica *android*” não é assegurada a posição em que o retalho é efetivamente colocado, sendo estas localizações uma indicação do sistema segundo a lista pré-definida.

Instalação de um monitor e de uma impressora de etiquetas

Na secção 4.2.1 a impossibilidade de o Corte verificar a disponibilidade de retalhos, dar entrada e saída dos mesmos e a utilização de retalhos por várias secções da empresa sem comunicação ao Planeamento são 3 dos problemas identificados.

De modo a solucionar estes problemas foi implementado um monitor para acesso à página de gestão de retalhos a todas as secções. Para tal foi reutilizado uma mesa já existente, à qual foi adicionado um suporte por forma a cumprir as dimensões antropométricas recomendadas para o trabalho em pé apresentadas na Figura 61.



Figura 61 – Dimensões antropométricas recomendadas para o trabalho em pé

Assim, por forma a avaliar se a altura da mesa cumpre o valor antropométrico recomendado, considerando que a altura máxima do balcão não deve ultrapassar a altura dos cotovelos e tendo em conta os dados antropométricos da Figura 95 (Anexo 1) para a característica “altura do cotovelo relativamente ao solo”, para uma satisfação de 95% da população, tem-se que:

- A altura mínima do balcão deve ser 914 mm, considerando que esta resulta da maior altura atingida pelos indivíduos do sexo feminino mais baixos, sendo ainda aplicada a correção de calçado.

$$\begin{aligned} \text{Altura máxima do balcão} &= P_5 \text{ Feminino Altura do Cotovelo} + \text{Correção de calçado (CC)} \\ &= 889 + 25 = 914 \text{ mm} \end{aligned}$$

- A altura máxima do balcão deverá ser 991 mm, uma vez que provém da maior altura atingida pelos indivíduos do sexo masculino mais baixos, aplicando-se também uma correção de calçado.

$$\begin{aligned}\text{Altura máxima do balcão} &= P_5 \text{ Masculino Altura do Cotovelo} + \text{Correção de calçado (CC)} \\ &= 966 + 25 = 991 \text{ mm}\end{aligned}$$

A mesa utilizada tem uma altura de 900 mm pelo que cumpre o intervalo 914 - 991 mm.

Posto isto, de forma semelhante, foi calculado o valor recomendado para a altura do monitor uma vez que altura mínima do monitor não deve ser inferior à altura dos olhos. Posto isto, atendendo aos dados antropométricos para “altura dos olhos relativamente ao solo”, especificados na Figura 95, para uma satisfação de 95% da população, conclui-se que a altura mínima do monitor deve ser de 1732 mm. Esta altura resulta da maior altura atingida pelos indivíduos do sexo masculino mais alto com correção de calçado.

$$\begin{aligned}\text{Altura mínima do monitor} &= P_{95} \text{ Masculino Altura dos olhos} + \text{Correção de calçado (CC)} \\ &= 1707 + 25 = 1732 \text{ mm}\end{aligned}$$

Desta forma, foi necessária a construção de um suporte para o monitor por forma a garantir 1732 mm de altura, tendo-se obtido o seguinte setor de acesso à página (Figura 62).



Figura 62 – Posto de acesso à página de gestão de retalhos

Para evitar a deslocação do operador da máquina de corte sempre que este necessitar de aceder à página, foi dado o acesso a esta a partir dos terminais das máquinas de corte.

Formação aos colaboradores e instruções de trabalho

De modo a facilitar o processo de aprendizagem dos operadores e garantir a normalização dos processos inerentes à gestão de retalhos, recorreu-se à criação de *standards* e instruções de trabalho. Para tal,

foram utilizadas as *One Point Lesson* (OPL), que consistem em pequenas apresentações visuais até duas páginas, com duração máxima de 10 minutos. Estas utilizam uma linguagem simples e eficaz suportada em diagramas, imagens ou ilustrações. As OPL desenvolvidas encontram-se apresentadas no Apêndice 9.

Face às circunstâncias de trabalho na fábrica, existia a dificuldade de retirar os operadores do seu posto de trabalho e realizar a formação em sala. O recurso às OPL remete também para a metodologia *On Job Training*. Assim sendo, o processo de aprendizagem desenvolveu-se no *gemba*, em que as competências são desenvolvidas através da exposição ao trabalho real.

5.2.4 Redução do tempo de procura de um retalho

Da mesma forma que o estudo apresentado na secção 4.2.2, primeiramente foram realizadas 20 observações para o tempo a procurar um retalho, presentes na Tabela 15.

Tabela 15 – 1ª série de 20 observações da operação procurar retalho após melhorias implementadas

Procura retalho																				
Obs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TO (s)	17	20	23	19	22	20	21	19	18	17	20	18	22	19	21	15	22	20	18	19

De seguida, efetuou-se o cálculo do número de observações necessárias, apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Cálculo do N' da 1ª série de observações após melhorias implementadas

Operação	m	s	N'
Procurar retalho	19	2	17

Dado que o número de observações necessárias é inferior a 20 ($N' < N$), concluiu-se que o número de observações realizadas era suficiente. Desta forma, considerando o valor de FA constante e igual a 100, o tempo normalizado é igual ao tempo médio de procura de um retalho, indicado na Tabela 17

Tabela 17 – Tempo normalizado da operação procurar retalho após melhorias implementadas

Operação	TN (s)
Procurar retalho	19

Pelo estudo dos tempos concluiu-se que para procurar um retalho, após implementadas as melhorias propostas, demorava-se cerca de 19 segundos.

Posto isto, à semelhança do cálculo apresentado na secção 4.2.2, foi calculado o custo associado à procura de retalhos depois da implementação das melhorias, obtendo-se a Tabela 18.

Tabela 18 – Resumo dos tempos e custos após melhorias implementadas

	Tempo		Custos	
	1 dia	1 ano	1 dia	1 ano
Procurar retalho	10 min	44 h	2,33€	616€

5.2.5 Indicadores de desempenho

Como forma de monitorização das quantidades geradas e consumidas de retalhos de chapa foram desenvolvidos indicadores de desempenho. Como se pode verificar pela Figura 63, são calculados em tempo real os seguintes indicadores:

- A Quantidade (#) de retalhos em armazém;
- O Valor Monetário (€) em retalhos armazenados;
- A Quantidade de retalhos (#) acumulada reaproveitada, desde a criação do novo sistema de gestão;
- O Valor Monetário (€) acumulado de retalhos reaproveitados.

Para cada semana são traduzidos graficamente o custo de retalhos criados e o custo de retalhos utilizados.

Como se pode verificar pela Figura 63, em “Estatística Retalhos”, no momento de análise dos KPI pode-se concluir que na estante de armazenamento existiam 937 retalhos de chapa, que corresponde a 11.551€. Desde a implementação do sistema de gestão de retalhos foram reaproveitados 853 retalhos, avaliados em 12.528€.

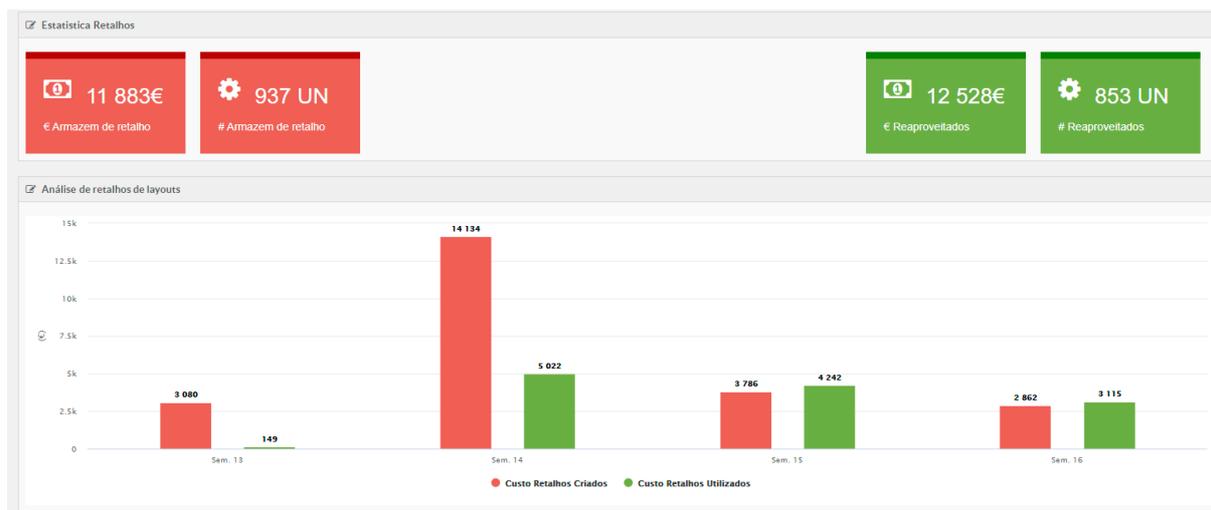


Figura 63 – KPI's de retalhos de chapa (semana 16)

A semana 13 diz respeito ao período de implementação da aplicação no Planeamento, tendo-se verificado apenas registo de retalhos. Na semana seguinte tomou lugar o registo de todos os retalhos armazenados na base de dados, pelo que se verifica um custo de retalhos criados de cerca de 14 mil euros. A partir da semana 15 a implementação da página de gestão de retalhos estava concluída, passando a ser utilizada diariamente.

Semanalmente, à sexta-feira, o diretor do departamento de Planeamento da Produção é responsável pelo envio dos indicadores, via e-mail, para o diretor geral - CEO e o diretor da produção. Face aos valores espelhados por estes indicadores é realizada uma análise crítica dos mesmos e preenchida uma tabela partilhada (Figura 64) acerca das ações a tomar para diminuir a produção de retalhos e aumentar o seu consumo. Desta forma, é feita uma análise geral dos indicadores e incentivado o espírito crítico acerca de como os racionalizar.

Na Figura 64 estão representadas duas ações importantes para diminuir a produção de retalhos.

Ações Retalhos				
Descrição ação	Objetivo	Responsavel	Data conclusão	Fecho
Comprar chapa - Inox 441 Scot.Brite 2200x1000x0.7 (MP2A000003)	Produzir laterais dos Armarios Next e desta forma evitar a criação de retalho deste tipo de chapa.	Bruno Fernades	01-06-2021	
Comprar chapa - Galvanizado 0.6 3000x1000	Produzir os fundos dos Murais Futuro 2 e desta forma reduzir a criação de retalhos deste tipo de chapa	Bruno Fernades		

Figura 64 – Ações semanais para racionalizar a gestão dos retalhos

Planeamento e Corte apontaram que eram gerados muitos retalhos pela impossibilidade de otimizar a chapa sempre que são produzidos os laterais dos Armários Next e os fundos dos Murais Futuro 2. Por forma a contrariar isto foi sugerida a compra de chapa de menores dimensões, ao encargo do responsável pela compra de chapa do departamento de Compras.

5.3 2ª Implementação: Processo de Gestão de Retalhos

Após a primeira implementação, a monitorização semanal dos indicadores de desempenho desenvolvidos evidenciou a importância de uma correta gestão de retalhos, sendo esta reconhecida por todos os participantes no projeto, incluindo a gestão da JORDÃO.

Desta forma, após a execução das fases “*Plan*” e “*Act*” do ciclo PDCA, tomou lugar a etapa “*Check*”, tal como referido na secção 2.2.1, onde é analisada a viabilidade desta solução, comparando-a com a situação inicial. Posto isto, 3 semanas após a 1ª implementação (semana 19), foi realizado um levantamento dos problemas e possíveis oportunidades de melhoria acerca da mesma junto dos colaboradores do Corte e do Planeamento. Com esta informação realizou-se uma reunião com todos os participantes neste projeto - o Corte, o Planeamento, o diretor da produção e o membro do DSI - por forma a discutir sugestões de melhoria para os problemas previamente levantados.

Desta reunião resultou a seguinte Tabela 19, onde é discriminado o problema, a sua descrição, sugestão de melhoria e responsáveis na concretização da mesma.

Tabela 19 – Reunião *Kaizen* após a 1ª implementação

Problema	Descrição	Sugestão de melhoria	Responsável
O fluxo de informação não acompanha o fluxo de materiais.	A baixa efetiva de um retalho é dada antes do mesmo ser utilizado. No caso de não se encontrar o retalho, este é registado como consumido quando na realidade permanece em armazém. Por outro lado, no Planeamento pode ocorrer erros de utilizador e ser registada a saída do retalho errado.	Criação de uma página de "Retalhos em utilização". Quando é realizada a saída de um retalho, pelo Planeamento, o mesmo é transferido para a página em utilização. Nessa página há a possibilidade de "Reverter" esse retalho caso não tenha sido utilizado. Quando utilizado é acionado o botão "Finalizar", passando a baixa efetiva a ser validada no corte aquando da sua utilização.	Luis Fernandes (DSI)
A ordem de utilização de um retalho sem que o mesmo tenha sido produzido.	Uma vez que não consta, na página de Gestão de Retalhos, a data e hora de criação do retalho verifica-se, no corte, o pedido de utilização de um retalho que ainda não foi fisicamente produzido.	Registo da data de criação do retalho.	Luis Fernandes (DSI)
Falhas na gestão da criação dos <i>layouts</i> .	Quando é registada a saída do retalho errado na página não existe um mecanismo por forma a recuperar esse mesmo retalho. Desta forma, ele permanece em armazém sem registo.	A página de "Retalhos em utilização" permitirá ao Planeamento reverter a utilização de um retalho, em caso de engano.	Luis Fernandes (DSI)
Elevado número de retalhos em formato "L".	Quando é gerado um retalho com formato "L", do qual só é marcado um retalho, o colaborador do corte tem que se deslocar à guilhotina para cortar e armazenar corretamente o mesmo.	Sugere-se que estes tipos de retalhos sejam cortados no <i>layout</i> por forma a economizar tempo desta tarefa sem valor acrescentado no corte.	António Vilar e Alexandre (Planeamento)
Falta de retalhos de determinados materiais.	Elevado número de retalhos de um dado material, mas de espessura diferente da necessária.	Sempre que não houver retalho de um material com espessura 0,6, utilizar o mesmo material, mas com espessura 0,7 ou 0,8.	Corte e Planeamento
Falhas na colocação de retalhos na localização indicada	Dadas as limitações de espaço na unidade fabril e a volatilidade de materiais utilizados a cada programação, por vezes uma determinada localização excede a sua capacidade de armazenamento numa semana, podendo estar vazia na seguinte. Assim, se um retalho não poder ser armazenado na localização indicada e, por isso, for armazenado noutra local não há registo desta alteração, podendo-se perder.	"Pica <i>android</i> ": permitirá fazer o <i>match</i> do retalho e da localização onde o mesmo se encontra armazenado.	Luis Fernandes (DSI)

Como previsto antes da implementação desta proposta, permanece um problema crítico identificado na situação inicial, que consiste na saída efetiva dos retalhos a cargo do Planeamento. Concluiu-se, tal como mencionado na proposta de melhoria, que a realização de reservas é crucial para o pleno desempenho da aplicação. Sem esta funcionalidade permanece um fluxo de informação deficiente contribuindo para o desvio de quantidades.

A empresa consciencializou-se da importância desta funcionalidade e foi dada máxima urgência no seu desenvolvimento e implementação. Para além disto, foi incrementado na página a data de criação de um retalho, por forma a eliminar o erro de pedido de utilização de um retalho antes que este seja cortado.

No entanto, o desenvolvimento do “pica *android*” foi novamente negado sendo sugerido como proposta de trabalho futuro.

No Apêndice 7 encontra-se representado a modelação do processo referente à 2º implementação e identificadas as limitações face ao não desenvolvimento da aplicação “pica *android*”:

- O registo de entrada e saída de um retalho no corte tem de ser realizado na página;
- O retalho é armazenado segundo a localização indicada, não sendo esta garantida.

De seguida, é apresentada a nova página de gestão de retalhos, baseada na apresentada na secção 5.2.1, e utilizando o mesmo sistema de gestão de base de dados.

Aplicação de Gestão de Retalhos

A ferramenta de gestão de retalhos passou a apresentar dois separadores, “Retalhos Disponíveis” e “Retalhos Reservados”, representados na Figura 65.

JORDAO GESTÃO RETALHOS

Criar Retalho

Material:
Select an option

Código Materia Prima

Comprimento Retalho

Largura Retalho

Quantidade Retalho

Armazém
Unidade 1

Retalhos Disponíveis
Retalhos Reservados

Show 10 entries

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2584	MP11035415	INOX 304 SCOTER PVC 1.0	1.0	1106	1250	1	2021-07-14 14:30	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2583	MP11037307	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	1156	1099	1	2021-07-14 14:26	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2582	MP11037307	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3000	400	1	2021-07-14 14:26	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2581	MP11165106	GALV. SEV. PVC CINZA 0.6	0.6	1711	1250	1	2021-07-14 12:30	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2580	MP11707008	ZINCO 0.8	0.8	1105	1500	1	2021-07-14 12:09	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2579	MP11010309	INOX 430 BA 0.7	0.7	1307	850	1	2021-07-14 12:03	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2578	MP11010309	INOX 430 BA 0.7	0.7	3000	1107	1	2021-07-14 12:01	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2577	MP11077308	INOX 316 0.8	0.8	1500	671	1	2021-07-14 11:59	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2576	MP11165106	GALV. SEV. PVC CINZA 0.8	0.8	3000	428	1	2021-07-14 11:37	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2575	MP11038108	SCOTCH-BRITE 441 0.7	0.7	1879	978	1	2021-07-14 11:20	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>

Showing 1 to 10 of 301 entries

Previous 1 2 3 4 5 - 31 Next

Figura 65 – Página de gestão de retalhos desenvolvida na 2º implementação

A entrada de um retalho na base de dados é registada na página de “Retalhos Disponíveis” segundo o procedimento a apresentado na secção 5.2.1. Quando utilizado pelo Planeamento, o retalho é reservado passando para a página de “Retalhos Reservados”.

Na aba de retalhos reservados podem ser realizadas duas operações:

- “Libertar” retalho – O retalho não foi efetivamente pelo corte, voltando a estar disponível e visível ao Planeamento.
- “Consumir” retalho – O retalho reservado foi utilizado sendo realizada a baixa efetiva do mesmo, aquando da sua saída do armazém de retalhos.

Para consumir ou libertar um retalho deve ser inserida a quantidade e pressionados os botões delimitados na seguinte Figura 66.



ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	ações
2541	MP11037307	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3000	441	1	2021-07-12 17:08	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Consumir"/> <input type="button" value="Libertar"/>
2556	MP11037009	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	2895	382	1	2021-07-12 10:06	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Consumir"/> <input type="button" value="Libertar"/>

Figura 66 – Página de retalhos reservados desenvolvida na 2º implementação

Em virtude das alterações à aplicação foram criadas novas instruções de trabalho para a reserva e saída de retalhos da base de dados (Apêndice 10) e apresentadas aos colaboradores.

5.4 Correção da ferramenta de cálculo do OEE

Identificadas as falhas da ferramenta de cálculo do OEE apresentadas na secção 4.2.3, procedeu-se ao desenvolvimento de propostas para as eliminar. Para tal foi implementado o *login* e *logout* obrigatórios, ilustrado na Figura 67, sem os quais não é possível operacionalizar a máquina. Desta forma garante-se um correto cálculo de tempo disponível, assim como do número de operários a executar o equipamento.

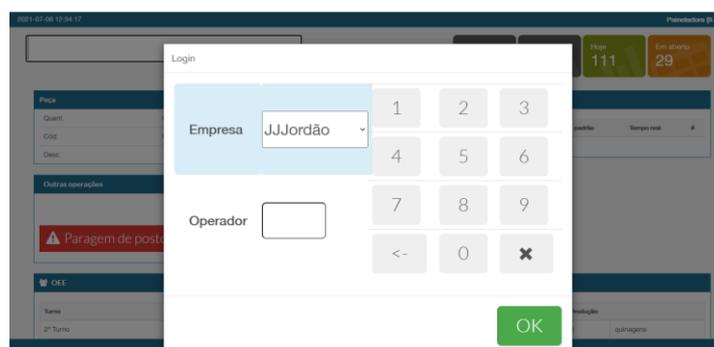


Figura 67 – Login obrigatório

Foram também corrigidas as fórmulas utilizadas para o cálculo da disponibilidade, rendimento, qualidade e OEE, atendendo às equações (1), (2), (3) e (4) anteriormente apresentadas. Por fim, foi uniformizada a unidade de medida ao turno para todos os indicadores. Depois disto obteve-se a seguinte página de cálculo do OEE apresentada na Figura 68.

Informação da máquina							Turno			
Centro	Tipo Centro	Setor	Estado	Paragem C.	Paragem P.	OEE	Dispo.	Rend.	Qual.	
Quinadora BB2512	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			64,61 %	100 %	65 %	100 %	
Quinadora PF-8020	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			32,60 %	100 %	33 %	99 %	
Quinadora PF-9025	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			0,00 %	0 %	0 %	0 %	
Paineladora	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			35,24 %	100 %	35 %	100 %	
Quinadora PF18040	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			62,75 %	100 %	63 %	100 %	
Laser IRIS	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			77,47 %	100 %	77 %	100 %	
PZ1631	CM	Maquinação de chapa	●●●●●			5,52 %	100 %	6 %	100 %	

Figura 68 – Ferramenta de cálculo do OEE após correções

No entanto, por avarias nos terminais das máquinas não foi possível contabilizar as paragens durante o tempo de realização do presente projeto, permanecendo esta falha por resolver. Consequentemente, não foi possível obter valores reais e fiáveis de interpretar.

5.5 Organização e normalização da secção

Cientes da importância de um espaço de trabalho organizado e normalizado a JORDÃO iniciou o programa “JORDÃO +5”. Este é um programa que tem como objetivo a implementação da metodologia 5S em todo o *shop floor*, com início em janeiro de 2020, cerca de um mês do começo do presente projeto de dissertação. Todo o regulamento e condições do programa JORDÃO +5 pode ser consultado no Anexo 2.

Dada a calendarização definida para implementação dos 5S na maquinação e a recompensa monetária prometida não foi possível aplicar estes apenas na maquinação, por forma a não sair dos moldes do programa.

Desta forma, durante o presente projeto de dissertação foram implementados os dois primeiros passos desta técnica - separar e organizar - em toda a organização, sendo que este projeto teve um papel ativo na implementação destes a um nível mais aprofundado, como é exemplo o fluxo de caixas *kanban*.

Por forma a organizar as caixas *kanban* por ordem de chegada, quer ao Corte, quer à Quinagem, foram reutilizadas duas estantes que iriam ser sucata. Estas estantes apresentam 5 prateleiras, uma por cada dia útil, onde as caixas devem ser colocadas na prateleira correspondente ao dia da semana de levantamento da mesma (Figura 69).



Figura 69 – Estante de caixas *kanban*

Desta forma é garantido:

- Um único espaço para colocar as caixas, no corte e na quinagem;
- O FIFO, pelo que as peças das primeiras caixas colocadas na estante são as primeiras a ser produzidas;
- O propósito do processo de duas caixas, deixando de haver sobreprodução das mesmas peças sem necessidade.

Com a intenção de quantificar o impacto desta melhoria foi calculado, à semelhança do estado inicial apresentado na secção 4.2.4, o número de a percentagem de ordens de produção de caixas *kanban* fabricadas dentro do prazo de entrega no período de uma semana. Concluiu-se que cerca de 50% das ordens são fabricadas respeitando o *lead time* de 3 dias.

Esta nova organização permite uma gestão visual das caixas a produzir nos prazos de entrega pretendidos, de forma simples e intuitiva.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo deste capítulo são sumariados os resultados obtidos com a implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5.

6.1 Melhorias no processo de gestão de retalhos

Nesta secção são apresentados os resultados com a 2^o implementação do novo processo de gestão de retalhos nomeadamente, os resultados da aplicação de gestão de retalhos, os resultados da organização da estante de “Armazém de retalhos”, a redução do tempo na procura de um retalho e a redução de WIP e custos.

6.1.1 Resultados da aplicação de gestão de retalhos

O desenvolvimento da aplicação de gestão de retalhos, apresentada na secção 5.3, possibilitou a resolução dos problemas que a empresa enfrenta relativamente ao fluxo de informação, desde o departamento de Planeamento da Produção até ao chão de fábrica, mais especificamente o Corte.

Em forma de conclusão, o programa conseguido após a 2^o implementação permite:

- Simplificar a gestão da informação entre Planeamento e Corte;
- Motivar os operadores do Corte a marcar retalhos;
- Motivar o Planeamento na utilização de retalhos.

Com aplicação resultou um programa de carácter simples e intuitivo, acessível a todos os usuários. Dado o envolvimento de todos na construção do mesmo, estes aceitaram a introdução do mesmo de forma significativamente positiva. Inicialmente reinava a discórdia entre o Planeamento e o Corte no que concerne à gestão dos retalhos, dadas as elevadas falhas no fluxo de informação. Com esta implementação foi conseguido um trabalho em conjunto para um objetivo mútuo, conseguindo o trabalho em equipa destes grupos e a sua motivação para uma melhoria continuada do processo.

6.1.2 Resultados da organização da estante “Armazém de retalhos”

A organização da estante de armazenamento de retalhos segundo localizações e a indicação no terminal das máquinas de corte da localização de armazenamento do retalho necessário, tal como mencionado na secção 5.2.2, trouxe como principal resultado localizar os retalhos de forma rápida e intuitiva (Figura

70). Desta forma, esta deixou de representar uma tarefa de grande constrangimento para os operadores, motivando-os na manutenção do processo.



Figura 70 – Resultado da organização da estante

6.1.3 Redução do tempo de procura de um retalho

Através do estudo dos tempos, recorrendo à cronometragem, aferiu-se a cerca dos elevados tempos despendidos na procura de retalhos de chapa. Com o recurso à modelagem BPMN foram identificadas as causas que contribuem para a existência destes tempos e, pela implementação de um novo processo e utilização de ferramentas como o *standard work*, foi conseguida a redução nos tempos desta operação.

Para o cálculo da redução foi utilizada a seguinte equação (8).

$$\% \text{ Redução de tempo} = \frac{\text{Tempo inicial} - \text{Tempo final}}{\text{Tempo inicial}} \times 100 \quad (8)$$

De forma a melhor visualizar as diferenças nos tempos e custos na procura de retalhos apresentados na secção 4.2.2, para o estado inicial, e na secção 5.2.4, após implementada a melhoria da ferramenta de gestão de retalhos, formulou-se a seguinte Tabela 20.

Tabela 20 – % de redução de tempo e custos por dia

	Tempo/dia		Custos/dia		Redução
	1 dia	1 ano	1 dia	1 ano	
Estado inicial	31 min	137 h	7,23€	1.918€	68%
Estado final	10 min	44 h	2,33€	616€	

Os resultados indicam que pelas propostas de melhoria implementadas conseguiu-se uma redução de 68% no tempo de procura de retalhos e, conseqüentemente, nos custos do operador encarregado desta tarefa, estando disponível para outras.

6.1.4 Redução de WIP e custos

Com a implementação dos indicadores de desempenho e a aplicação semanal do ciclo PDCA, verificou-se um aumento do número de retalhos de chapa consumidos, em detrimento do número de retalhos de chapa gerados.

Comparando o valor dos indicadores da semana 22, apresentados na Figura 71, com os valores da semana 16, mencionados na secção 5.2.5, conclui-se que houve uma redução de 21% no número de retalhos em armazém. De notar que o custo desta quantidade de retalhos é superior à inicial dada a flutuação do preço da chapa no mercado, devido à sua escassez, comprovando mais uma vez a importância deste projeto para a organização.

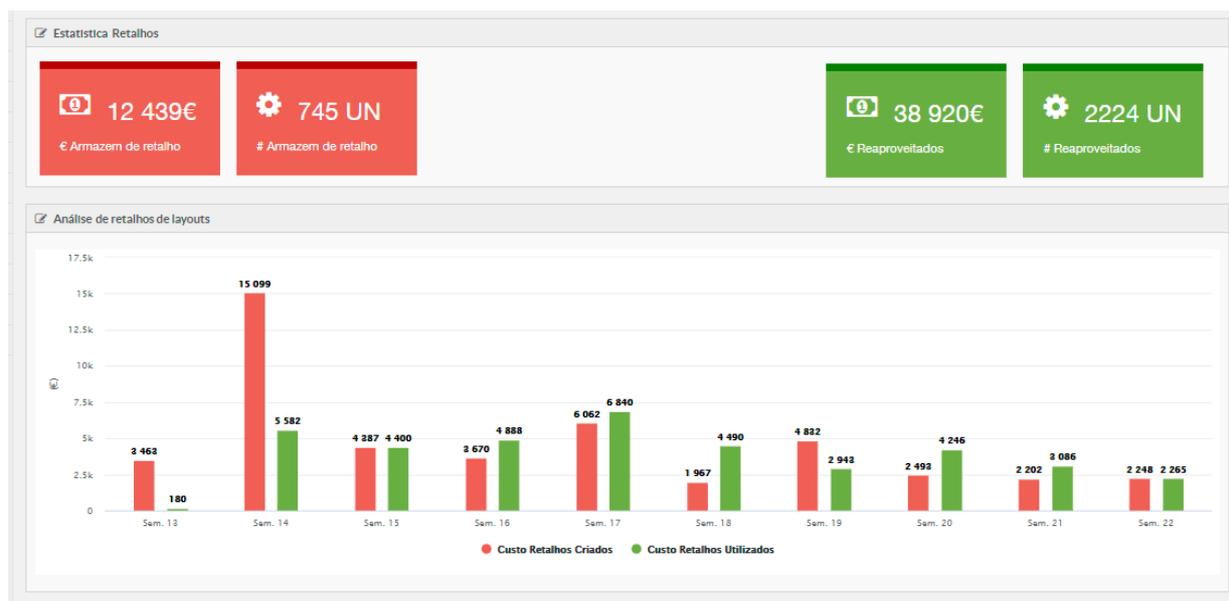


Figura 71 – KPI's de retalhos de chapa semana 22

Por sua vez, impostas todas as melhorias no processo de gestão de retalhos, 3 semanas depois de realizada a 2º implementação, ou seja, 9 semanas após a 1º implementação, verificou-se que foram reutilizados cerca de 2224 retalhos no valor de 38.920€. Posto isto, é importante comparar estes resultados com os obtidos pela gestão de retalhos inicial, apresentada na secção 4.2.1. Como se pode verificar pela Tabela 21, pelo presente projeto, em 9 semanas conseguiu-se aumentar a utilização de retalhos em 97%.

Tabela 21 – Tabela resumo de quantidade e custos dos estados inicial e final

	Quantidade	Custo
Estado inicial (2020)	2991	54.982€
Estado final (9 semanas)	2224	38.920€
Previsão (1 ano)	+ 97% que 2020	- 76% que 2020

6.2 Melhoria da ferramenta informática de cálculo do OEE

Com a melhoria da ferramenta informática de cálculo do OEE, pela correção das respetivas fórmulas de cálculo e uniformização da unidade de medida, obteve-se uma ferramenta viável, preparada para ser utilizada no futuro.

6.3 Melhoria da organização e normalização da secção

Pela normalização do processo de caixas *kanban* foi conseguido uma otimização do espaço pela limitação do local a colocar as caixas, tal como se pode constatar pela Figura 72. Para além disto, o fluxo das caixas respeita o FIFO, onde tal como o nome indica as primeiras a entrar são as primeiras a sair. Desta forma o número de ordens de produção, que equivale ao número de caixas, produzidas dentro do prazo de entrega aumentou cerca de 24%.



Figura 72 – Resultado da normalização do processo de caixas *kanban*

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as principais considerações finais do presente projeto de dissertação onde são evidenciados os principais resultados obtidos e, ainda, recomendações de propostas futuras.

7.1 Considerações finais

O projeto de dissertação teve como principal objetivo a melhoria do desempenho de uma secção de corte e quinagem que foi alcançado pela aplicação de ferramentas e princípios *Lean*.

O primeiro passo do projeto focou-se na observação e análise do sistema produtivo da organização, desde a chegada da matéria-prima até à expedição do produto acabado, passando por todos os setores produtivos. Depois disto, foi realizada uma análise mais detalhada à secção em estudo, a maquinação, recorrendo para tal a ferramentas de diagnóstico, nomeadamente BPMN, diagrama de *Ishikawa* e estudos dos tempos por cronometragem. Estas possibilitaram a identificação dos seguintes problemas: falhas no processo de gestão de retalhos, elevados tempos na procura de retalhos, falhas na ferramenta de cálculo do OEE e falta de organização e normalização da secção. Por sua vez, foram identificados os desperdícios associados a estes problemas, tais como inventário, esperas, defeitos, processamento incorreto, sobreprodução e não aproveitamento do potencial humano.

As falhas no processo de gestão de retalhos de chapa foram melhoradas através da análise de todo o processo recorrendo ao BPMN, que permitiu modelar o processo e, desta forma, através do diagrama de *Ishikawa* ou Causa-Efeito identificar as causas que conduzem ao desvio entre a quantidade de retalhos teórica, registada no Excel, e a quantidade de retalhos real, armazenada no Corte. A implementação de uma nova ferramenta de gestão de retalhos, desenhada pela cooperação conjunta dos envolvidos no processo (Planeamento e Corte), e recorrendo ao Diagrama de Entidades e Relacionamentos permitiu simplificar a gestão da informação entre Planeamento e Corte e, conseqüentemente, melhorar o fluxo de informação e de materiais na secção em estudo. Pela análise ergonómica, foi construído no espaço fabril um posto de acesso à página de gestão de retalhos adequado a todos os utilizadores, tendo sido criadas instruções de trabalho e desta forma normalizado todo o processo. Para além disto, foi redimensionada e organizada a estante “Armazém de retalhos” com o intuito de simplificar as operações de armazenamento e procura de retalhos. Com a criação da página de gestão de retalhos e a redefinição e organização da estante de armazenamento reduziu-se em 68% o tempo normalizado na procura de retalhos.

A implementação dos indicadores de desempenho e a aplicação semanal do ciclo PDCA, pela interpretação dos mesmos indicadores, permitiram cultivar o espírito crítico, comunicação e trabalho em equipa entre os colaboradores, e, ainda, fortalecer a cultura de melhoria contínua, objetivos definidos no início deste projeto. Desta forma, foi também possível quantificar os ganhos conseguidos pela implementação de todas as melhorias anteriormente descritas, pelo que se constatou um aumento da utilização de retalhos em 97%, que corresponde a uma diminuição de 76% do custo de oportunidade em comprar chapa nova em detrimento da utilização de retalhos. Todas estas reduções traduzem-se numa poupança monetária no valor de 40.222€, findado o projeto, sendo previsto para um ano poupar 226.173€.

As falhas na ferramenta de cálculo do OEE foram parcialmente corrigidas. As fórmulas de cálculo do OEE e seus fatores foram retificadas, no entanto este objetivo não foi totalmente conseguido uma vez que não se contabilizaram as paragens e desta forma, não se verificou o correto cálculo dos fatores.

Por último, a falta de normalização e organização do setor foi melhorada pela implementação do *standard work* no que concerne ao processo de gestão de caixas *kanban*. Desta forma foi conseguido aumentar em 24% a quantidade de ordens produzidas dentro do prazo de entrega. Foram também implementados 2 dos 5S a cargo do concurso “JORDÃO +5” lançado a todos os setores e iniciado 1 mês após o início do presente projeto.

As principais dificuldades encontradas ao longo do projeto foram a preparação da introdução de um novo *software* de gestão, o SAP, em toda a organização, estando todos os esforços e recursos centralizados nesse projeto. Desta forma foram criados entraves no desenvolvimento da aplicação de gestão de retalhos, não tendo sido criada, desde início, a funcionalidade necessária para garantir que o fluxo de informação acompanhava o fluxo de materiais. Esta foi reconhecida como crucial no desenvolvimento do projeto e implementada mais tarde. No entanto, ficou por desenvolver e implementar a aplicação do “pica *android*” por forma a simplificar e garantir o armazenamento correto dos retalhos e o registo da sua saída da estante.

Para além disto, outra limitação foi a suspensão do estágio durante um mês devido às medidas implementadas pelo governo português face à situação pandémica decorrente da propagação do vírus SARS-CoV-2, que aliado à avaria de alguns terminais das quinadoras impediram a contabilização das paragens de produção e deste modo, o correto cálculo e monitorização dos fatores integrantes da fórmula do OEE.

Por último, pelos constrangimentos criados pelo concurso “JORDÃO +5”, não foi possível implementar os 5S na maquinação, por forma a não prejudicar as restantes secções. Desta forma, este objetivo também não foi totalmente cumprido.

Em conclusão, o desenvolvimento deste projeto foi uma experiência desafiante que permitiu aplicar conceitos de diversas áreas disciplinares para a criação de soluções para a indústria. Desta forma, foi aprimorada a capacidade de identificar problemas, procurar soluções e, ainda, a capacidade de análise crítica e quantitativa. Os desafios enfrentados no decorrer do projeto permitiram desenvolver as competências de resiliência, proatividade e criatividade. Em suma, este projeto foi uma viagem finalizada com uma bagagem cheia de conhecimento e experiências crucias na evolução pessoal e profissional.

7.2 Trabalho futuro

Dadas as limitações por falta de recursos informáticos, visto que não foi possível durante o projeto, sugere-se como proposta futura o desenvolvimento da aplicação do “pica *android*” e a sua implementação. Desta forma será criada a atribuição automática da localização de um retalho, no momento do seu armazenamento e, para além disto, facilitada a operação de baixa efetiva de um retalho.

Adicionalmente, pela implementação do SAP é de referir a criação automática das ordens de produção de caixas *kanban*, no momento de picagem das mesmas aquando do seu levantamento nos postos. Deste modo será eliminado o *lead time* de 1 dia útil na chegada destas à maquinação e eliminados os erros no fluxo desta informação. À vista disto seriam eliminados o papel e a intervenção humana neste processo. Dada a fraca fiabilidade neste processo, seria interessante realizar um estudo do consumo médio das peças *kanban* nos diferentes postos, por forma a analisar se as quantidades estão ajustadas às necessidades atuais.

Existe também como oportunidade de melhoria futura, após a correção dos erros nos terminais das máquinas, o registo do OEE e monitorização do mesmo a partir da ferramenta melhorada neste projeto de dissertação e, tal como inicialmente referido, a extensão deste a todas as secções produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2016). *Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide*. CRC Press.
- Alves, A. , Sousa, R. M., Dinis-carvalho, J., Lima, R. M., Moreira, F., Leão, C. P., Maia, L. C., Mesquita, D., & Fernandes, S. (2014). Final year Lean projects : advantages for companies , students and academia. *Sixth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2014)*, 1–10. <https://doi.org/10.13140/2.1.3211.1685>
- Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.12.003>
- Bhatti, M. I., & Awan, H. M. (2014). The key performance indicators (KPIs) and their impact on overall organizational performance. *Quality and Quantity*, 48(6), 3127–3143. <https://doi.org/10.1007/s11135-013-9945-y>
- Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance: Proven Strategies And Techniques To Keep Equipment Running At Maximum Efficiency*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Case, J. M., & Light, G. (2011). Emerging Research Methodologies in Engineering Education Research. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 186–210. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00008.x>
- Chen, P. (1977). *The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data*. M.I.T. Center for Information Systems Research.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Costa, L. G., & Azeres, P. (2003). *Introdução ao Estudo do Trabalho*. Universidade do Minho.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company. *Procedia Manufacturing*, 41, 1031–1038. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2019.10.030>
- Dumas, M., Rosa, M. L., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of Business Process Management. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (2nd ed., Vol. 168). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Feld, W. M. (2001). Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and how to use them. In Taylor & Francis (Ed.), *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 20, Issue 1).
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). *Lean Construction Management: The Toyota Way*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-287-014-8>
- George, M. L., Rowlands, D., & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. McGraw-Hill.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. *Journal of Cleaner Production*, 208, 99–116. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116>
- Hope, J., & Fraser, R. (2003). Beyond Budgeting - How Managers Can Break Free from the Annual Performance Trap. In *Controlling* (Vol. 29, Issue 1). Harvard Business School Press.

- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. In *Library Journal* (2nd ed., Vol. 122). McGraw-Hill.
- Kale, V. (2018). *Enterprise Process Management Systems - Engineering Process-Centric Enterprise Systems using BPMN 2.0* (Vol. 148). Taylor & Francis.
- Liker, J. K. (2004). *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & 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>
- Mann, D. (2005). *Creating a Lean Culture - Tools to Sustain Lean Conversions*.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. In *Chemical Engineering Research and Design* (Vol. 83, Issue 6 A). <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Minovski, R., Jovanoski, B., & Galevski, P. (2018). Lean implementation and implications: experiences from Macedonia. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2016-0057>
- Monden, Y. (1998). Toyota Production System. In E. & M. Press (Ed.), *Toyota Production System*. <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Silva, F. J. G., & Amaral, I. (2019). Improving the Machining Process of the Metalwork Industry by Upgrading Operative Sequences, Standard Manufacturing Times and Production Procedure Changes. *Procedia Manufacturing*, 38, 1713–1722. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.106>
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM (Total Productive Maintenance)*. Productivity Press.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. Faculty of Information Studies, University of Toronto.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Oliveira, J., Sá, J., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Owen, M., & Raj, J. (2013). *BPMN and Business Process Management*. Popkin Software.
- Pereira, R. (2010). *Guide to Lean Manufacturing*. LSS Academy.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean thinking: introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pombal, T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Materials in the Maintenance Workshops of an Industrial Company. *Procedia Manufacturing*, 38, 975–982. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.181>
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.104>
- Rodrigues, J., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Jimenez, G., & Santos, G. (2020). A rapid improvement process through “quick-win” lean tools: A case study. *Systems*, 8(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/systems8040055>
- Samanta, M. (2019). *Lean Problem Solving and QC Tools for Industrial Engineers* (Vol. 148). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429441707>
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2016). Formulating the research design. In *Research Methods for Business Students* (7th ed., pp. 162–219). Pearson Education.

- Shingo, S. (1985). *The Sayings of Shigeo Shingo*. Productivity Press.
- Stimec, A., & Grima, F. (2019). The impact of implementing continuous improvement upon stress within a Lean production framework. *International Journal of Production Research*, 57(5), 1590–1605. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1494391>
- Wilson, L. (2010). *How To Implement Lean Manufacturing* (Vol. 148). McGraw-Hill.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. Simon and Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Simon and Schuster.

APÊNDICE 1 – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE GESTÃO DE RETALHOS: ESTADO INICIAL

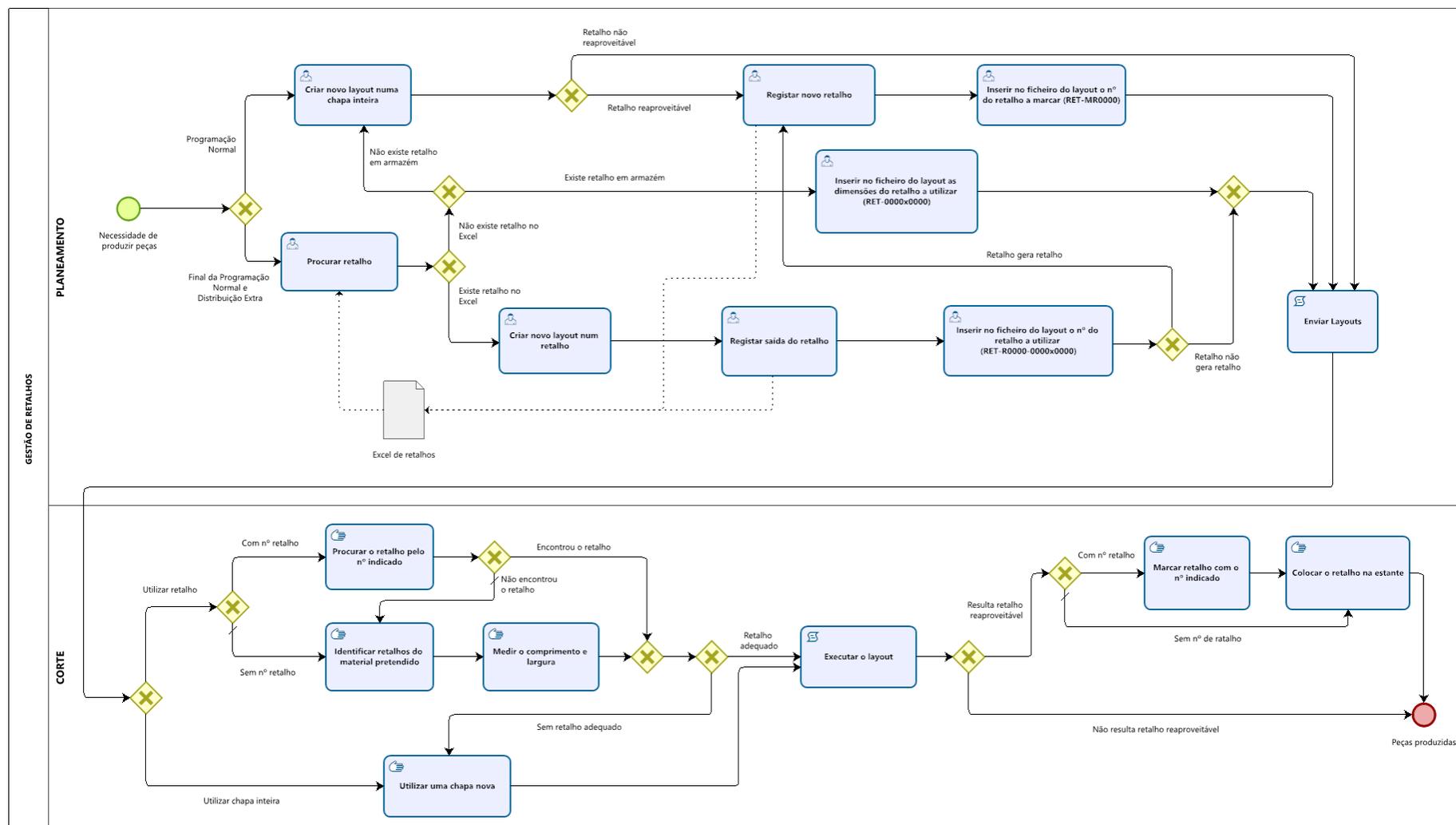


Figura 73 – BPMN do estado inicial dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa

APÊNDICE 2 – ANÁLISE DAS ENTRADAS E SAÍDAS DE RETALHOS DE CHAPA

A análise das entradas e saídas de retalhos de chapa nos últimos dois anos, 2019 e 2020, partiu da informação contida no Excel de registo de retalhos, cujo cabeçalho se encontra ilustrado na Figura 74.

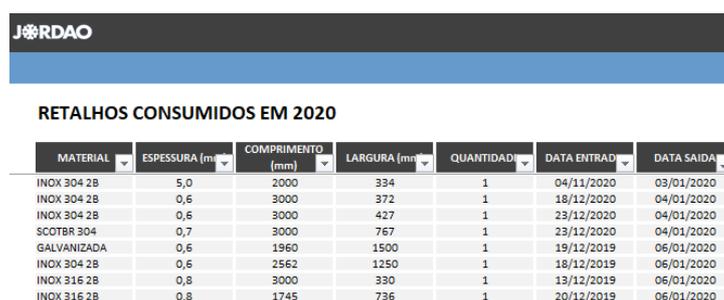
MATERIAL	ESPESSUR	COMPRIME	LARGUR	QUANTIDA	Nº RETALI	DATA ENTRA	CRIAR	DATA SAID	GASTA
SCOTBR 304	0,7	1855	470	1	1	22/05/2020		27/05/2020	AV
ZINCOR	0,8	2344	763	1	2	22/05/2020		27/05/2020	SG
ZINCOR	0,8	1650	570	1	3	22/05/2020		28/05/2020	AV
SCOTBR 304	0,6	1872	480	1	3	22/05/2020		09/07/2020	MR

Figura 74 – Excel de registo de retalhos

A partir deste documento foram criadas quatro tabelas, obtidas pela filtragem da “DATA ENTRADA” e “DATA SAIDA”, sendo estas:

- Retalhos criados em 2020 – com data de entrada em 2020;
- Retalhos criados em 2019 – com data de entrada em 2019;
- Retalhos consumidos em 2020 – com data de saída em 2020;
- Retalhos consumidos em 2019 – com data de saída em 2019.

Estas tabelas compreendem algumas características dos retalhos nomeadamente, o tipo de material, a espessura, o comprimento, a largura, a quantidade e as datas de entrada e saída. Como se trata de quatro tabelas cujo número de linhas é muito elevado, optou-se por apresentar parte da tabela utilizada para a realização da análise aos retalhos consumidos em 2020. Assim, a tabela ilustrada na Figura 75 consiste num exemplo de forma a demonstrar o raciocínio levado a cabo.



MATERIAL	ESPESSURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)	LARGURA (mm)	QUANTIDADE	DATA ENTRAD	DATA SAIDA
INOX 304 2B	5,0	2000	334	1	04/11/2020	03/01/2020
INOX 304 2B	0,6	3000	372	1	18/12/2020	04/01/2020
INOX 304 2B	0,6	3000	427	1	23/12/2020	04/01/2020
SCOTBR 304	0,7	3000	767	1	23/12/2020	04/01/2020
GALVANIZADA	0,6	1960	1500	1	19/12/2019	06/01/2020
INOX 304 2B	0,6	2562	1250	1	18/12/2019	06/01/2020
INOX 316 2B	0,8	3000	330	1	13/12/2019	06/01/2020
INOX 316 2B	0,8	1745	736	1	20/12/2019	06/01/2020

Figura 75 – Informação dos retalhos consumidos em 2020

Pelo somatório da variável “QUANTIDADE” foi possível quantificar o número de retalhos total consumidos no ano de 2020, de interesse para a análise realizada. No entanto, não existia informação suficiente por forma a quantificar o custo a estes associados. Assim, para obter esses valores foram concretizadas as seguintes etapas:

Etapa 1:

A empresa não tinha reunida a informação completa de cada tipo de chapa (matéria-prima) atualmente utilizada, pelo que primeiramente houve a necessidade de reunir e organizar estes dados. Conclui-se, assim, que atualmente a JORDÃO labora com 60 chapas de diferentes materiais e espessuras.

Esta informação, representada na Figura 76, engloba a referência da chapa, o material que a compõe, a descrição completa da chapa, o comprimento, a largura, a espessura, os custos atual e médio, a unidade de compra, e o peso específico do material.

JORDÃO										
INFORMAÇÃO COMPLETA DE CADA TIPO DE CHAPA UTILIZADA ATUALMENTE										
REFERÊNCIA	MATERIAL	DESCRIÇÃO COMPLETA CHAPA	COMPRIMENTO (mm)	LARGURA (mm)	ESPESSURA (m)	CUSTO ATUAL (€/UNI)	CUSTO MÉDIO (€/UNI)	UNI	PESO ESPECÍFICO (Kg/m3)	
MP11010309	INOX 430 BA	CH.IN.AISI 430 BA PVC 3000X1250X0.7	3000	1250	0,7	1,75 €	1,80 €	Kg	8000	
MP11010312	INOX 430 BA	CH.IN.AISI 430 BA PVC 3000X1500X1.2	3000	1500	1,2	1,99 €	2,10 €	Kg	8000	
MP11010407	INOX 430 BA	CH.IN.AISI 430 BA PVC 3800X1000X0.7	3800	1000	0,7	1,93 €	1,89 €	Kg	8000	
MP11020010	INOX 304 BA	CH.IN.AISI 304 BA PVC 3000X1250X1.0	3000	1250	1,0	2,19 €	2,71 €	Kg	8000	
MP11027020	INOX 304 2B	CH.IN.AISI 304 2B 3000x1500x2.0	3000	1500	2,0	1,99 €	2,48 €	Kg	8000	

Figura 76 – Informação completa de cada tipo de chapa

O custo atual diz respeito ao cobrado na última compra e, por sua vez, o custo médio refere-se ao valor médio do custo cobrado nos últimos 3 anos. De notar que ambos os custos são em função da unidade de medida indicada, podendo ser quilograma ou por metro quadrado.

Etapa 2:

Chapas do mesmo material e espessura, mas de diferentes dimensões apresentam custos diferentes. Assim, uma vez que o Excel da Figura 76 não contém a informação das dimensões da chapa que originou o retalho, foi feita a média aritmética dos custos entre chapas do mesmo material e espessura, como se pode verificar pela Figura 77. Obtendo-se um valor de custo para uma chapa de determinado tipo de material e espessura, utilizado para calcular o custo dos retalhos, na próxima etapa.

MATERIAL E ESPESSURA	MÉDIA DO CUSTO ATUAL (€/UNI)	MÉDIA DO CUSTO MÉDIO (€/UNI)	UNIDADE DE COMPRA (UNI)
ALUMINIO 0,8	3,05 €	2,85 €	Kg
ALUMINIO 3	2,95 €	3,10 €	Kg
DECORAT. REF. DECO 17 0,8	0,00 €	0,00 €	Kg
GALVANIZADA 0,6	0,91 €	0,75 €	Kg
GALVANIZADA 0,8	0,96 €	0,66 €	Kg
GALVANIZADA 1,5	0,74 €	0,63 €	Kg
GALVANIZADA 2	0,68 €	0,62 €	Kg

Figura 77 – Média dos custos atual e médio de cada tipo de chapa (material e espessura)

Etapa 3:

Os dados obtidos nas etapas anteriores foram então acrescentados à tabela anteriormente apresentada na Figura 75 e, assim, calculado o custo para cada retalho, através das seguintes equações:

- Se UNI = Kg:

Custo do retalho = Peso teórico × Média do Custo × Quantidade

Peso teórico = Comprimento × Largura × Espessura × Peso Específico

- Se UNI = m²:

Custo do retalho = Comprimento × Largura × Média do Custo × Quantidade

Na Figura 78 encontra-se um excerto da tabela “Retalhos consumidos em 2020”, com a compilação de toda a informação necessária à análise realizada.

MATERIAL	ESPESSURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)	LARGURA (mm)	QUANTIDADE	DATA ENTRADA	DATA SAÍDA	MÉDIA CUSTO ATUAL (€/UN)	MÉDIA CUSTO MÉDIO (€/UN)	UNI	PESO ESPECÍFICO (Kg/m ³)	CUSTO ATUAL DO RETALHO (€)	CUSTO MÉDIO DO RETALHO (€)
INOX 304 2B	5,0	2000	334	1	04/11/2020	03/01/2020	2,18 €	2,10 €	Kg	8000	58,25 €	56,11 €
INOX 304 2B	0,6	3000	372	1	18/12/2020	04/01/2020	2,18 €	2,10 €	Kg	8000	11,68 €	11,25 €
INOX 304 2B	0,6	3000	427	1	23/12/2020	04/01/2020	2,18 €	2,10 €	Kg	8000	13,40 €	12,91 €
SCOTBR 304	0,7	3000	767	1	23/12/2020	04/01/2020	2,95 €	2,54 €	Kg	8000	38,01 €	32,66 €
GALVANIZADA	0,6	1960	1500	1	19/12/2019	06/01/2020	0,91 €	0,75 €	Kg	7850	12,60 €	10,39 €
INOX 304 2B	0,6	2562	1250	1	18/12/2019	06/01/2020	2,18 €	2,10 €	Kg	8000	33,51 €	32,28 €
INOX 316 2B	0,8	3000	330	1	13/12/2019	06/01/2020	3,40 €	3,84 €	Kg	8000	21,54 €	24,33 €
INOX 316 2B	0,8	1745	736	1	20/12/2019	06/01/2020	3,40 €	3,84 €	Kg	8000	27,95 €	31,56 €

Figura 78 – Retalhos consumidos em 2020

O raciocínio foi repetido para realizar a análise das entradas e saídas de retalhos de chapa nos últimos dois anos (2019 e 2020) e, por fim, a informação foi traduzida visualmente nos gráficos da *dashboard* da Figura 79.

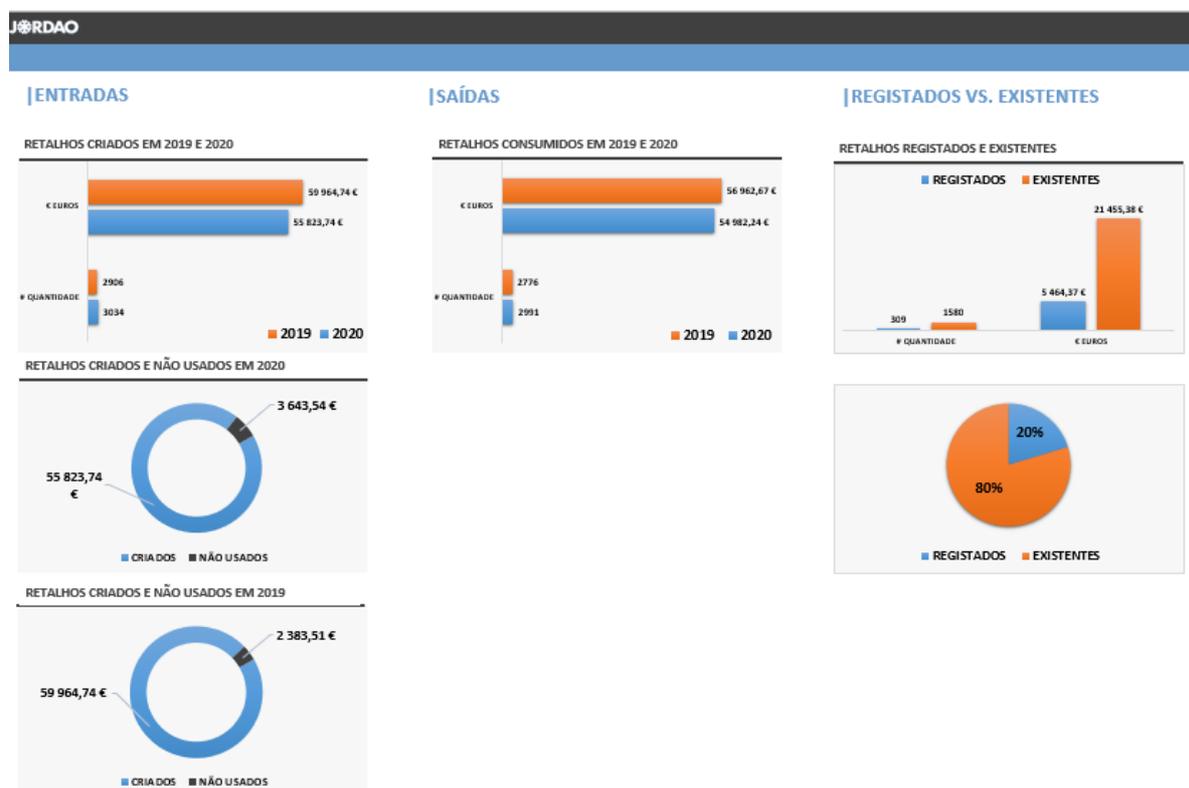


Figura 79 – Dashboard da análise dos retalhos de chapa

APÊNDICE 3 – ESTUDO DE TEMPOS

Para obter os tempos na procura de retalhos de chapa, respeitantes a uma tarefa sem valor acrescentado, foi utilizada a técnica de cronometragem.

Segundo Costa & Azeres (2003), o tempo desta operação obtêm-se seguindo os seguintes passos:

1. Cronometragem da operação “procura de um retalho de chapa”;
2. Atribuição de um fator de atividade (FA) por avaliação subjetiva;
3. Cálculo do tempo normalizado, através da seguinte equação (9).

$$TN = TO \times \frac{FA}{AR} \quad (9)$$

Sendo o TN o tempo normalizado, isto é, o tempo necessário para efetuar o elemento de trabalho à cadência normal, o TO o tempo observado pela cronometragem, o FA o fator de atividade relacionado com o ritmo de trabalho e o AR a cadência ou atividade de referência com a qual é possível obter o rendimento normal, tomando esta o valor de 100.

Aquando da realização do estudo dos tempos, mesmo que uma operação seja realizada pelo mesmo operador, existem sempre diferenças nos tempos observados para o mesmo elemento. Diferenças estas verificadas nos movimentos e ritmo do operador, por exemplo, ou ainda variações na posição das ferramentas utilizadas (Costa & Azeres, 2003).

Por esta razão, de forma a obter um resultado representativo do tempo real da operação, há um número mínimo de medição necessárias que constituem a amostra. Tal como representado pela equação (10), o cálculo deste tem em conta uma estimativa da média (m) e do desvio-padrão (s) dos tempos de operação, para um nível de confiança e precisão desejados.

$$N' = \left(\frac{z \cdot s}{\varepsilon \cdot m} \right)^2 \quad (10)$$

Assim, o N' diz respeito ao número de observações a efetuar para satisfazer o nível de confiança desejado, o Z toma o valor 1,96 para um nível de confiança de 95% e o ε uma precisão de $\pm 5\%$, sendo estes dois últimos os valores geralmente aceites em medida do trabalho.

APÊNDICE 4 – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE GESTÃO DE RETALHOS: ESTADO FUTURO

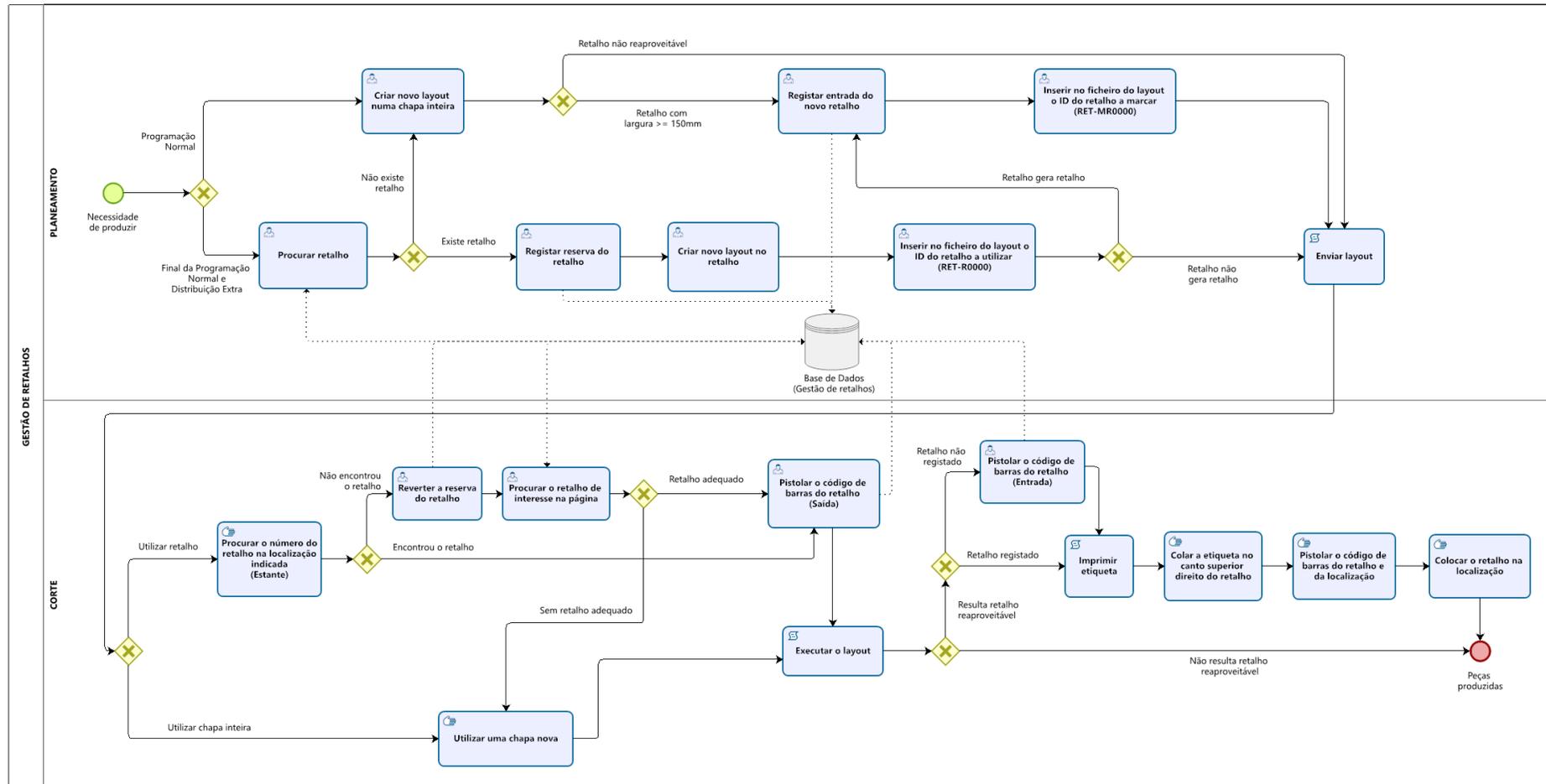


Figura 80 – BPMN do estado futuro dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa

APÊNDICE 5 – DIFERENÇAS NOS PROCESSOS DE GESTÃO DE RETALHOS: ESTADO INICIAL VS. ESTADO FUTURO

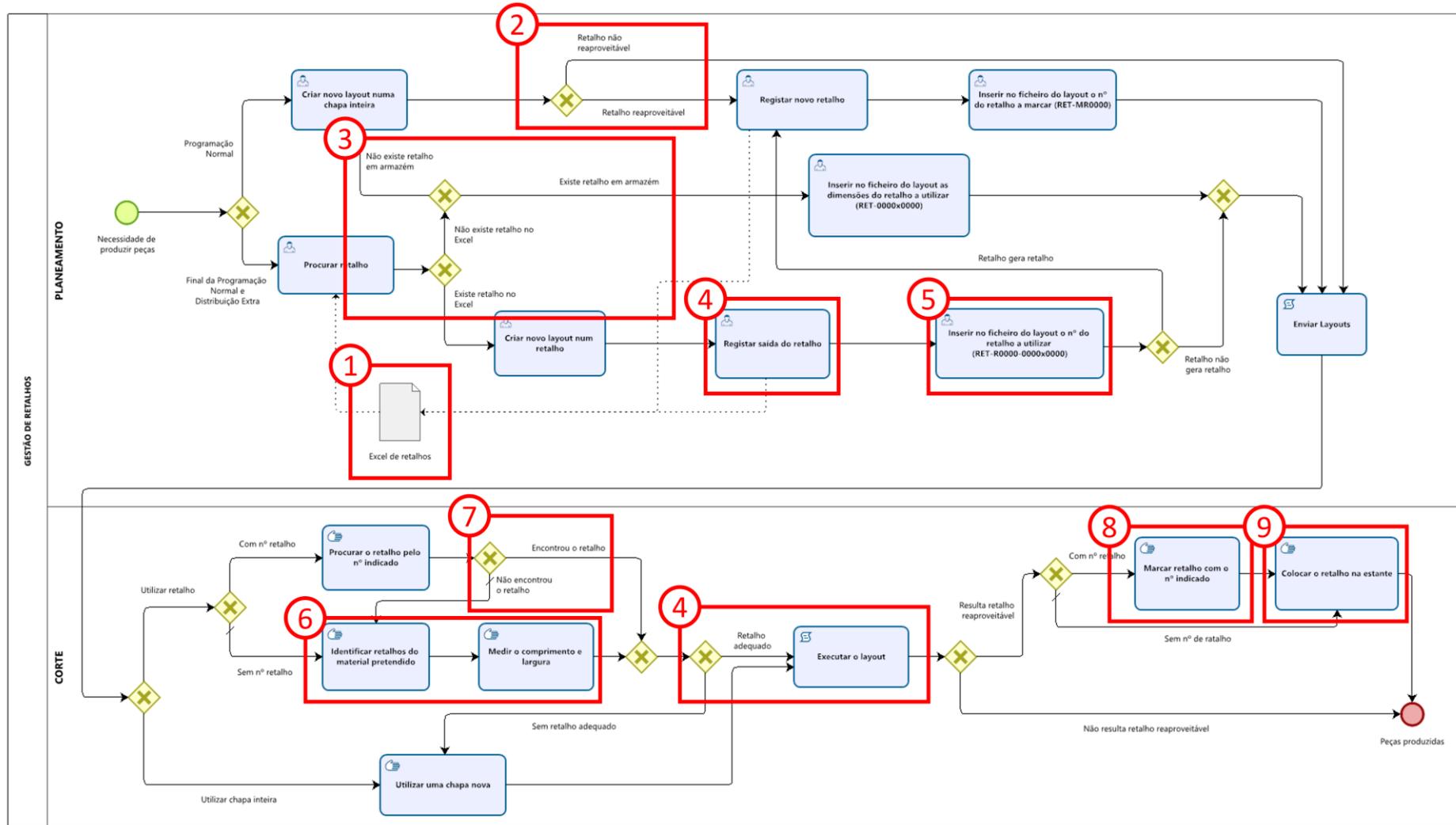


Figura 81 – Sinalização dos problemas do processo de gestão de retalhos do estado inicial

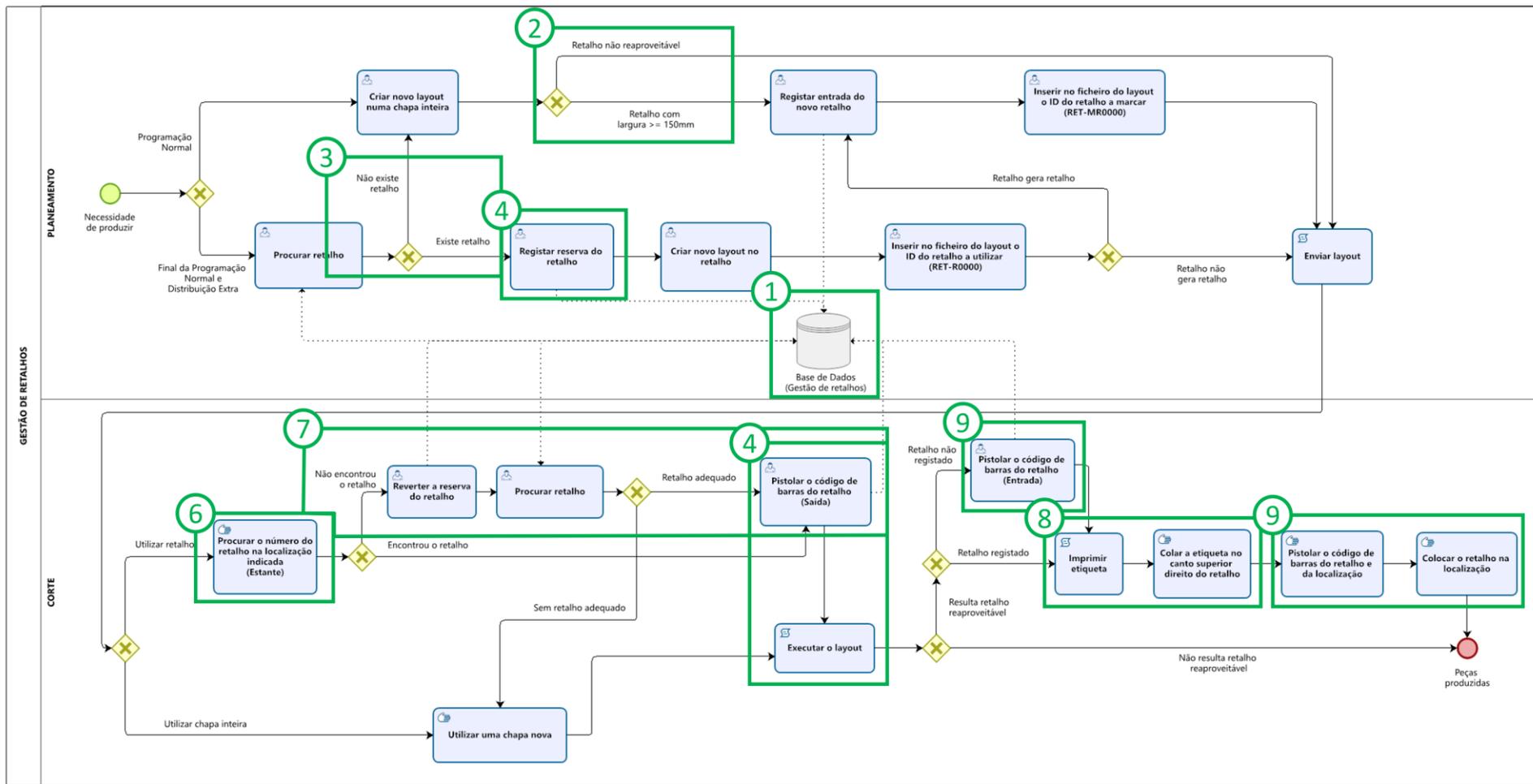


Figura 82 – Sinalização das melhorias do processo de gestão de retalhos do estado futuro

APÊNDICE 6 – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE GESTÃO DE RETALHOS: 1ª IMPLEMENTAÇÃO

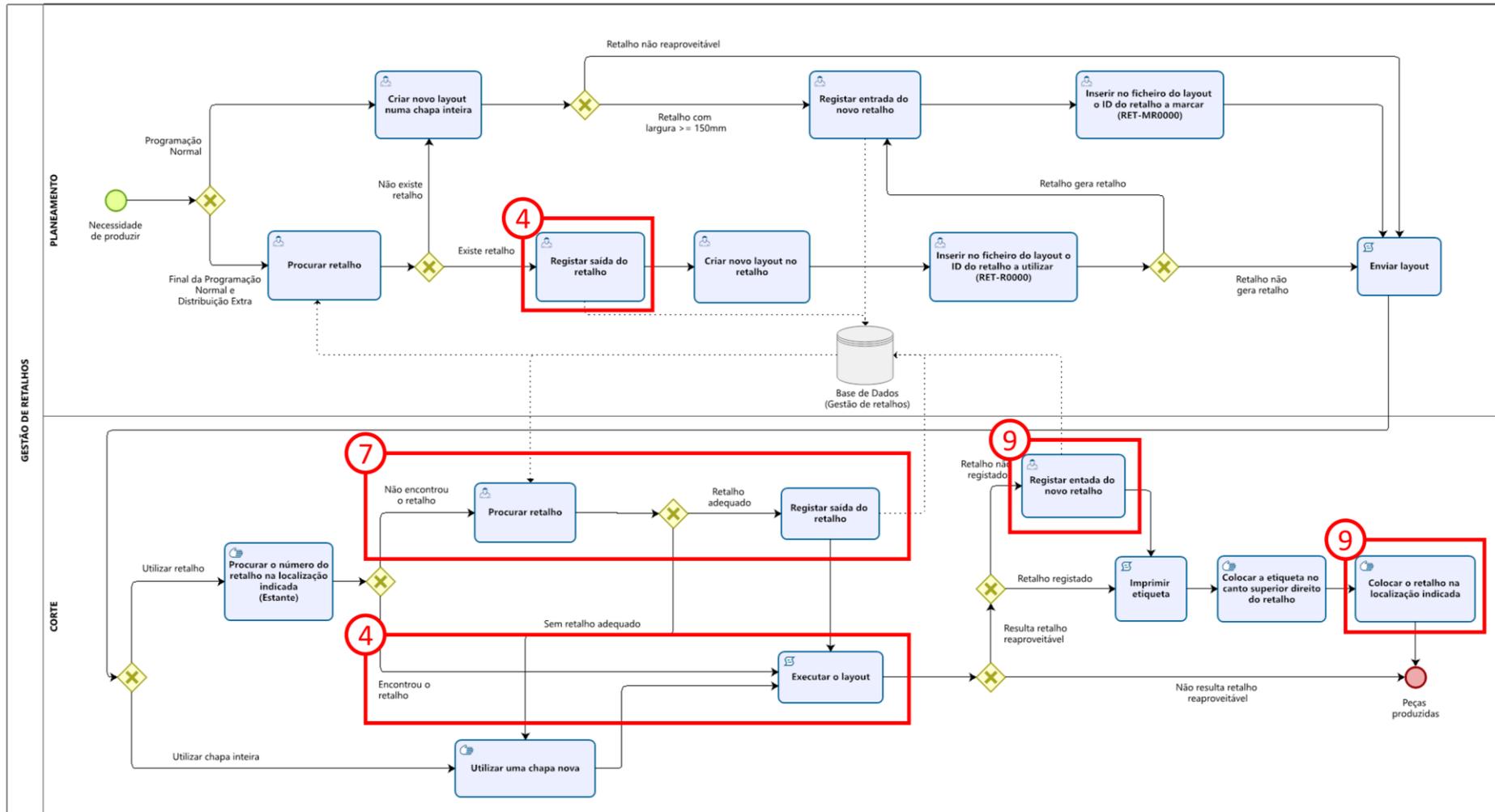


Figura 83 – BPMN dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa da 1ª Implementação

APÊNDICE 7 – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE GESTÃO DE RETALHOS: 2ª IMPLEMENTAÇÃO

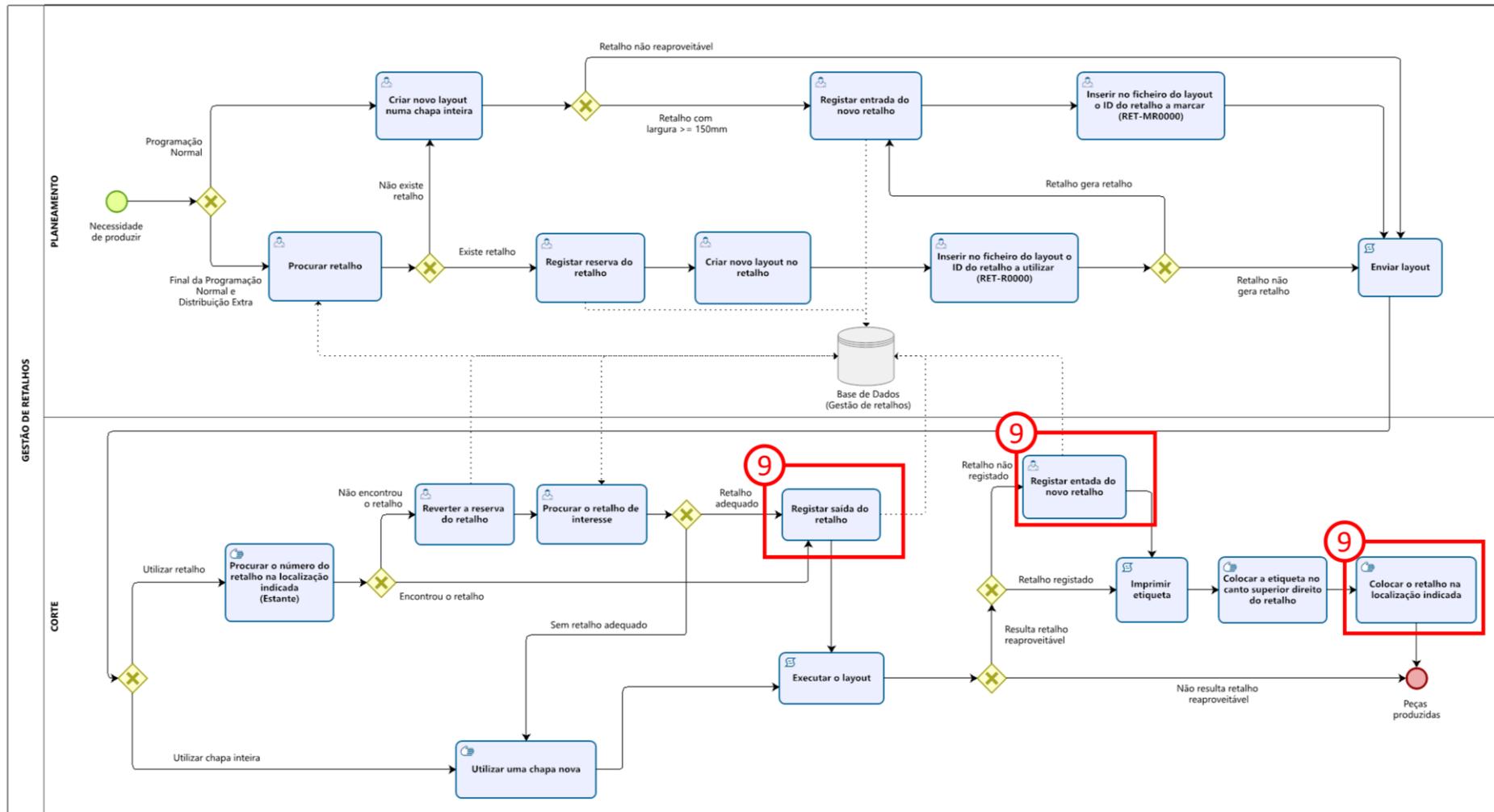


Figura 84 – BPMN dos processos existentes na Gestão de Retalhos de chapa da 2ª Implementação

APÊNDICE 8 – DESENHOS TÉCNICOS

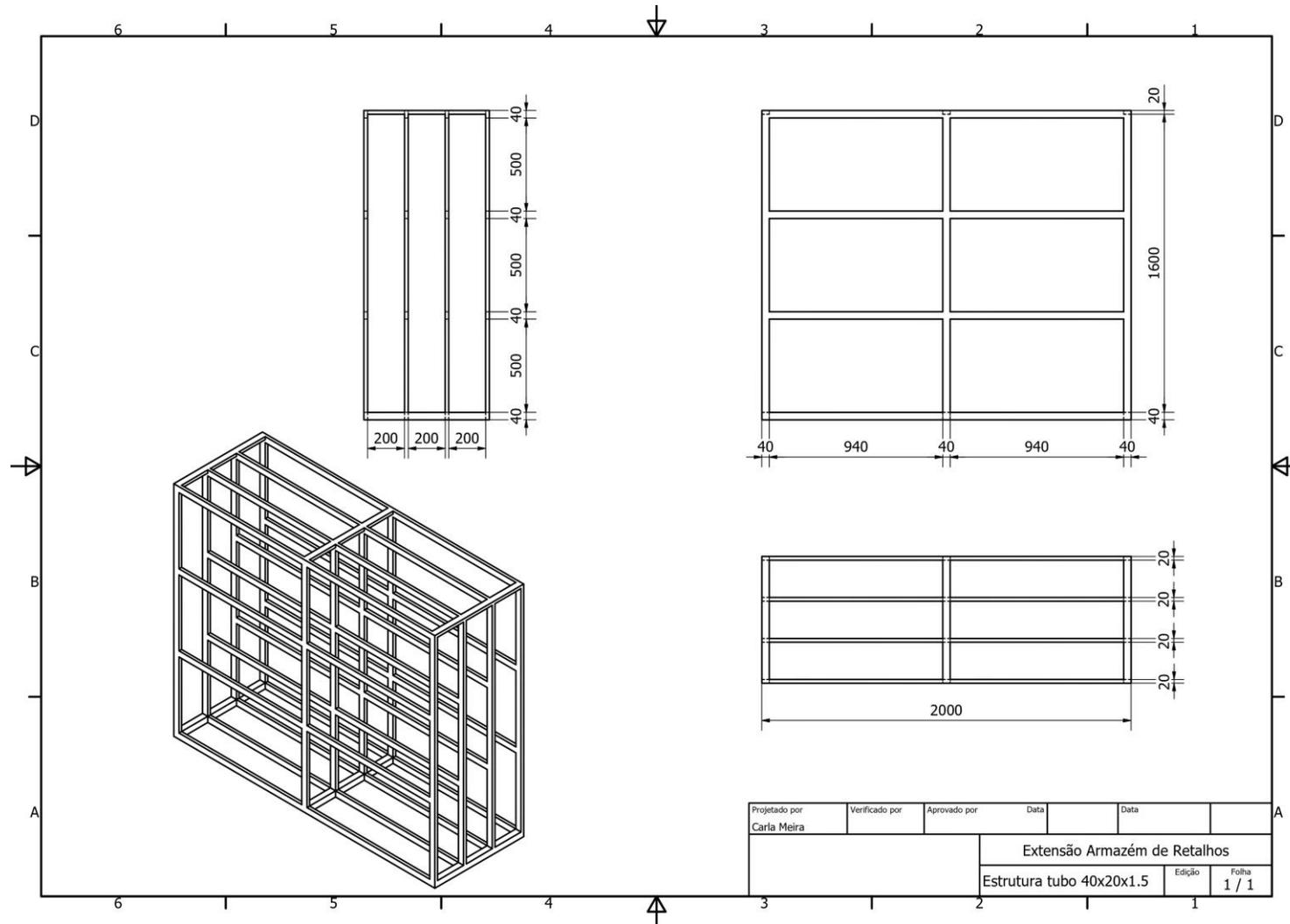


Figura 85 – Estrutura da extensão da estante

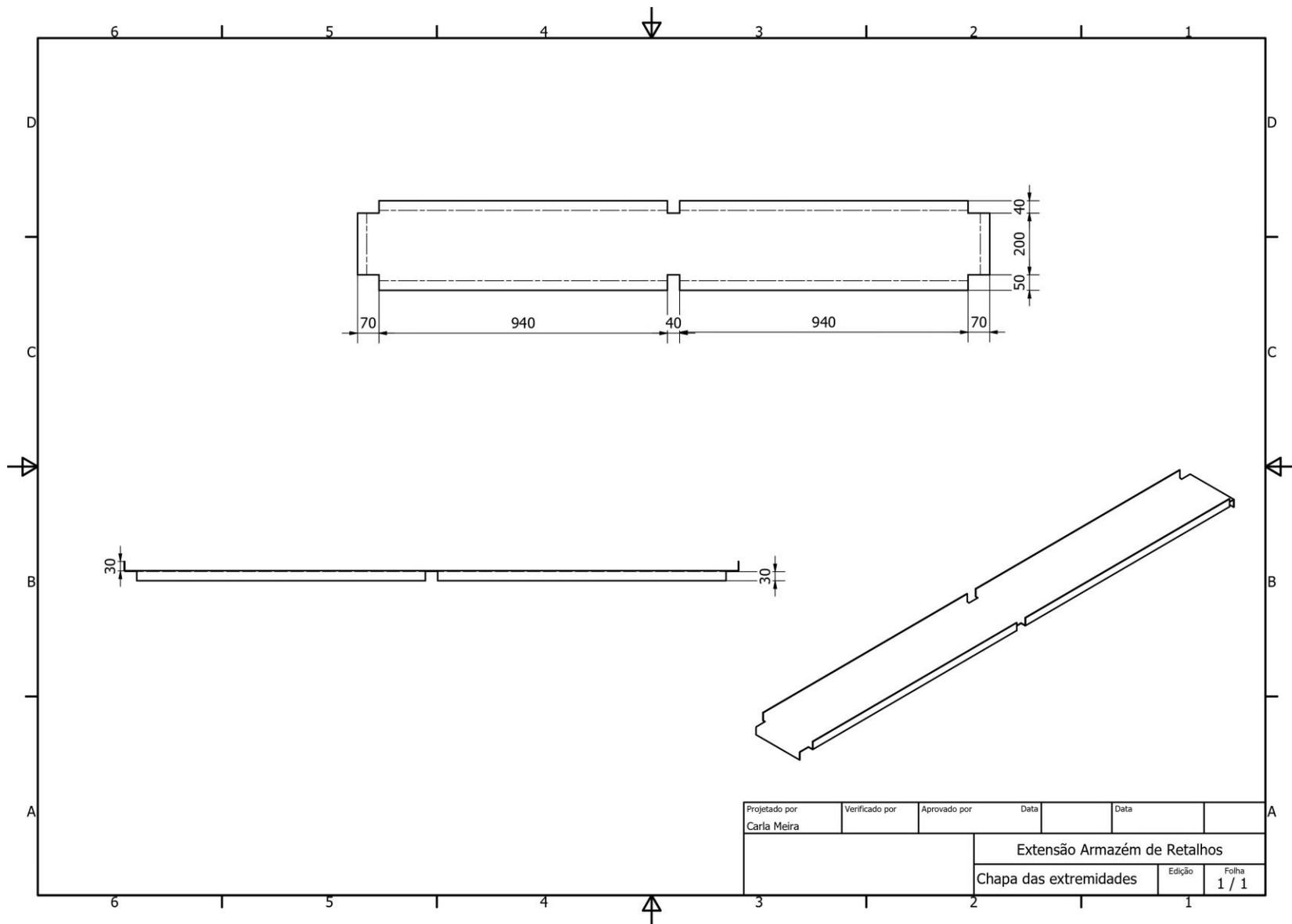


Figura 86 – Base em chapa das extremidades da estrutura

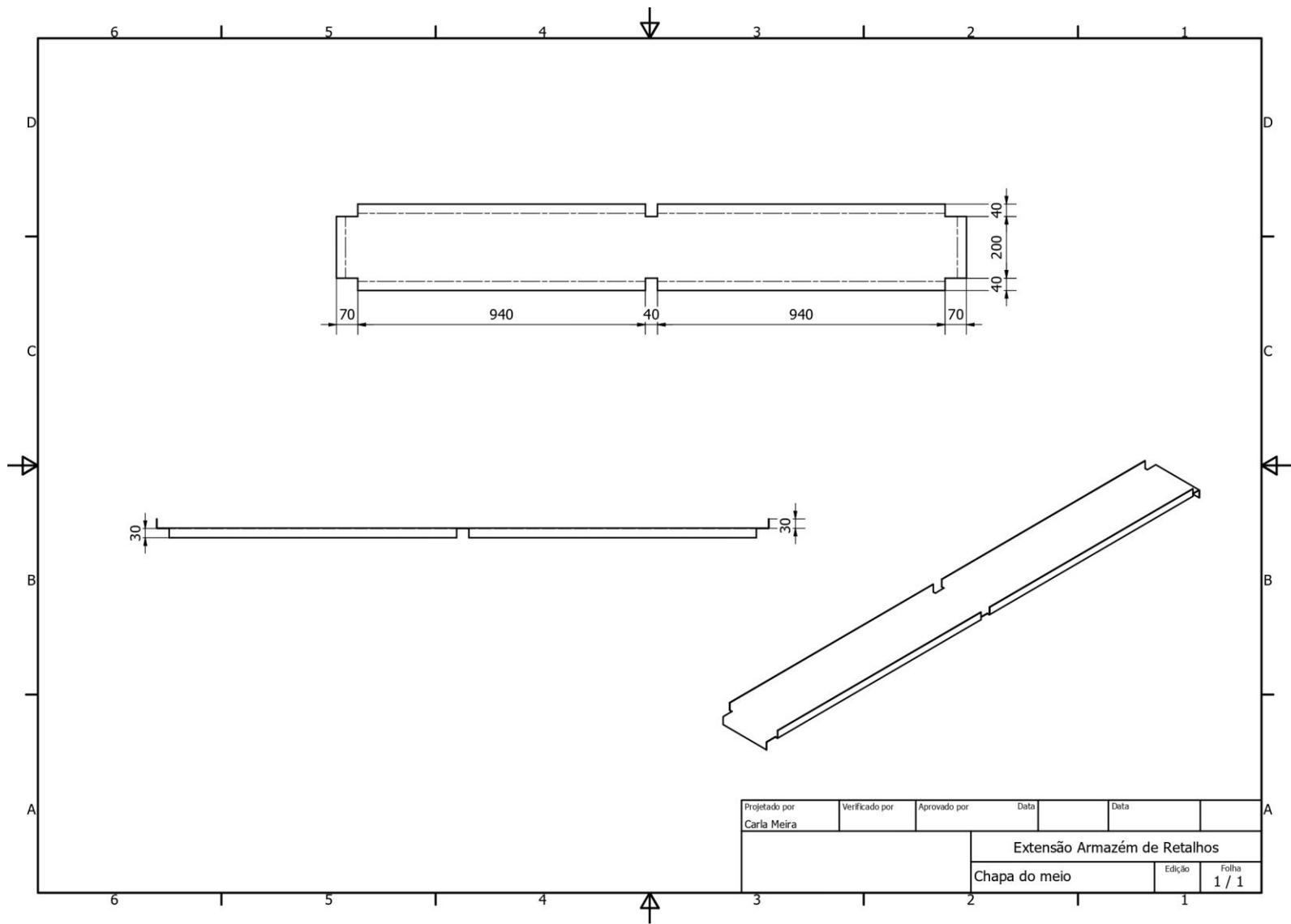


Figura 87 – Base em chapa do centro da estrutura

APÊNDICE 9 – OPL PARA DAR ENTRADA E SAÍDA DE RETALHOS (1ª IMPLEMENTAÇÃO)

1. Aceder à Página de **Retalhos Existentes**.

The screenshot shows the 'JORDAO GESTÃO RETALHOS' interface. On the left, there is a 'Criar Retalho' form with fields for 'Material' (set to 'ZINCO 400 DA'), 'Espessura' (set to '0.7'), and 'Temperatura'. On the right, the 'Retalhos Existentes' section displays a table of existing scrap records. The table has columns for Material, Descrição, Espessura, Comprimento, Largura, Quantidade, Armazém, and Quantidade. Two records are visible: one for 'ZINCO 400 DA' and another for 'ZINCO 2.5'.

Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quantidade	Armazém	Quantidade
2409	HP510L0005 ZINCO 400 DA 0.7	0.7	2000	500	1	UN1_1	
2188	HP51707126 ZINCO 2.5	2.5	820	881	1	UN1_1	

2. Criar retalho na página:

- I. Inserir as especificações do novo retalho;
- II. Clicar a opção “Criar Retalho”;
- III. Clicar a opção “Ok”.

The first screenshot shows the 'Criar Retalho' form with a red box highlighting the 'Material' dropdown menu. The second screenshot shows a success message 'mes.js:pt diz Criado com sucesso' with a red box highlighting the 'OK' button. The third screenshot shows the 'Criar Retalho' form with a red box highlighting the 'Criar Retalho' button.

I. Material: Select an option

Código Material Prima

Comprimento Retalho

Introduza o comprimento do retalho.

Largura Retalho

Introduza a largura do retalho.

Quantidade Retalho

1

Armazém

Unidade 1

II. Criar Retalho Cancelar

mes.js:pt diz
Criado com sucesso

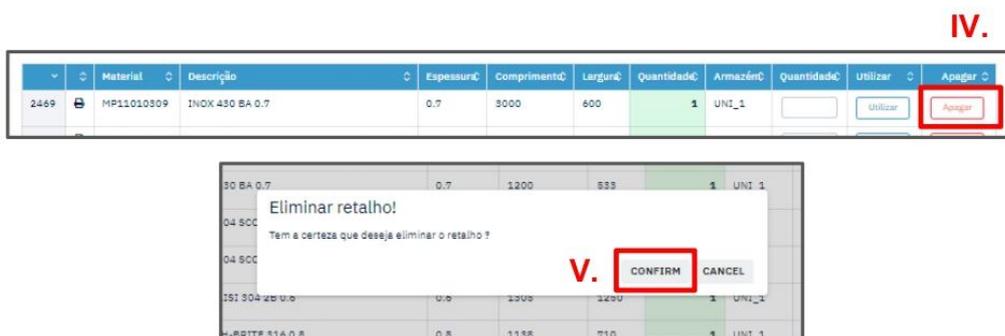
III. OK

Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quantidade	Armazém	Quantidade
ZINCO 2.5	2.5	820	881	1	UN1_1	

Se houver algum **erro no registo do novo retalho**, este deve ser **eliminado** e criado um novo registo.

3. Eliminar registo:

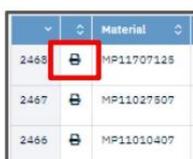
- IV. Clicar a opção “Apagar”;
- V. Clicar a opção “Confirm”.



4. Repetir os passos 1. e 2.

Depois de inserir o novo retalho na página, este deve ser colocado na **estante de armazenamento**:

5. Imprimir a etiqueta.



6. Colocar a etiqueta no canto superior direito do retalho.

7. Alocar o retalho na localização indicada na etiqueta.

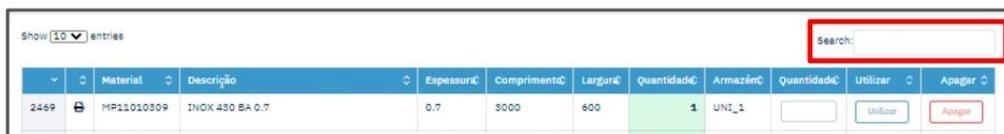


1. Aceder à Página de **Retalhos Existentes**.



2. Procurar o retalho pretendido:

- I. Inserir em “Search” o ID do retalho a procurar.



3. Utilizar o retalho:

- II. Inserir a **Quantidade** a utilizar;
- III. Clicar no botão “Utilizar”.



II. III.

APÊNDICE 10 – OPL PARA DAR ENTRADA E SAÍDA DE RETALHOS (2ª IMPLEMENTAÇÃO)

1. Aceder à Página de Retalhos Disponíveis.

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quantid	Data de criação em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2087	MP11037309	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3000	740	1	2021-07-20 12:04	UNI_1		Receber	Apagar
2654	MP11037306	INOX 304 SCOTER PVC 0.6	0.6	2400	800	1	2021-07-20 11:03	UNI_1		Receber	Apagar

2. Criar retalho na página:

- I. Inserir as especificações do novo retalho;
- II. Clicar a opção “Criar Retalho”;
- III. Clicar a opção “Ok”.

I. **Criar Retalho**

Material: Select an option

Código Material Prima

Comprimento Retalho: Introduza o comprimento do retalho.

Largura Retalho: Introduza a largura do retalho.

Quantidade Retalho: 1

Armazém: Unidade 1

II. **Criar Retalho** (button highlighted)

III. **OK** (button highlighted)

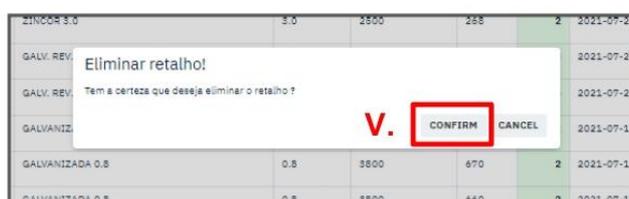
Se houver algum **erro no registo do novo retalho**, este deve ser **eliminado** e criado um novo registo.

3. Eliminar registo:

- IV. Clicar a opção “Apagar”;
- V. Clicar a opção “Confirm”.

IV.

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2657	MP11037009	INOX 304 SCOTBR PVC 0.7	0.7	3800	740	1	2021-07-20 12:04	UNI_1		Reservar	Apagar
2656	MP11037006	INOX 304 SCOTBR PVC 0.6	0.6	2400	1280	1	2021-07-20 11:34	UNI_1		Reservar	Apagar



4. Repetir os passos 1. e 2.

Depois de inserir o novo retalho na página, este deve ser colocado na **estante de armazenamento**:

5. Imprimir a etiqueta.

ID	Material
2657	MP11037009
2656	MP11037006

6. Colocar a etiqueta no canto superior direito do retalho.

7. Alocar o retalho na localização indicada na etiqueta.



2/2

Figura 92 – OPL para dar entrada de um retalho na 2ª Implementação (página 2 de 2)

1. Aceder à Página de Retalhos Disponíveis.

JORDAO GESTÃO RETALHOS

Criar Retalho

Retalhos Disponíveis Retalhos Reservados

Material:

Código Materia Prima:

Show **10** entries

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2687	MP11037009	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3800	740	1	2021-07-20 12:04	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2656	MP11037006	INOX 304 SCOTER PVC 0.6	0.6	2400	1290	1	2021-07-20 11:34	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>

2. Procurar o retalho pretendido:

I. Inserir em "Search" o ID do retalho a procurar.

Show **10** entries

Search:

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2687	MP11037009	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3800	740	1	2021-07-20 12:04	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>

3. Reservar o retalho:

II. Inserir a Quantidade a reservar;

III. Clicar no botão "Reservar".

II. III.

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2687	MP11037009	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3800	740	1	2021-07-20 12:04	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>
2656	MP11037006	INOX 304 SCOTER PVC 0.6	0.6	2400	1290	1	2021-07-20 11:34	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Reservar"/>	<input type="button" value="Apagar"/>

4. Aceder à Página de Retalhos Reservados.

Retalhos Disponíveis Retalhos Reservados VI.

Show **10** entries

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações
2645	MP11027115	INOX AISI 304 2B 1.5	1.5	3000	725	1	2021-07-19 16:49	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Consumir"/> <input type="button" value="Libertar"/>
2656	MP11107108	GALVANIZADA 0.8	0.8	3000	768	1	2021-07-19 11:45	UNI_1	<input type="text"/>	<input type="button" value="Consumir"/> <input type="button" value="Libertar"/>

6. Procurar o retalho pretendido:

- I. Inserir em “Search” o ID do retalho a procurar.

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações	Apagar
2657	MP11057009	INOX 304 SCOTER PVC 0.7	0.7	3800	740	1	2021-07-20 12:04	UNI_1		Consumir Libertar	

7. Consumir o retalho:

- V. Inserir a **Quantidade** a consumir;
VI. Clicar no botão “Consumir”.

VII. VIII.

ID	Material	Descrição	Espessura	Comprimento	Largura	Quant	Retalho criado em	Armazém	Quantidade	Ações
2645	MP11027115	INOX AISI 304 2B 1.5	1.5	3000	725	1	2021-07-19 16:49	UNI_1		Consumir Libertar
2656	MP11107108	GALVANIZADA 0.8	0.8	3000	768	1	2021-07-19 11:45	UNI_1		Consumir Libertar

ANEXO 1 – TABELA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS DA POPULAÇÃO PORTUGUESA ADULTA

Dimensão antropométrica	População masculina				População feminina			
	5	50	95	dp	5	50	95	dp
1. Altura de pé	1565	1690	1815	76	1456	1565	1674	66
2. Altura dos olhos (rel. ao solo)	1463	1585	1707	74	1355	1465	1575	67
3. Altura do ombro (rel. ao solo)	1277	1395	1513	72	1181	1290	1399	66
4. Altura do cotovelo (rel. ao solo)	966	1050	1134	51	889	965	1041	46
5. Altura do punho (rel. ao solo)	664	735	806	43	619	685	751	40
6. Altura sentado (rel. ao assento)	818	920	1022	62	799	865	931	40
7. Distância olhos-assento	716	810	904	57	696	760	824	39
8. Distância ombro-assento	576	630	684	33	496	590	684	57
9. Distância cotovelo-assento	206	255	304	30	191	250	309	36
10. Espessura da coxa	134	180	226	28	124	165	206	25
11. Comprimento máximo da coxa	518	590	662	44	517	570	623	32
12. Distância coxa-poplíteo	419	485	551	40	421	470	519	30
13. Altura do joelho (rel. ao solo)	459	525	591	40	434	480	526	28
14. Altura do poplíteo (rel. ao solo)	347	400	453	32	327	365	403	23
15. Largura dos ombros (bideltóide)	426	475	524	30	379	445	511	40
16. Largura dos ombros (biacromial)	299	335	371	22	251	300	349	30
17. Largura das ancas	341	380	419	24	342	400	458	35
18. Espessura do peito (busto)	221	265	309	27	226	275	324	30
19. Espessura abdominal	204	260	316	34	201	260	319	36
20. Distância cotovelo-punho	320	350	380	18	292	320	348	17
21. Alcance funcional vertical (de pé)	1875	2030	2185	94	1719	1860	2001	86
22. Alcance funcional vertical (sentado)	1117	1250	1383	81	1071	1165	1259	57
23. Alcance funcional anterior	626	730	832	62	621	675	729	33
24. Altura lombar (rel. ao assento)	166	215	264	30	174	220	266	28
25. Peso (Kg)	57	75	93	11	49	65	81	10

Figura 95 – Dimensões antropométricas da população Portuguesa
(Fonte: UMinho)

ANEXO 2 – REGULAMENTO DO PROGRAMA JORDÃO +5

JORDÃO +5

REGULAMENTO

1. Âmbito

JORDÃO +5, é um programa que tem como objetivo a implementação da metodologia 5S em todo o chão de fábrica. Os participantes são todos os colaboradores do departamento Produção, divididos por setor.

A implementação do programa ocorre de forma faseada entre 20 de janeiro e 18 de dezembro de 2020, sendo no final do programa apurados os resultados para atribuição dos prémios.

2. Objetivos

Implementar a metodologia 5S em toda a área produtiva.

3. Destinatários

Destina-se a todos os colaboradores da produção e as equipas são definidas por setor.

Cada setor terá um líder 5S, que poderá ser o Chefe de Equipa ou outro elemento da equipa (nomeado pelo Chefe de Equipa) no caso em que o mesmo seja responsável por mais do que um setor.

4. Funcionamento

- a) As ações de implementação ocorrem de forma faseada por setor e iniciam com uma ação de sensibilização, dividida em duas partes: teórica (sala de formação) e prática (na fábrica).
- b) Os participantes serão divididos em equipas
- c) Ao longo da implementação serão realizadas cinco auditorias de acompanhamento e avaliação, para medir o desempenho de cada equipa.



Figura 96 – Regulamento do programa JORDÃO +5 (página 1 de 3)

5. Cronograma

As datas previstas para início de implementação, por setor, são as indicadas abaixo.

Setor	Data Prevista
Serralharia	20 de janeiro
Injeção	27 de janeiro
Soldadura e Acabamento	3 de fevereiro
Linha 2	10 de fevereiro
Linha 1	17 de fevereiro
Subconjuntos Elétricos Subconjuntos termodinâmicos	26 de fevereiro
Pós-Montagem Embalagem	4 de março
Logística Interna	11 de março
Corte	18 de março
Maquinação	25 de março
Marcenaria	1 de abril

6. Avaliação e prémios

A classificação final será a média ponderada das pontuações obtidas nas auditorias realizadas no decorrer da aplicação dos 5S.

As quatro auditorias terão um peso de 7,5% cada uma e a quinta auditoria de 70%.

As auditorias poderão ser agendadas ou acontecer de surpresa.

Será elaborado um ranking com a classificação das equipas após a conclusão da implementação de cada S.

Os resultados das auditorias e o ranking serão enviados para os chefes de equipa e afixados nos quadros nas áreas de informação 5S.

Os prémios a atribuir aos membros das equipas classificadas são:



Figura 97 – Regulamento do programa JORDÃO +5 (página 2 de 3)

Classificação	Prémio
1º lugar	200 €/pessoa + 150 € voucher para férias
2º lugar	150 €/pessoa
3º lugar	50 €/pessoa

Só as equipas classificadas com pontuação, em auditoria, igual ou superior a 85%, poderão implementar o S seguinte, devendo aguardar nova auditoria. Salvuaguarda-se, que o tempo que decorra para lá do inicialmente previsto para início de implementação de um S, será deduzido ao período de implementação deste.

Apenas as equipas com pontuação final igual ao superior a 85%, serão consideradas para atribuição de prémios.

7. Equipa auditora

A equipa de auditores será constituída por elementos de diferentes departamentos:

- ✓ Isidro Lobo
- ✓ Carla Mêda
- ✓ Miguel Ferreira
- ✓ Miguel Henrique
- ✓ João Roque

JORDAO COOLING SYSTEMS®

Figura 98 – Regulamento do programa JORDÃO +5 (página 3 de 3)