



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Patrícia Isabel da Costa Martins

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE CORTE E
EMPACOTAMENTO BIDIMENSIONAL NA INDÚSTRIA DE
MOBILIÁRIO:
ESTRATÉGIAS INTEGRADAS PARA A REDUÇÃO DE
DESPERDÍCIOS**

Dissertação no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, orientada pelo Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto e apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2023



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Otimização do Processo de Corte e Empacotamento Bidimensional na Indústria de Mobiliário: Estratégias Integradas para a Redução de Desperdícios

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Optimization of Cutting and Two-Dimensional Packing Processes in the Furniture Industry: Integrated Strategies for Waste Reduction

Autor

Patrícia Isabel Da Costa Martins

Orientador

Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto

Júri

Presidente	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogais	Professora Doutora Ana Moura Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro
Orientador	Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

ANGORA
MANUFACTURING

Angora Furniture Manufacturing

Coimbra, Setembro, 2023

“Persistência é a irmã gêmea da excelência.
Uma é a mãe da qualidade, a outra é a mãe do tempo.”

(Marabel Morgan)

Aos meus pais, Fátima e Paulo.

Agradecimentos

Nos momentos de reflexão profunda proporcionados por esta jornada acadêmica, é com sincera gratidão que expresso o meu reconhecimento às muitas pessoas e instituições que tornaram possível a concretização da presente dissertação.

Gostaria de começar por expressar a minha profunda apreciação ao meu orientador, Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto, pela orientação perspicaz, apoio incansável e inspiração contínua. O seu compromisso com a excelência acadêmica e o seu incentivo foram fundamentais para a execução deste projeto.

Expresso igualmente a minha gratidão à *Angora Furniture Manufacturing*, pela oportunidade de integrar o Departamento de Qualidade e Melhoria Contínua para a realização da presente dissertação, pelo suporte e confiança depositada. Não posso deixar de mencionar as minhas orientadoras, Eng. Beatriz Pereira e a Eng. Sandra Ribeiro, por toda a cooperação e suporte.

Aos meus colegas e amigos, Inês, Beatriz, Francisca, agradeço por compartilharem todas as vossas ideias, conhecimentos e cumplicidade ao longo desta jornada.

À minha família, principalmente aos meus pais, irmã, ao Rafael, cujo amor, paciência e apoio inabalável foram o meu alicerce, dedico meus agradecimentos mais profundos. Agradeço-vos por acreditaram em mim, mesmo quando eu própria duvidei. Vocês são a minha constante inspiração

Este trabalho é dedicado a todos vocês que me ajudaram a percorrer este caminho,

O meu mais sincero obrigado.

Resumo

A *Angora Furniture Manufacturing* enfrentava desafios significativos no setor de corte de tecido, caracterizados por uma série de desperdícios prejudiciais ao desempenho do setor e custos financeiros substanciais, devido ao consumo excessivo de matéria-prima.

O objetivo principal da presente dissertação consistiu na redução dos desperdícios inerentes a este setor. Para alcançar este propósito, realizou-se a otimização dos parâmetros de corte na máquina CNC e a eliminação das tarefas de valor não-acrescentado após o corte, visando eliminar o sobreprocessamento. Adicionalmente, procurou-se mitigar as esperas no setor de corte, com o objetivo de aumentar a eficiência do CNC em 20%. Outros objetivos incluíram a eliminação da sobreprodução de componentes e a sincronização com a procura real, bem como a redução dos desperdícios de inventário e retrabalho.

Dada a complexidade da problemática abordada neste estudo, optou-se pela metodologia DMAIC, como a principal abordagem para a estruturação do problema. Ao longo da dissertação foram desenvolvidos múltiplos *dashboards* para cada categoria de desperdício, que desempenharam um contributo essencial na organização, medição e monitorização mais precisa de cada um dos desperdícios e na sua influência na organização.

A implementação das estratégias na fase “Melhorar” resultou em reduções significativas dos desperdícios no setor de corte. O uso do DOE reduziu significativamente o tempo de corte resultando numa poupança que variou, consoante os diferentes modelos, entre 24% a 46% do tempo inicial. A estratégia de perfuração de moldes eliminou as tarefas manuais desagregadas de valor, enquanto o dimensionamento de componentes colmatou os desperdícios de sobreprodução, que resultou numa poupança de 36 948 € anuais. A inspeção precoce diminuiu a propagação de defeitos que resultou numa redução significativa de retrabalho e numa poupança de 150 € mensais em tecido. A reestruturação dos postos de trabalho, por si só não aumentou significativamente a eficiência do CNC, o que sugere a necessidade de estudos futuros. Relativamente à estratégia para diminuir os desperdícios de inventário, não foi possível implementá-la no horizonte temporal de realização deste projeto, contudo, mostra-se bastante promissora, cuja poupança é de 13 000 € anuais.

Palavras-chave: *Lean, Lean Manufacturing, Six Sigma, Lean Six Sigma, DMAIC, Indústria Mobiliária.*

Abstract

Angora Furniture Manufacturing faced significant challenges in the fabric cutting sector, characterized by a series of waste issues detrimental to sector performance and substantial financial costs due to excessive raw material consumption.

The main objective of this dissertation was to reduce waste inherent to this sector. To achieve this goal, optimization of cutting parameters on the CNC machine was carried out, along with the elimination of non-value-added activities after cutting, aiming to eliminate overprocessing. Additionally, efforts were made to mitigate waiting times in the cutting sector, with the aim of increasing CNC efficiency by 20%. Other objectives included eliminating overproduction of components and synchronizing with real demand, as well as reducing inventory and rework waste.

Given the complexity of the issues addressed in this study, the DMAIC methodology was chosen as the primary approach for problem structuring. Throughout the dissertation, multiple dashboards were developed for each waste category, playing an essential role in the organization, measurement, and more precise monitoring of each waste type and its impact on the organization.

The implementation of strategies during the "Improve" phase resulted in significant waste reductions in the cutting sector. The use of DOE significantly reduced cutting time, resulting in savings ranging from 24% to 46%, depending on the different models. The mold perforation strategy eliminated non-value-added manual tasks, while component sizing addressed overproduction waste, resulting in annual savings of 36 948 €. Early inspection reduced defect propagation, significantly reducing rework and saving 150 € monthly in fabric. However, the restructuring of workstations alone did not significantly increase CNC machine efficiency, suggesting the need for future studies. As for the strategy to reduce inventory waste, it was not possible to implement it within the project's timeframe, but it shows great promise, with potential annual savings of 13 000 €.

Keywords Lean, Lean Manufacturing, Six Sigma, Lean Six Sigma, DMAIC, Furniture Industry.

ÍNDICE

Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
Siglas e Acrónimos	xvii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos da Investigação	2
1.3. Estrutura da dissertação	3
2. Plano de Investigação	5
2.1. Métodos de Investigação	5
2.2. Métodos de Recolha de Dados.....	8
3. Revisão da Literatura.....	11
3.1. <i>Lean</i>	12
3.1.1. Ferramentas <i>Lean</i>	15
3.2. <i>Six Sigma</i>	17
3.3. <i>Lean Six Sigma</i>	19
3.3.1 Métodos e Ferramentas Aplicadas ao <i>Lean Six Sigma</i> na Indústria Mobiliária	22
3.3.2 Desafios da Implementação das Metodologias LSS na Indústria Mobiliária.....	27
4. Apresentação da Empresa.....	29
4.1. <i>Angora Manufacturing</i>	29
4.1.1. Complexo Industrial	31
4.1.2. Famílias de Produtos	32
4.1.3. Ambiente Produtivo.....	34
4.1.4. Processo Produtivo	35
5. Desenvolvimento do Projeto	37
5.1. Definir.....	37
5.1.1. Diagnóstico Inicial.....	37
5.1.2. Análise ABC.....	39
5.1.3. SIPOC.....	41
5.1.4. Identificação dos Fatores Críticos	44
5.1.5. <i>Project Charter</i>	46
5.2. Medir.....	49
5.2.1. Desperdícios de Sobreprocessamento e Esperas Associados à Máquina CNC	49
5.2.1. Desperdícios de Sobreprocessamento do Processo Pós-Corte	54
5.2.1. Desperdícios de Sobreprodução	59
5.2.2. Desperdícios Associados aos Defeitos	62
5.2.3. Desperdícios de Inventário	68
5.3. Analisar.....	70
5.3.1. Análise das Configurações da CNC de Corte.....	70
5.3.2. Desperdícios Associados às Esperas	75
5.3.1. Sobreprocessamento no Processo Pós-Corte.....	76

5.3.2.	Desperdícios Associados à Sobreprodução	77
5.3.3.	Desperdícios Associados aos Defeitos	80
5.3.4.	Desperdício Associados ao Inventário	81
5.4.	Melhorar	82
5.4.1.	<i>Design of Experiments</i>	83
5.4.2.	Reestruturação do Postos de Trabalho para a Diminuição das Esperas	92
5.4.3.	Dimensionamento e quantificação dos vivos	94
5.4.3.1	Planos de Corte com Vivos na Diagonal	96
5.4.3.2	Planos de Corte com Vivos na Horizontal.....	99
5.4.3.3	Plano de Corte Exclusivo para Vivos de <i>Ottomans</i>	102
5.4.4.	Perfuração dos Moldes	105
5.4.5.	Inspeção das peças no Setor de Corte de Tecido	107
5.4.6.	Alteração da largura dos rolos de tecido	109
5.4.7.	Processo de Receção de Matéria-prima	112
5.5.	Controlar.....	113
5.5.1.	Controlo do Desempenho da Máquina de Corte CNC.....	113
5.5.2.	Desperdícios associados aos Defeitos de Fornecedor	117
6.	Conclusões	119
6.1.	Resultados.....	119
6.2.	Limitações do Projeto	120
7.	Trabalhos futuros.....	123
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
	ANEXO A.....	129
	ANEXO B	131
	ANEXO C	132
	ANEXO D.....	134
	ANEXO E	136
	ANEXO F.....	138
	ANEXO G.....	140
	ANEXO H.....	142
	APÊNDICE A	143
	APÊNDICE B	144
	APÊNDICE C	145
	APÊNDICE D	146
	APÊNDICE E.....	147
	APÊNDICE F.....	148
	APÊNDICE G	149
	APÊNDICE H.....	150
	APÊNDICE I.....	151

APÊNDICE J.....	152
APÊNDICE K	153
APÊNDICE L.....	162
APÊNDICE M.....	163
APÊNDICE N	164
APÊNDICE O	165
APÊNDICE P.....	166
APÊNDICE Q	167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Métodos de Pesquisa [retirado de (Saunders et al., 2019)]	5
Figura 2.2: Estágios do Plano de Investigação	8
Figura 3.1: Princípios Básicos do <i>Lean</i> [adaptado de (Gebeyehu et al., 2022)]	14
Figura 3.2: Relação entre os Princípios <i>Lean</i> e a Metodologia SS [adaptado de (Tampubolon & Purba, 2021)]	21
Figura 4.1: Representação Geográfica da <i>Angora Furniture Manufacturing</i> e da <i>Swyft Home</i>	29
Figura 4.2: Representação do Mecanismo <i>Swyft-lok</i> [retirado de https://swyftthome.com/]	30
Figura 4.3: Representação do Mecanismo <i>Swyft-lok</i> embutido num produto [retirado de https://swyftthome.com/]	31
Figura 4.4: Complexo Industrial da <i>Angora Furniture Manufacturing</i>	32
Figura 4.5: Família de Produtos Produzida pela Empresa	33
Figura 5.1: Análise ABC do Lucro Total Gerado por Produto	40
Figura 5.2: Máquina de Corte de Tecido CNC.....	42
Figura 5.3: SIPOC do Processo de Corte	43
Figura 5.4: Diagrama de <i>Ishikawa</i>	44
Figura 5.5: Project Charter	48
Figura 5.6: Dashboard que representa a Performance do Setor de Corte de Tecido	52
Figura 5.7: Sofá de 1 lugar do Modelo 2 [retirado de https://swyftthome.com/]	55
Figura 5.8: Representação do processo de marcação manual	55
Figura 5.9: <i>Dashboard</i> com a Mensuração Semanal das Atividades de Sobreprocessamento Após o Corte.....	58
Figura 5.10: Representação do Efeito Visual Associado aos Sofás do Modelo 2 [retirado de https://swyftthome.com/]	59
Figura 5.11: Processo de Costura dos Vivos	60
Figura 5.12: Situação Atual da Sobreprodução de Vivos.....	61
Figura 5.13: Percentagem de Vivos Não Conformes	61
Figura 5.14: Separação dos Componentes com Defeitos	64
Figura 5.15: Dashboard da Mensuração dos Defeitos Gerados Durante o Período de Dois Meses.....	65
Figura 5.16: Categorização Percentual dos Defeitos de Fornecedor.....	66
Figura 5.17: Quantidade e Peso dos Defeitos Costurados vs Sem Costura.....	68

Figura 5.18: Representação dos Desperdícios de Inventário Referentes aos Modelos 3 e 6	69
Figura 5.19: Níveis de Conformidade do Corte de Teicdo	73
Figura 5.20: Identificação da Causa Raiz dos Desperdícios Associados aos Tempo de Espera.....	76
Figura 5.21: Identificação da Causa Raiz Associada à Sobreprodução de Vivos.....	78
Figura 5.22: Molde Associado ao Corte de Vivos	78
Figura 5.23: Plano de corte Exclusivo à Produção de Vivos	79
Figura 5.24: Identificação das Causas Raiz Associadas ao Desperdício de Matéria-prima	81
Figura 5.25: Identificação da Causa Raiz Associada aos Desperdícios de Inventário.....	82
Figura 5.26: Percentagem de corte realizados por configuração	83
Figura 5.27: Dashboard da Poupança Associada à Diminuição do Sobreprocessamento da Máquina de Corte.....	91
Figura 5.28: Estruturação Atual das tarefas associadas a cada posto de trabalho.....	92
Figura 5.29: Proposta de melhoria para a estruturação dos postos de trabalho	93
Figura 5.30: Experiências Realizadas com os Vivos na Horizontal	100
Figura 5.31: Representação da Separação de Peças Pós-Corte.....	108
Figura 5.32: Representação das Categorias dos Defeitos de Fornecedor	109
Figura 5.33: Impacto Econômico da Alteração da Largura dos Rolos de Tecido	112
Figura 5.34: <i>Dashboard</i> Referente à Performance da Máquina de Corte CNC dos Meses de Junho, Julho e Agosto	115
Figura 5.35: <i>Dashboard</i> com a Eficiência Mensal e a Produção Total.....	116
Figura 5.36: Quantidade e Peso dos Defeitos Costurados vs Sem Costura	117
Figura 5.37: Dashboard para o Controlo dos Defeitos de Fornecedor.....	118

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 Compilação de Ferramentas Utilizadas em Projetos <i>Lean</i> na Indústria de Mobiliário.....	25
Tabela 5.1: Categorização e Descrição dos Desperdícios Associados ao Setor de Corte de Tecido.....	39
Tabela 5.2: Matriz de Priorização de GUT	45
Tabela 5.3: Tempos de Marcação Manual da Almofada do Assento do Modelo 2	56
Tabela 5.4: Tempos de Marcação Manual das Almofadas em TNT.....	57
Tabela 5.5: Aproveitamento dos Planos de Corte do Modelo 3 e 6	69
Tabela 5.6: Configurações da CNC de Corte	71
Tabela 5.7: Análise Individual dos Parâmetros de Corte	75
Tabela 5.8: Aproveitamento dos Planos de Corte do Modelo 2.....	79
Tabela 5.9: Combinações do DOE	85
Tabela 5.10: Percentagem de Tempo Reduzido por Produto e Experiência Realizada	90
Tabela 5.11: Dimensionamento e Quantificação dos Vivos Associados a Cada Produto... 95	
Tabela 5.12: Consumo dos Planos de Corte do Modelo 2 para os vivos na diagonal.....	96
Tabela 5.13: Poupança Associada à Melhoria dos Planos de Corte com os Vivos na Diagonal	97
Tabela 5.14: Resíduos Associados aos Planos de Corte com os Vivos na Diagonal	98
Tabela 5.15: Poupança da Geração de Resíduos Associada aos Planos de Corte com Vivos na Diagonal.....	99
Tabela 5.16: Consumo dos Planos de Corte do Modelo 2 com os Vivos na Horizontal... 100	
Tabela 5.17: Poupança Associada à Melhoria dos Planos de Corte com os Vivos na Horizontal.....	101
Tabela 5.18: Resíduos Associados aos Planos de Corte com os Vivos na Horizontal.....	101
Tabela 5.19: Poupança da Geração de Resíduos com os Vivos na Horizontal	102
Tabela 5.20: Consumo da Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os <i>Ottomans</i>	103
Tabela 5.21: Poupança Associada à Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os <i>Ottomans</i>	104
Tabela 5.22: Resíduos Associados à Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os <i>Ottomans</i>	104

Tabela 5.23: Poupança da Geração de Resíduos Associada à Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os <i>Ottomans</i>	105
Tabela 5.24: Tempos de Perfuração por Configuração de Tecido [s].....	106
Tabela 5.25: Tempos de Perfuração das Almofadas em TNT por Modelo [s]	107
Tabela 5.26: Representação dos Desperdícios Totais por Modelo e Largura de Rolo	111

SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S – *Seiri, Seiton, Seiro, Seiketsu, Shotsuke*

5W1H – *Who, What, When, Why, How*

CNC – *Controlo Numérico Computorizado*

CRT – *Current Reality Tree*

CTQ – *Critical to Quality*

DMADV – *Define, Measure, Analyse, Design, Verify*

DMAIC – *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*

DOE – *Design of Experiments*

DPMO – *Defects per Million Opportunities*

ECRS – *Eliminar, Combinar, Reorganizar, Simplificar*

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*

GUT – *Gravidade, Urgência, Tendência*

HARP – *Heightening your Awareness of your Research Philosophy*

KPI – *Key Performance Indicators*

LM – *Lean Manufacturing*

LP – *Lean Production*

LSS – *Lean Six Sigma*

LT – *Lean Thinking*

MTD – *Made to Stock*

MTO – *Make to Order*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PCI – *Process Capability Index*

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

QFD – *Quality Function Deployment*

SIPOC – *Supplier, Input, Process, Output, Customer*

SLP – *System Layout Planning*

SLP – *Systematic Layout Planning*

SMART – *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SS – *Six Sigma*

SW – *Standardization Work*

TNT – *Tecido Não Tecido*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TQM – *Total Quality Management*

TT – *Takt Time*

VOC – *Voice of the Customer*

VSM – *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação surge no âmbito do Estágio Curricular do plano de estudos do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Coimbra. O projeto decorreu em ambiente industrial através da colaboração da *Angora Furniture Manufacturing*, empresa sediada em Paços de Ferreira.

1.1. Enquadramento

Até ao momento inicial deste projeto, a empresa deparava-se com um conjunto de desperdícios no setor de corte que têm afetado significativamente o desempenho desse processo. Considerando que este é um dos setores responsáveis por iniciar o processo de produção, os tempos prolongados e os atrasos impactam negativamente todos os processos subsequentes.

Além dos desperdícios que afetam diretamente o processo do setor em questão, foram também identificados desperdícios relacionados ao consumo excessivo de matéria-prima. A empresa verificou ainda uma grande discrepância no inventário de tecido sem conseguir explicar a origem desse desvio. Todos estes fatores têm acarretado custos monetários consideráveis para a organização.

Em setembro de 2022, a empresa adquiriu uma máquina de corte de tecido controlada por Computador Numérico (denominada de CNC). No entanto, a eficiência desta máquina tem-se mantido abaixo dos 80%, o que não está em conformidade com o requisito estabelecido pela empresa de que a eficiência deve ser superior a esse valor. Esta situação representa um desafio significativo para a organização, uma vez que esse investimento não está a ser plenamente aproveitado, resultando em custos consideráveis. A baixa eficiência tem acarretado diversos problemas, incluindo atrasos que se refletem em esperas nos setores subsequentes e podem resultar em atrasos na entrega aos clientes, afetando sua satisfação e fidelidade.

Neste contexto, o desafio central é a identificação detalhada, quantificação e redução/eliminação dos desperdícios associados a esse setor, incluindo custos relacionados ao desperdício de matéria-prima e de tarefas que não agregam valor à organização. Para abordar essa problemática, foram utilizadas ferramentas da metodologia *Lean Six Sigma*

(LSS), visando uma resposta eficaz e eficiente. Dentro desta abordagem, foi adotado o método Definir-Medir-Analisar-Implementar-Controlar (DMAIC), com o intuito de realizar uma análise completa do processo e implementar melhorias com base em dados sólidos.

Esta dissertação, realizada durante um período de 6 meses, tem como propósito evidenciar todo o trabalho desenvolvido, no qual se procurou não apenas atingir resultados tangíveis, mas também demonstrar uma abordagem metodológica para lidar com os desafios enfrentados pela empresa.

1.2. Objetivos da Investigação

A *Angora Furniture Manufacturing* é uma empresa que tem vindo a crescer exponencialmente. Contudo, esse crescimento tem sido acompanhado por grandes mudanças no setor da produção, que se tem expandido sem um controlo adequado. Neste sentido, como supramencionado, até ao momento inicial deste projeto de dissertação, a empresa identificou um elevado número de desperdícios, especialmente no setor de corte de tecido, resultando numa diminuição da eficiência do mesmo.

Esta crescente geração de desperdícios tem impactado negativamente o desempenho da organização, uma vez que os mesmos são o resultado de atividades que não possuem qualquer valor acrescentado e que se têm refletido em atrasos nas entregas e consequentemente gerado insatisfação dos clientes finais.

Os principais objetivos deste projeto de dissertação são os seguintes:

- (i) Desenvolver uma estratégia que vise diminuir/eliminar o sobreprocessamento associado à máquina de corte e às tarefas desagregadas de valor no processo após o corte;
- (ii) Aumentar a eficiência da máquina de corte CNC em 20%, com o intuito de melhorar a produtividade e o desempenho do setor de corte;
- (iii) Desenvolver uma estratégia para diminuir/eliminar a sobreprodução, alinhando-a com a procura real, o que ajudará a evitar desperdícios de material e recursos;
- (iv) Desenvolver uma estratégia para reduzir os desperdícios de inventário, visando uma gestão mais eficiente do stock de matéria-prima;
- (v) Desenvolver uma estratégia para diminuir o retrabalho e o desperdício de matéria-prima. Isso envolve identificar as causas raiz dos problemas que levam ao retrabalho e implementar ações corretivas para melhorar a qualidade e evitar perdas desnecessárias.

Dada a natureza da problemática em estudo e do método adotado para a posterior resolução, torna-se essencial dividir este projeto de investigação em etapas, destacando-se:

- Definir e caracterizar o problema, assim como identificar os processos do sistema produtivo;
- Identificar e quantificar as fontes e os diferentes tipos de desperdícios associados a cada setor e estabelecer os objetivos de melhoria;
- Medir o desempenho atual do processo;
- Analisar os dados dos processos com recurso a ferramentas estatísticas e de qualidade com o intuito de identificar as causas raiz dos problemas;
- Propor e implementar ações de melhoria de modo a reduzir os desperdícios associados e aumentar o desempenho do processo;
- Controlar os resultados alcançados e estabelecer padrões que garantam a sustentabilidade dos mesmos.

Com base nestas considerações, a pergunta de investigação que se procura responder será: De que forma a aplicação dos princípios *Lean* pode ser integrada no processo de corte e no empacotamento bidimensional na indústria de mobiliário para a otimização do processo e redução de desperdícios?

1.3. Estrutura da dissertação

No que se refere à estrutura da dissertação esta é composta por seis capítulos, e neste subcapítulo, será abordado o conteúdo de cada um deles.

A estrutura da presente dissertação inicia-se com o capítulo “Introdução”, onde é descrito um breve enquadramento do projeto, que se estende até à apresentação dos objetivos do projeto e da sua organização subsequente.

Segue-se o segundo capítulo que aborda a formulação do plano de investigação, onde é fornecida uma descrição detalhada e fundamentada das etapas adotadas neste plano, seguida pela exposição dos métodos adotados para a recolha de dados.

No terceiro capítulo, procede-se a uma revisão da literatura com o intuito de identificar as ferramentas mais apropriadas, conforme documentadas na literatura, para abordar as diversas questões identificadas.

O quarto capítulo, intitulado “Apresentação da Empresa”, proporciona uma visão abrangente do processo de produção da empresa, bem como dos seus produtos, com o propósito de contextualizar o ambiente produtivo onde o projeto foi desenvolvido.

O quinto capítulo, “Desenvolvimento do Projeto”, é dedicado à implementação das etapas do ciclo DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar). Este capítulo tem como objetivo a compreensão, identificação, quantificação e mitigação da problemática em estudo, por meio da adoção do método DMAIC da metodologia Six Sigma (SS). Este método foi aplicado no processo de corte que integra o ciclo produtivo da Angora Manufacturing, visando a resolução dos desafios identificados. Torna-se importante destacar que ao longo deste projeto de dissertação, foi realizado um estudo bastante abrangente que abordou diversos tipos de desperdícios. Como resultado, cada subcapítulo intrínseco às fases do DMAIC apresentará a análise realizada para cada categoria de desperdício que foi analisada.

Por fim, foram elaborados os capítulos designados por “Conclusões” e “Trabalhos Futuros”, onde foram discutidos os principais resultados e limitações do presente projeto e são apresentadas propostas para trabalhos futuros, respetivamente.

2. PLANO DE INVESTIGAÇÃO

O presente plano de investigação desempenha um papel fundamental ao oferecer orientação e estrutura para a execução deste projeto. Dentro deste plano, será delineada a escolha e aplicação dos métodos de investigação mais apropriados e serão estabelecidos os procedimentos para a recolha de dados, o que visa assegurar a confiabilidade e a abrangência das informações que serão reunidas no decorrer do presente estudo.

2.1. Métodos de Investigação

Para a formulação do plano de investigação foi utilizada como referência a cebola de pesquisa de Saunders (Saunders et al., 2019) representada na Figura 2.1. Esta, através das suas camadas, expressa os estágios mais adequados a adotar, consoante o tipo de investigação que se pretende realizar para a obtenção dos resultados desejados. Assim sendo, a mesma inclui os seguintes estágios: (i) filosofia de pesquisa, (ii) abordagem de pesquisa, (iii) estratégia de pesquisa, (iv) a escolha de pesquisa, (v) horizonte temporal de pesquisa, assim como as técnicas e procedimentos utilizados. De ressaltar que as camadas devem ser seguidas de fora para dentro.

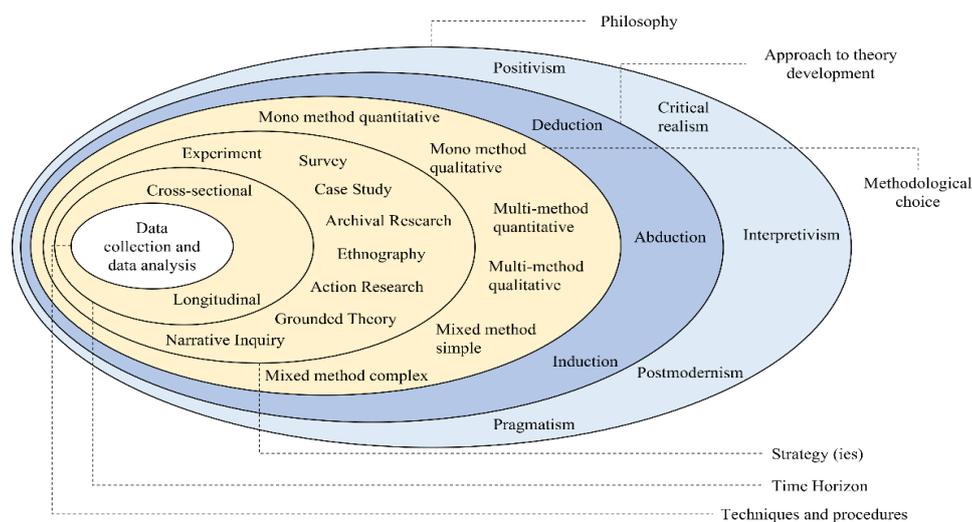


Figura 2.1 Métodos de Pesquisa [retirado de (Saunders et al., 2019)]

O primeiro estágio a ser explorado diz respeito à filosofia de investigação. Este termo refere-se a um sistema de crenças e pressupostos sobre como o conhecimento é

desenvolvido. Este tema requer um processo de autoconhecimento profundo, uma vez que envolve a reflexão sobre as nossas próprias convicções e abordagens em relação à pesquisa.

Consciente ou inconscientemente, são vários os tipos de suposições que são realizadas no decorrer de todas as fases de investigação e que incluem: (i) pressupostos ontológicos, que correspondem a suposições sobre a natureza das realidades que irão ser encontradas durante a investigação, determinando a forma como o investigador vê o mundo dos negócios e gestão incluindo organizações, gestão e as vidas profissionais individuais; (ii) pressupostos epistemológicos referentes às premissas sobre o que é considerado como conhecimento válido, aceitável e legítimo, bem como sobre como esse conhecimento pode ser transmitido a terceiros; (iii) pressupostos axiológicos que se referem ao papel dos valores e da ética e como estes irão influenciar o processo de investigação (Saunders et al., 2019)

Saunders et al. (2019), refere ainda que, apesar de parecer abstrato e deveras afastado do projeto de investigação que se pretende realizar, a verdade é que todos estes fatores contribuem para o modo como os pressupostos serão moldados, assim como a forma que os mesmos serão estudados.

Tendo em consideração a ambiguidade deste primeiro estágio, foi utilizada a ferramenta, *Heightening your Awareness of your Research Philosophy* (HARP), desenvolvida por Bristow and Saunders, que tem exatamente como objetivo ajudar o investigador a explorar a sua filosofia de investigação, incluindo as suas crenças e valores (Saunders et al., 2019). De ressaltar que esta ferramenta considera aquelas que são as cinco tradições filosóficas representadas na cebola de Saunders.

HARP consiste em seis secções, sendo que cada uma delas considera um aspeto das crenças filosóficas (ontologia, epistemologia, axiologia, finalidade da investigação e significado dos dados e estrutura). Assim, através de uma pontuação que demonstra o acordo ou desacordo com cada declaração, o teste pretende ajustar as crenças do investigador às das grandes filosofias utilizadas na investigação empresarial e de gestão (Saunders et al., 2019).

Após a realização do teste foi possível perceber, através da pontuação chave, que a filosofia que apresentava o maior número de semelhanças em praticamente todos os aspetos é a filosofia Interpretativista. Vale ressaltar que as pontuações das filosofias de Realismo Crítico, Pós-modernização e Pragmatismo também foram elevadas (Anexo A). Assim sendo, e após a voltar a analisar todas as cinco filosofias, é com convicção que a filosofia adotada durante o decorrer deste projeto foi uma filosofia Interpretativista.

Relativamente à abordagem de pesquisa, esta será de natureza dedutiva. Neste contexto, o projeto de investigação restringe-se inicialmente à revisão abrangente da literatura, com o propósito de identificar teorias e conceitos fundamentais. Essas teorias identificadas serão, posteriormente, submetidas a teste como parte integral deste projeto.

No que toca ao método escolhido este será o método misto, uma vez que o mesmo combina técnicas quantitativas e qualitativas na recolha e análise de dados, assim como uma combinação dos mesmos.

Dada a natureza do problema em questão e de modo a responder aos objetivos estabelecidos, constatou-se que a estratégia adotada seria a estratégia de investigação-ação. Segundo Saunders et al. (2019), a investigação-ação pode ser definida como um processo emergente e iterativo de investigação, cuja finalidade se centra no desenvolvimento de soluções para problemas organizacionais através de uma abordagem participativa e colaborativa que conjuga diferentes formas de conhecimento, o que consequentemente traz implicações não só para o projeto de investigação, como também para os participantes e a própria organização. Deste modo, esta definição baseia-se em cinco temas: objetivo, processo, participação, conhecimento e implicações.

Posto isto, os mesmos autores referem ainda que o objetivo desta estratégia de investigação passa por promover a aprendizagem organizacional, de forma a produzir resultados práticos através da identificação de questões, planeamento de ações, tomada de medidas e avaliação das ações. Esta estratégia possui um carácter de investigação ativo e apresenta uma natureza iterativa do processo de diagnóstico, planeamento, ação e avaliação.

Pode dizer-se que esta abordagem se distingue das outras principalmente pela ênfase que a mesma possui na ação e no seu estímulo para a mudança dentro da organização, deste modo a mesma adequa-se essencialmente a perguntas de “como”.

Além disso, levando em consideração que esta dissertação se rege pelo método DMAIC para a resolução de problemas, segundo a metodologia LSS e que as fases do mesmo possuem em grande parte semelhanças com este método, pode-se afirmar que esta estratégia é a mais adequada para dar resposta à questão de investigação.

No que se refere ao horizonte temporal, será realizado um estudo transversal, uma vez que este projeto será estudado com uma restrição limitada do tempo de 6 meses. Nesta abordagem, o objetivo é analisar o fenómeno num momento específico, recolhendo

dados e informações relevantes para avaliar o impacto do projeto e compreender a efetividade da intervenção nesse intervalo de tempo.

Em conclusão, este estudo tem como propósito dar a conhecer o contexto em que a investigação decorreu, assim como descrever os métodos, as ferramentas e os procedimentos que foram aplicados em cada uma das fases da investigação, para que o objetivo inicial fosse alcançado.

Na Figura 2.2 encontra-se representado, em jeito de resumo, os estágios do plano de investigação adotados.

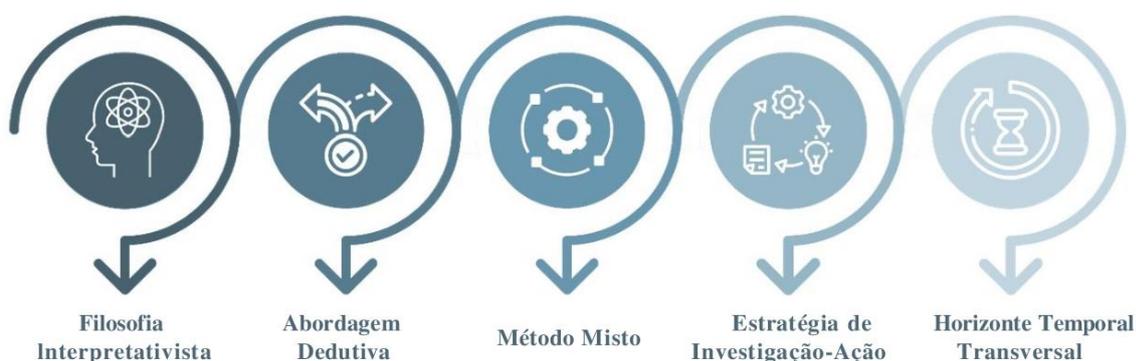


Figura 2.2: Estágios do Plano de Investigação

2.2. Métodos de Recolha de Dados

Neste projeto de dissertação, a recolha de dados desempenhou um papel fundamental na investigação e avaliação dos desperdícios que afetavam adversamente o setor de corte. Os métodos de recolha de dados utilizados foram adaptados de acordo com as características específicas de cada tipo de desperdício, visando a obtenção de informações qualitativas e quantitativas relevantes. O presente subcapítulo descreve de forma sistemática os métodos que foram utilizados.

A fase inicial da recolha de dados concentrou-se na identificação e caracterização dos desperdícios através de uma observação participativa e entrevistas não estruturadas com os colaboradores. Esta abordagem permitiu uma compreensão aprofundada dos problemas enfrentados no setor de corte.

Na etapa "Medir" do ciclo DMAIC, foi necessária a implementação de uma abordagem quantitativa rigorosa para avaliar o impacto dos desperdícios na organização. Para cada categoria de desperdício, foram adotadas técnicas de recolha de dados específicas.

No que diz respeito aos desperdícios de sobreprocessamento e espera, recorreu-se à compilação de dados históricos relativos aos tempos de corte da máquina de tecido, proporcionando uma base sólida para a avaliação do sobreprocessamento. Adicionalmente, procedeu-se à medição dos tempos de produção associados às tarefas de valor não acrescentado após o corte.

Para mensurar a sobreprodução, procedeu-se à quantificação ponderada das unidades produzidas em excesso. Esta abordagem permitiu uma avaliação quantitativa precisa desta categoria de desperdício.

A avaliação e quantificação dos defeitos foram efetuadas por intermédio da utilização de folhas de registo, que proporcionaram uma análise qualitativa detalhada. Para a obtenção de uma mensuração completa, procedeu-se ainda à quantificação ponderada dos defeitos identificados.

No que concerne aos desperdícios de inventário, a obtenção de dados foi fundamentada na análise dos registos dos planos de corte adotados pela empresa. Estes registos desempenharam um papel vital ao fornecer informações essenciais sobre o desperdício de matéria-prima, que poderia ser potencialmente reaproveitada, e desempenharam uma função central na análise desse tipo de desperdício.

A seleção destes métodos de recolha de dados foi meticulosa, orientada pelas particularidades de cada categoria de desperdício e pelas especificidades do contexto de investigação. Esta abordagem metodológica permitiu uma análise profunda e rigorosa dos desperdícios que afetavam o setor de corte da organização.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O propósito desta revisão da literatura é realizar uma análise abrangente das ferramentas de *Lean Manufacturing* (LM) e LSS que foram aplicadas na indústria mobiliária. O objetivo é identificar as diferentes metodologias e técnicas utilizadas no setor, bem como avaliar os resultados alcançados por meio da implementação dessas ferramentas.

A exploração da literatura disponível concentrar-se-á nos resultados obtidos a partir da aplicação dessas metodologias, assim como os impactos observados em termos de eficiência dos processos, redução de custos, melhoria da qualidade do produto e satisfação do cliente. Com base nas informações recolhidas, será possível obter uma visão mais robusta das ferramentas de LM e LSS aplicadas ao setor em análise, bem como uma compreensão mais clara dos resultados alcançados.

Para a realização desta pesquisa, optou-se pela utilização da base de dados *Scopus* devido à sua reconhecida abrangência e diversidade de artigos científicos. Esta escolha foi motivada pela necessidade de obter acesso a uma ampla variedade de fontes confiáveis e relevantes. Para a seleção dos artigos a serem analisados, foram cuidadosamente escolhidas palavras-chave com base na sua relevância para o tema de pesquisa. As palavras-chave escolhidas incluem *Lean*, *Lean Manufacturing*, *Six Sigma*, *Lean Six Sigma*, *DMAIC*, *Melhoria Contínua* e *Indústria Mobiliária*.

Ao considerar a relevância para o tema de pesquisa, as palavras-chave selecionadas proporcionam uma ampla gama de conceitos, ferramentas e abordagens relacionadas com o LSS. A inclusão da palavra-chave “Indústria Mobiliária” teve como objetivo refinar a pesquisa e direcioná-la especificamente para o setor de mobiliário, o que permitiu uma análise mais aprofundada e focada das aplicações e benefícios do LSS nesse contexto específico.

É importante ressaltar que, como critério de inclusão, foram considerados apenas os artigos escritos em língua inglesa. Em seguida, procedeu-se à seleção dos artigos, com base na análise de seus títulos e resumos, optando-se apenas por aqueles que apresentaram contribuições relevantes para a discussão em questão. Dessa forma, um total de 25 artigos foram selecionados para a realização da análise de seu conteúdo integral.

3.1. *Lean*

Dado o desenvolvimento de sistemas de fabrico avançados, através da implementação da automatização, foram discutidos métodos de gestão eficientes que poderiam contribuir quer para um aumento da produtividade, quer para um aumento da qualidade. Com base nestes conceitos surgiu o *Lean Thinking* (LT), que foi desenvolvido pela primeira vez através dos Sistemas de Produção *Toyota* (TPS) por *Taiichi Ohno* e que revolucionou a gestão de sistemas de fabrico, assim como toda a cadeia logística dentro das organizações (Florescu & Barabas, 2022).

A essência fundamental por trás do conceito *Lean* reside na criação de valor através da eliminação de atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar, identificadas como desperdícios. Estas atividades são aquelas que não agregam qualquer valor para o cliente, resultando em ineficiências e custos desnecessários (Tanasic et al., 2022).

Em concordância, Gebeyehu et al. (2022) define desperdício como qualquer atividade que consome recursos sem agregar qualquer valor ao produto final. O autor também destaca que o desperdício pode ser representado por meio de métricas como o valor, a quantidade, o tempo e a movimentação, considerando ainda que a minimização dos mesmos requer uma atenção individualizada.

O diretor da companhia *Toyota*, *Taiichi Ohno* identificou 7 tipos de desperdícios como consequência de várias causas, estes são: (1) sobreprodução; (2) excesso de transporte; (3) atrasos ou tempos de espera; (4) sobre processamento ou processamento inadequado; (5) excesso de inventário; (6) movimentações desnecessárias; e por último (7) defeitos. Recentemente, foi adicionado ainda um oitavo desperdício referente à inexploração do potencial humano o que é resultado de uma má gestão dos recursos humanos e incapacidade de envolver os colaboradores em equipas para resolução de problemas (Tanasic et al., 2022).

A filosofia *Lean* tem sido amplamente adotada em diversas indústrias, essencialmente nos países desenvolvidos, que possuem inúmeros casos de sucesso divulgados ao longo dos anos. Este facto despertou um interesse considerável por parte de vários investigadores e profissionais no estudo do LM (Abu et al., 2021).

De acordo com Rahardjo et al. (2023), o LM refere-se a um conjunto de técnicas e princípios de gestão, concebidos não só para eliminar desperdícios, mas também para simplificar as atividades que implicitamente irão acrescentar valor aos produtos na

perspetiva do cliente final. Os autores acrescentam ainda que ao haver uma otimização das etapas do processo e eliminação de desperdícios, apenas valor útil é acrescentado a cada fase de produção.

Segundo Suhardi et al. (2019) LM pode ainda ser definido como um conjunto de conceitos, princípios, métodos, procedimentos e ferramentas que são orientados para uma melhoria do fluxo de produção através da redução do desperdício, sendo que esta pode ser alcançada através da identificação e redução das atividades sem valor acrescentado. Os desperdícios devem ser eliminados ou reduzidos, uma vez que isso levará a uma redução dos custos de produção, do tempo de entrega dos produtos e aumentará a utilização de recursos, o que resultará num aumento da atividade corporativa, acrescentam os mesmos autores.

As empresas de manufatura são organizações que requerem processos com uma considerável utilização de materiais. Com o objetivo de aumentar a produtividade, é necessário que estas empresas identifiquem as atividades capazes de agregar valor aos bens ou serviços ao mesmo tempo que eliminam desperdícios. Neste contexto, torna-se crucial adotar abordagens com metodologias *Lean*, que possibilitam distinguir claramente o que realmente agrega valor, eliminando todas as outras atividades que não possuem qualquer valor acrescentado (Tarigan et al., 2019).

Conforme mencionado por Florescu & Barabas (2022), a implementação da produção *Lean* não apenas contribui para a aceleração dos processos como também promove mudanças a nível da cultura organizacional e no envolvimento dos colaboradores, que desempenham um papel central em todas as atividades, desde o nível operacional, até à gestão de alto nível. Neste sentido, ao desenvolver uma cultura de melhoria contínua, os colaboradores são incentivados a assumir a responsabilidade, o que torna essencial que tenham também o poder de tomar decisões rápidas. Isto implica empoderar os colaboradores e atribuir-lhes a autoridade necessária para agir e implementar melhorias de forma ágil.

Conforme destacado por Gebeyehu et al. (2022) e Tampubolon & Purba (2021) os princípios básicos do *Lean* podem ser divididos em cinco fases, conforme ilustrado na Figura 3.1. Estas fases têm como objetivo maximizar a produção por meio da minimização de desperdício. São elas:

1. Definir e especificar o conceito de valor sob a ótica do cliente;
2. Identificar o fluxo de valor, o que implica destacar as atividades necessárias para o processo distinguindo aquelas que possuem valor acrescentado e aquelas que não

agregam qualquer valor, este inclui a sequência de atividades desde o conceito até à realização da entrega ao cliente final;

3. Criar um fluxo contínuo e sem interrupções de modo a garantir que o produto flua até ao cliente final, sem obstáculos ao longo do processo;

4. Estabelecer um sistema de produção puxada, que consiste em produzir “*just in time*”, ou seja, fabricar o produto correto no local adequado e no momento certo. Deste modo, quando o cliente requisitar um produto o processo de produção correspondente deve ser acionado;

5. Procurar atingir a perfeição através da eliminação contínua de desperdícios, até que se alcance um estado de excelência onde nenhum desperdício seja gerado.

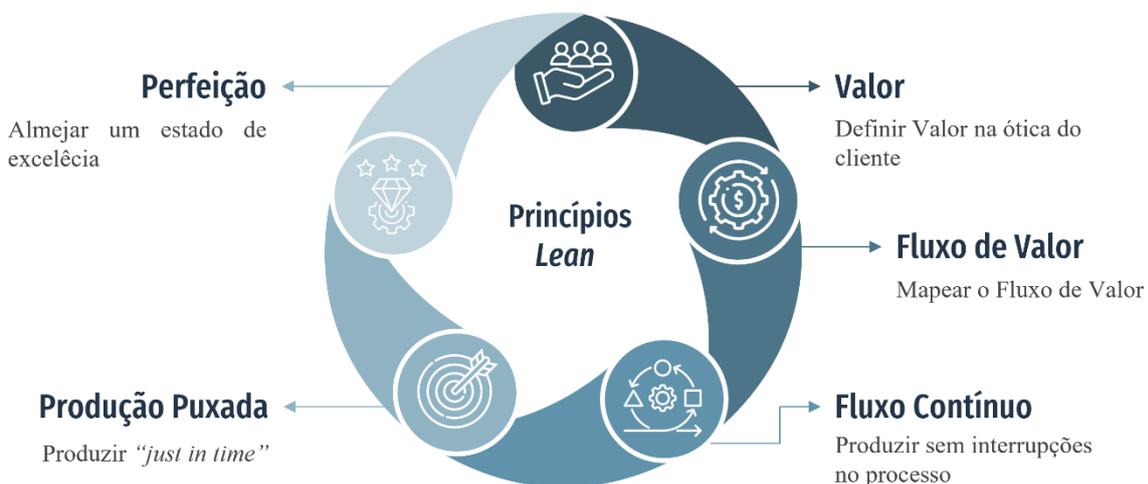


Figura 3.1: Princípios Básicos do *Lean* [adaptado de (Gebeyehu et al., 2022)]

Os princípios LM são agora aplicados em todas as indústrias, sendo as ferramentas associadas aos mesmos reconhecidas mundialmente como um quadro operacional bem-sucedido, no que diz respeito à redução de desperdícios, aumento da produtividade e uma melhoria contínua das organizações, o que conseqüentemente leva a uma redução dos custos e um aumento da lucratividade. Deste modo, o LM pode trazer vantagens não só do ponto de vista económico, como também em termos de impacto social, uma vez que o mesmo visa uma melhoria da saúde, segurança do trabalho e frente ambiental, visto que pode levar a níveis mais baixos de poluentes, assim como a um consumo mais lento de recursos. Posto isto, este conceito demonstrou ser essencial para alcançar a sustentabilidade de qualquer organização, havendo já várias indústrias que têm beneficiado

da implementação do mesmo, resultando numa melhoria do desempenho organizacional (Rahardjo et al., 2023).

3.1.1. Ferramentas *Lean*

Segundo Florescu & Barabas (2022), através da identificação dos pontos críticos do sistema, seguido por uma análise das causas que os está a criar, é possível encontrar soluções que permitam melhorar os processos, produtos ou serviços, que ofereçam valor acrescentado aos clientes. O mesmo autor apresenta um conjunto integrado de ferramentas e métodos que visam a implementação dos princípios *Lean* e que possuem uma eficácia durante a evolução dos sistemas de fabrico considerando as aplicações realizadas particularmente em ambientes industriais. As ferramentas são:

- *Value Stream Map*
- Mapeamento de Processos
- Gestão Visual
- *Kaizen*
- *Kanban*
- *Just in Time*
- Método 5S (*Seiri-Seiton-Seiso-Seiketsu-Shotsuke*)
- *Single Minute Exchange Die* (SMED)
- *Standardized Work* (SW)
- *Poka yoke*
- *Jidoka*
- *Total Productive Maintenance* (TPM)
- *Total Quality Management* (TQM)

Leksic et al. (2020), caracteriza o *Lean Production* (LP) em três níveis diferentes: (1) nível estratégico, ou seja, o LP pode ser visto como uma filosofia; (2) nível tático onde o mesmo pode ser visto como um conjunto de princípios, supracitados anteriormente; (3) nível operacional como sendo um conjunto de práticas e ferramentas que visa a redução ou eliminação de desperdícios. Os autores salientam ainda, que existe mais de uma centena de ferramentas *Lean* que podem ser implementadas, fazendo com que um dos maiores desafios para as organizações sejam encontrar as ferramentas que mais se

adequam aos objetivos que se pretende alcançar. Assim, os mesmos autores referem ainda que algumas das ferramentas mais importantes para a gestão *Lean* são:

- Análise do *Bottleneck*;
- *Continuous Flow*;
- Heijunka (*Level scheduling*);
- Hoshin Kanri (*Policy deployment*);
- *Key Performance Indicators* (KPI's);
- *Muda* (desperdícios);
- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE);
- Análise PDCA (*Plan-Do-Check-Act Analysis*);
- Definir objetivos SMART;
- *Takt Time* (TT);
- *Gemba*;
- *Six Big Losses*.

Tanasic et al. (2022) consente no que diz respeito à existência de um grande número de ferramentas que podem ser utilizadas na prática para a identificação, diagnóstico e implementação de iniciativas de melhoria nos processos, contudo a avaliação do processo deve começar sempre pelo mapeamento do mesmo e desenvolvimento de um VSM, uma vez que o mesmo irá permitir obter uma visualização detalhada de todas as suas atividades e processos e conseqüentemente detetar pontos de desperdício ao longo dos processo, assim como identificar as respetivas causas. Deste modo, esta ferramenta permite obter uma abordagem holística daquele que é o funcionamento do sistema organizacional, podendo também ser criado para cada produto ou serviço em qualquer área do negócio. Os mesmos autores realçam ainda que o mesmo fornece uma estrutura eficiente para apresentar processos de forma a enfatizar o desperdício, assim como o impacto negativo que o mesmo cria quer no desempenho quer no fluxo do processo. Por possuir todas estas vantagens, o mesmo tem-se tornado uma forma padrão para descrever fluxos. Posto isto, é possível aferir que este é um dos métodos fundamentais para a implementação do conceito *Lean*, pois fornece não só uma representação visual dos processos, mas também do respetivo fluxo de materiais, fluxo de informações e fluxo de valor.

Gebeyehu et al. (2022), salientam que o VSM é uma ferramenta que consegue fornecer uma visão completa do processo, sendo que as atividades presentes no mesmo

podem ser divididas em três categorias, que devem ser bem definidas dentro da organização, estão são:

- Atividades de Valor acrescentado são ações cujo propósito é tornar o produto ou serviço em causa mais valioso do ponto de visto de cliente final, estando o mesmo disposto a pagar pelas mesmas;
- Atividades Sem Valor Acrescentado são um desperdício puro para a organização, que deve ser eliminado de modo imediato, uma vez que estas não acrescentam qualquer valor ao produto final, e por isso o cliente não se encontra disponível a pagar pelas mesmas.
- Atividades necessárias, mas que não acrescentam valor são aquelas que apesar de serem necessárias para o funcionamento dos processos, os clientes não se encontram redispostos a pagar, representam, por isso, o tipo de desperdício mais difícil de reduzir ou eliminar, sobretudo num curto espaço de tempo.

Torna-se ainda importante salientar que, segundo Abu et al. (2021) a implementação do *Lean* em setores menos automatizados como a indústria de mobiliário tem demonstrado um progresso lento. Na implementação desta filosofia têm sido utilizadas muitas soluções, métodos e ferramentas que foram inicialmente desenvolvidas na indústria automóvel e em ramos com um nível alto de tecnologia. O problema que tem sido enfrentado pelas fábricas deste setor é a sua incapacidade de implementar o *Lean* de uma forma contínua. Contudo, o autor salienta que a indústria de mobiliário possui um grande potencial a ser melhorado devido aos benefícios que têm sido obtidos na implementação da metodologia *kaizen* no contexto do mobiliário indonésio.

3.2. Six Sigma

O SS é amplamente adotado em escala global, sendo implementado por inúmeras empresas, consolidando-se como uma ferramenta essencial no século XXI para alcançar a excelência e a qualidade nos negócios. Ao reduzir ao mínimo a ocorrência de produtos e serviços que não atendem aos padrões estabelecidos, o SS impulsiona melhorias significativas nos aspetos financeiros, operacionais e na satisfação do cliente (Jamil et al., 2020).

Díaz-Ruiz & Trujillo-Gallego (2022) enfatiza o SS como sendo uma prestigiada filosofia, que pode ser interpretada através de duas perspetivas distintas. O primeiro ponto

de vista, realça que esta visa satisfazer os clientes apostando na melhoria da qualidade, eficiência e produtividade dos processos, de modo a melhorar a utilização de recursos, obter poupanças e, conseqüentemente, aumentar a rentabilidade da organização.

Sob outra perspetiva, os mesmos autores referem que o SS pode ser visto do ponto de vista de controlo estatístico da qualidade, uma vez que o mesmo tenciona o alcance da perfeição, desejando reduzir ao máximo o número de defeitos, possuindo como objetivo chegar aos 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) (Díaz-Ruiz & Trujillo-Gallego, 2022).

Simanová & Sujová (2022) consente, uma vez que destaca o SS como uma metodologia de melhoria do processo que se baseia em dados, técnicas e ferramentas estatísticas, que permitem uma abordagem estruturada no que diz respeito à identificação de causas raiz dos diferentes defeitos que podem ser encontrados durante a produção. Evidencia ainda, que esta ferramenta como o objetivo alcançar processos mais estáveis e previsíveis.

O uso do SS como indiciador de desempenho é amplamente reconhecido na literatura científica. Esta metodologia é considerada uma abordagem robusta para medir a capacidade das empresas em reduzir a variabilidade de características críticas para a qualidade (CTQ), que são definidas como aquelas que satisfazem as expetativas dos consumidores (Díaz-Ruiz & Trujillo-Gallego, 2022).

De acordo com Simanova & Gejdoš (2021), o índice de capacidade do processo (PCI) é uma medida amplamente utilizada no âmbito do SS, com o objetivo de avaliar a qualidade e desempenho dos processos. Esta medida desempenha um papel fundamental na determinação da capacidade crítica de um processo em relação ao cumprimento de limites estabelecidos ou esperados. Os autores acrescentam que os índices C_p e C_{pk} são amplamente utilizados como indicadores para avaliar a competência do processo, proporcionando uma avaliação objetiva da sua capacidade em cumprir com as especificações técnicas e em produzir peças que estejam em conformidade com tais especificações.

A metodologia SS pode ser implementada através de duas metodologias, o DMAIC e o *Define-Measure-Analyse-Design-Verify* (DMADV). A principal distinção entre estes dois métodos centra-se nas últimas duas etapas do mesmo, que fazem com que o DMADV seja mais direcionado para desenvolvimento de novos produtos, enquanto o DMAIC se foque nas melhorias que podem ser trazidas para os produtos e processos já existentes (Simanová & Sujová, 2022).

Ao adotar a abordagem DMAIC, é comum fazer uso de várias ferramentas e métodos técnicos já estabelecidos na gestão da qualidade. Essas ferramentas podem ser integradas de forma sinérgica em ciclos de melhoria contínua de processos e produtos. É importante ressaltar que as ferramentas da qualidade desempenham um papel crucial na resolução de problemas, seguindo um processo metódico. Elas auxiliam as organizações a compreender técnicas que conduzem à obtenção de diagnósticos precisos, bem como à geração e análise de alternativas de decisão eficazes (Gomes et al., 2022).

Segundo Urbina et al. (2022), enquanto a abordagem LM é uma abordagem de gestão que permite uma maior competitividade devido à sua maior eficiência, uma vez que esta permite a entrega de produtos de qualidade em prazos de entrega mais curtos e custos reduzidos, a filosofia SS possui outra abordagem. Esta foca-se na monitorização contínua do processo e tem como objetivo eliminar ou reduzir as falhas e defeitos que ocorre no processo produtivo. Deste modo, as técnicas e ferramentas utilizadas no SS têm vindo a ser aplicadas nas mais diversas áreas de fabrico, encorajando a melhoria contínua, diminuição dos custos através da redução da variabilidade dos processos, assim como numa elevada qualidade dos produtos finais.

Simanova & Gejdoš (2021) afirmam que o sucesso da implementação do SS provém em grande parte do apoio da gestão de topo, da implementação de programas de qualidade e no conhecimento que a empresa possui que pode ser visto como uma vantagem competitiva. Posto isto, os autores concluem a falta de capacidade de uma organização em aplicar esta filosofia é o resultado de uma falta de apoio por parte da gestão de topo e recursos insuficientes para a gestão de mudança, a implementação de programas de qualidade, assim como a maturidade da própria organização e o seu nível de conhecimento. Os autores são ainda enfáticos ao referirem que um dos principais fatores que influenciam o sucesso da implementação do SS é o fracasso que ocorre em gerir a mudança cultural e implementar qualquer filosofia de qualidade.

3.3. *Lean Six Sigma*

O LSS é uma estratégia que visa aumentar o desempenho empresarial através da combinação dos dois métodos: LM e o SS. Esta combinação tem como objetivo focar no aumento da qualidade, reduzir a variação e os desperdícios de uma empresa. A integração

destas metodologias tem resultado em vários exemplos práticos que têm tido resultados positivos o que demonstram a eficiência da mesma (Megawati et al., 2020).

O objetivo do TPS é a redução de três tipos fundamentais de desperdícios no processo de produção. Estes desperdícios abrangem o *Muda*, que engloba atividades desprovidas de valor agregado, o *Muri*, caracterizado pela distribuição desigual da carga de trabalho que pode acarretar sobrecarga tanto em equipamentos quanto em colaboradores. Como resultado, a presença de Muri culmina na manifestação de *Muda*, como produção excessiva de defeitos, acúmulo de inventário e esperas prolongadas. A abordagem do *Muri* pode ser enfrentada por meio de ferramentas *Lean*, como a aplicação do conceito *Takt Time*, que visa alinhar a taxa de produção à procura dos clientes. No entanto, a terceira categoria, conhecida como *Mura* diz respeito à variação do processo, o que resulta em desempenho inconsistente. A padronização do processo, frequentemente empregada para lidar com o *Mura*, não é garantia de consistência, uma vez que não se aprofunda o suficiente nas causas subjacentes da variação (Kowang et al., 2022).

Neste contexto, Kowang et al. (2022) acrescenta que a integração do *Lean* e do SS preenche a lacuna existente no TPS no que tange ao tratamento do *Mura*. O SS, por sua vez, concentra-se em uma abordagem de melhoria contínua e inovadora, visando minimizar a variação do processo. Essa combinação audaz permite abordar de forma mais eficaz os desafios associados à inconsistência e variação, promovendo uma produção mais robusta e resiliente.

Tampubolon & Purba (2021), demonstra a relação entre os princípios *Lean* e a metodologia SS, através da relação das etapas dos mesmos, que se encontram evidenciadas na Figura 3.2.

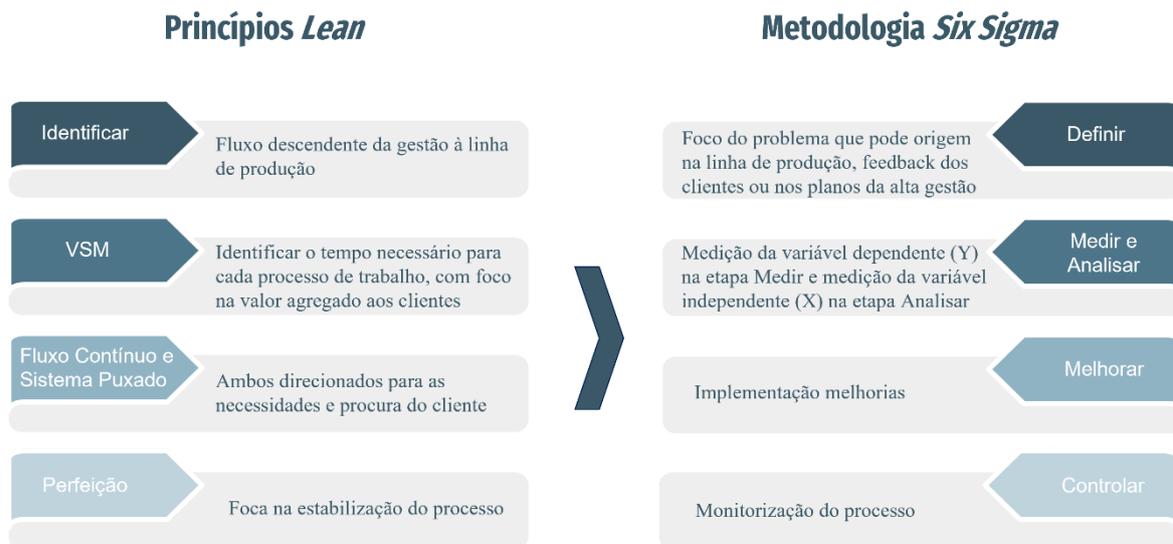


Figura 3.2: Relação entre os Princípios *Lean* e a Metodologia SS [adaptado de (Tampubolon & Purba, 2021)]

De acordo com Simanová & Sujová (2022), o LSS é um método para melhorar tanto a qualidade como a rentabilidade dos processos, baseando-se na estabilização do mesmo. Além disso, este também pode ser visto como um estilo de gestão que se sustenta através de uma organização altamente direcionada e dedicada à gestão de projeto.

Na sua generalidade, os projetos de implementação do LSS focam-se numa aplicação sistemática do SS centrando-se numa abordagem DMAIC, na identificação de processo e na especificação de soluções que podem ser oferecidas através da implementação de várias ferramentas, nomeadamente, *Design of Experiments* (DOE), *Value Stream Mapping* (VSM), *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC) que acaba por abranger o mapeamento de todo o processo, e os 5S. O autor refere ainda que é expectável que a implementação do LSS reduza os custos quer de forma de trabalho direto, como o tempo e o esforço que é necessário para realizar certas tarefas que não possuem qualquer valor acrescentado (Simanová & Sujová, 2022).

De acordo com Megawati et al. (2020) embora inicialmente o LSS tenha sido implementado em indústrias privadas e em grandes empresas transformadoras, nos últimos anos são inúmeros os campos da indústria onde este tem sido aplicado, incluindo, agricultura, serviços às empresas, serviços de saúde, manufatura, entre outros. A aplicação desta metodologia ajuda a medir potenciais benefícios através da visualização das linhas de produção, tem sido por isso adotado por muitas empresas na reestruturação dos processos de produção, reduzindo as custos e tempos de ciclo.

Embora a utilização do LSS esteja a aumentar na indústria de mobiliário e em produtos derivados da madeira, estes ainda não se encontram bem documentados, e a sua implementação tem sido um processo lento, que pode estar associado à complexidade de certas operações realizadas neste setor, às diferentes variáveis que têm de ser registadas, à falta de interesse em modernizar os processos de produção, assim como a própria cultura organizacional que acaba por ser resistente ao que toca em mudar as estruturas do trabalho neste tipo de indústria (Guerrero et al., 2017).

3.3.1 Métodos e Ferramentas Aplicadas ao *Lean Six Sigma* na Indústria Mobiliária

No que se refere à indústria de mobiliário, existem ainda poucos exemplos de implementação de ferramentas LSS relativamente ao desenvolvimento de projetos de melhoria. Deste modo, tem sido um grande desafio adaptar aquilo que são as estratégias e as metodologias ao real contexto destas empresas (Guerrero et al., 2017).

Neste momento, existem quase cerca de 100 ferramentas para as práticas *Lean* e o mais provável é que este número cresça com o tempo e que haja uma vasta coleção de práticas sugeridas por vários investigadores. No entanto, a seleção das práticas e ferramentas *Lean* a adotar deve ser realizada sabiamente e com cautela de forma a garantir que a implementação seja bem-sucedida. Existem 3 objetivos que devem ser tidos em consideração antes de selecionar as ferramentas mais adequadas a serem utilizadas, eles são: evitar desperdícios, reduzir custos adicionais e evitar tempo adicional de produção. A seleção das práticas *Lean* devem ser realizadas tendo sempre como base a natureza do processo e além disso é de extrema importância que o fabricante possua conhecimentos suficientes relativamente a esta prática de modo a compreender o funcionamento da mesma (Abu et al., 2019).

Simanová & Sujová (2022), criaram um modelo de aplicação de métodos e ferramentas para a melhoria contínua da qualidade e gestão do desempenho dos processos de fabrico de mobiliário, através da implementação de métodos e ferramentas de acordo com as metodologias SS e LSS. Assim sendo, os mesmos autores fazem uso do ciclo DMAIC, dando as seguintes sugestões de ferramentas e de abordagens para cada uma das fases:

- **Definir:** foca na identificação de desperdícios, do ponto de vista material e temporal, considerando as expectativas e os indicadores críticos do processo na perspetiva do

cliente final. Métodos como *Voice of Customers* (VOC), CTQ e Quality Function Deployment (QFD) são utilizados para esse propósito. É importante obter o registo de dados de produtos não conformes, que necessitam de retrabalho, e dos tempos de espera durante o processo. Os DPMO, a eficiência e o nível sigma do processo devem ser calculados através do uso de ferramentas estatísticas. A análise de *Pareto* e o *Project Charter* podem auxiliar na priorização e definição do problema enquanto o uso SIPOC ilustra o fluxo do processo e a essência do problema.

- **Medir:** é imprescindível definir os indicadores-chave do processo crítico, determinar o plano de medição de forma a obter os dados iniciais, assim como medir a capacidade atual do processo, que pode ser efetuado a partir de ferramentas estatísticas. Devem ainda ser realizadas representações gráficas, por exemplo, através da utilização de histogramas.

- **Analisar:** foca-se na análise dos produtos não conformes e nas métricas anteriormente mencionadas. Os resultados das medições, juntamente com a criação de um diagrama de *Ishikawa*, ajudam a identificar as causas raiz do problema. Também pode ser realizado um diagrama de afinidade e uma sessão de brainstorming como métodos para promover a discussão coletiva e multidisciplinar. A utilização do método *Delphi*, que envolve a obtenção de opiniões de especialistas em um ambiente externo, também pode ser útil.

- **Melhorar:** foca-se na aplicação de medidas corretivas para eliminar as causas dos problemas. É importante desenvolver planos de ação com indicadores críticos do processo e instruções claras para os colaboradores. O uso do VSM atualizado é recomendado para visualizar as informações do processo, incluindo tempo e materiais utilizados, após a implementação de melhorias. A verificação dos resultados deve ser feita por meio de métodos de análise e síntese, com o auxílio de ferramentas estatísticas.

- **Controlar:** é essencial prestar atenção no controlo dos resultados qualitativos das mudanças implementadas. O foco deve estar em utilizar a informação primária descrita e utilizada nas fases anteriores, especialmente os métodos recomendados para monitorizar os indicadores críticos do processo. Nesta fase é importante garantir a informação seja transmitida de forma organizada, desde os colaboradores até à gestão de topo, para uma rápida e oportuna resolução dos problemas. São ainda recomendados os métodos 5S, SMED, TPM, *kaizen* e sistema *kanban*.

Dada a diversidade de ferramentas disponíveis, realizou-se um levantamento de diversos artigos nos quais foram aplicadas as metodologias de LM e LSS no setor em análise. A Tabela 3.1 apresenta uma descrição das ferramentas/atividades utilizadas em cada um desses artigos, bem como o problema/objetivo inicial abordado e os resultados obtidos.

Tabela 3.1 Compilação de Ferramentas Utilizadas em Projetos *Lean* na Indústria de Mobiliário

Abordagem / Autores	Problema / Objetivo	Métodos e Ferramentas Utilizadas	Resultados Obtidos
<i>Lean Manufacturing</i> (Baca et al., 2021)	O estudo pretende aumentar a produtividade de um aglomerado de empresas de mobiliário no Peru, procurando abordar as razões e causas raiz identificadas ao longo do estudo, o elevado tempo de paragem devido a desordens na área de trabalho (42,1%), a atrasos devido a métodos de trabalho ineficientes (36,7%), escassez de materiais e fornecimentos.	System Layout Planning (SLP) - com o objetivo de redistribuir corretamente o piso de trabalho; Standardized Work (SW) - com o objetivo de melhorar os processos e atividades realizadas pelos operadores; 5S's - Melhorar o ambiente de trabalho, o que por sua vez permite aumentar a produtividade.	Aumento da produtividade através da redução do tempo de produção em 42% sendo que as unidades a produzir aumentaram de 78 para 98 móveis estofados. Os tempos de ciclo foram regulados o que permitiu que os mesmo ficassem abaixo do <i>takt time</i> , e assim satisfazer a procura.
<i>Lean Manufacturing</i> (Tarigan et al., 2019)	Empresa de fabricação de mobiliários apresentava várias atividades sem valor acrescentado, incluindo o transporte de longa distância, que resultava em tempos de espera prolongados no processo de produção.	VSM - de modo a encontrar as atividade de valor acrescentado e aquelas sem qualquer valor; Método 5WIH - de forma a reduzir as atividades que não acrescentam valor; SIPOC; Overall Factory; Process Chart ; Technology Layout - de forma a conseguir alternativas para o layout da fábrica.	A implementação do novo <i>layout</i> permitiu que o tempo de produção diminuísse de 19237 segundos para 14340 segundos. Além disso, a eficiência do ciclo do processo aumentou em 34,15% e a produção por dia aumentou em 20 unidades.
<i>Lean Manufacturing</i> (Suhardi et al., 2019)	Minimizar o desperdício no chão de fábrica numa empresa de mobiliário na Indonésia; Diminuir tempo de espera e evitar os estrangulamentos.	VSM - procura identificar desperdícios, separar atividades de valor agregado e não agregado, e criar um mapa futuro com processos de produção aprimorados.; 5WIH - de forma a reduzir as atividades que não acrescentam valor; Princípios ECRS - Eliminar, Combinar, Reorganizar e Simplificar.	Diminuição em 4,79% dos tempos de espera e equilibragem da carga de trabalho recebida pelos colaboradores.

<p><i>Lean Manufacturing</i> (Gazoli de Oliveira & da Rocha Junior, 2019)</p>	<p>Implementação de <i>Lean Manufacturing</i> numa empresa de mobiliário cuja atividade mais crítica se centrava na operação de perfuração onde o tempo de ciclo se encontrava muito acima do <i>takt time</i>.</p>	<p>Seguem <i>lean furniture framework</i> construído pelos autores a partir de uma revisão da literatura, cujos passos se dividem na preparação, execução e melhoria contínua; VSM - estado atual e futuro; SMED; SW.</p>	<p>Aumento da produtividade na máquina de perfuração em 27% e houve uma redução de movimentos de 33%. Isto representa uma redução de custos de produção, que resultou numa poupança anual de aproximadamente 15800 BRL.</p>
<p><i>Lean Manufacturing</i> (Garay et al., 2021)</p>	<p>Empresa de mobiliário em <i>Villa el Salvador</i> pretendia perceber quais eram as razões e as causas raiz dos tempo improdutivos que eram gerados por atividades que não acrescentavam valor ao produto final</p>	<p>SLP - com o objetivo de redistribuir corretamente as unidades de trabalho; Work Methods (WM) - para melhorar os processos e atividades realizadas pelos colaboradores 5S's - para melhorar o ambiente de trabalho e melhorar a produtividade.</p>	<p>Este artigo apresenta então um modelo inovador que conjuga estas 3 ferramentas. Segundo os autores é espetável que a partir do mesmo se consiga regular os tempos de ciclo, assegurando que os mesmo fiquem abaixo do <i>takt time</i>, de modo a responder à procura.</p>
<p><i>Lean Six Sigma</i> (Urbina et al., 2022)</p>	<p>Empresa da indústria do mobiliário no Peru recebiam queixas relativamente à qualidade, devido a produtos não conformes. O objetivo do estudo foi criar um modelo de gestão da qualidade utilizando ferramentas <i>Lean</i> de modo a reduzir produtos defeituosos e melhorar a qualidade dentro da empresa</p>	<p>SMED; VSM; ERCS; 5W1H; Abordagem DMAIC - SIPOC, Current Reality tree (CRT) Control charts, Histogramas, Pareto, diagrama causa efeito; O modelo proposto tem como base a utilização da ferramenta FMEA implementada na fase Melhorar do DMAIC. Na fase implementação do ações corretivas dada pelo FEMEA, são apresentados os Sistemas Poca-Yoke e o Process Standardization</p>	<p>A implementação de um plano piloto permitiu demonstrar uma redução de 20% dos produtos defeituosos, assim como poupanças monetárias.</p>
<p><i>Lean Six Sigma</i> (Megawati et al., 2020)</p>	<p>A empresa tinha como objetivo era reduzir os defeitos, utilizando uma abordagem DMAIC</p>	<p>Defenir: Identificação dos desperdício e defeitos, VSM; Medir: Calculado o nível sigma atual; Analisar: Pareto, Brainstorming e Diagrama de causa efeito Melhorar: 5W1H, Planos de ação; Controlar: Programas de controlo de processo;</p>	<p>O resultado para o maior defeito, o nível sigma aumentou de 3,5 para 4,3 em 3 meses de aplicação do DMAIC, sendo que no desempenho total de qualidade foi aumentou de 3,3 para 3,7.</p>
<p><i>Lean Six Sigma</i> (Guerrero et al., 2017)</p>	<p>Queixas constantes dos clientes relativamente à qualidade do produto final de uma empresa de mobiliário localizada na região ocidental do México</p>	<p>Defenir: Formulação do projeto, VSM; Medir Análise <i>gage R&R</i>, Recolha de dados; Analisar: Identificar as causas raiz, <i>Brainstorming</i>, Diagrama causa Efeito; Melhorar: <i>Design of Experiments</i> (DOE), ANOVA Controlar: Cartas de controlo</p>	<p>Foram apresentadas várias soluções alternativas à empresa que contribuem para uma redução dos defeitos e maior rentabilidade da empresa.</p>

Através da análise detalhada da literatura apresentada na Tabela 3.1, é possível concluir que os princípios *Lean* são essenciais para o desenvolvimento sustentável de uma empresa, tendo um impacto bastante positivo não apenas a nível industrial, mas também socioeconómico e ambiental.

Além disso, verifica-se que as ferramentas mais utilizadas na aplicação dessas metodologias na indústria de mobiliário, que têm trazido resultados positivos, são principalmente: VSM, 5S's, *Who?-What?-Where?-When?-Why?-How?* (5W1H), *Systematic Layout Planning* (SLP), SW, os princípios Eliminar, Combinar, Reorganizar e Simplificar (ECSR), SIPOC, SMED, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), implementação de sistemas *poka-yoke*, diagrama de *ishikawa*, análise de *pareto*, *brainstorm* e utilização de cartas de controlos.

Destaca-se também a incorporação dessas ferramentas por meio da abordagem DMAIC, que demonstrou ser uma metodologia estruturada eficaz na abordagem de problemas complexos, conforme evidenciado pelos resultados positivos apresentados na Tabela 3.1. Embora a utilização do DMAIC tenha sido observada apenas em alguns dos artigos analisados, esses casos destacam a sua aplicabilidade e a necessidade de considerá-lo como uma abordagem sistemática e baseada em dados para obter resultados consistentes.

É importante destacar, conforme mencionado anteriormente, que as ferramentas devem ser selecionadas especificamente para cada caso, tendo sempre em consideração o tipo de problema que se pretende resolver, as características da organização e o nível de conhecimento na sua aplicação (Abu et al., 2019).

3.3.2 Desafios da Implementação das Metodologias LSS na Indústria Mobiliária

De acordo com Abu et al. (2021) existem vários estudos acerca da indústria da madeira e de mobiliário que aferem que as barreiras de implementação do *Lean* estão essencialmente relacionadas com a cultura e a atitude humana, que incluem a resistência à mudança por parte da gestão, dos colaboradores, assim como a crença de que *Lean* é um *gimmick* e que na realidade não irá trazer os benefícios que promete. Além disso, destacam-se também obstáculos relacionados com questões de conhecimento, nomeadamente a falta de *know-how* durante a implementação e falta de compreensão dos benefícios. Os mesmos

autores destacam ainda barreiras relacionadas com a falta de recursos neste setor, nomeadamente a falta de tempo, de fundos de capital e a falta de mão de obra.

Abu et al. (2019) salienta ainda como obstáculos a falta de envolvimento dos colaboradores do chão de fábrica no processo, a falta de competências de supervisão dos mesmos, assim como falta de conhecimento.

Segundo Abu et al. (2022) a implementação de LM requer a criação de uma melhoria contínua não só em termos de cultura, mas também através de uma educação contínua, uma vez que esta metodologia leva a atualizações constantes sobre como as coisas devem ser feitas e como os problemas podem ser resolvidos. O autor salienta ainda que alguns estudos também têm demonstrado que existem várias barreiras relacionadas com a perceção e compromisso por parte dos colaboradores, havendo uma tendência a recuar em relação às práticas antigas de trabalho, assim como falta de interesse e apoio por parte da direção.

Simanová & Sujová (2022) refere que tendo como pressuposto que o SS é uma filosofia relacionada com os recursos humanos e que depende sobretudo das decisões da gestão, estrutura organizacional e do apoio e estratégia de implementação, se pode afirmar que a implementação do mesmo é fortemente afetada pelo nível de competências e conhecimentos transversais que os recursos possuem. Isto encontra-se de acordo com Abu et al. (2022), que constata que a implementação destas metodologias e a adaptação ao novo ambiente está profundamente ligado à gestão, aos conhecimentos técnicos e ao compromisso do mesmo.

Abu et al. (2021) apresenta várias iniciativas que tem como propósito combater as barreiras de implementação do LM. Para superar a resistência cultural e atitudinal e promover um maior conhecimento sobre ao *Lean* os autores enfatizam a importância de realizar atividades de promoção agressiva, como *roadshows*, *workshops* seminários e exposições. Estas iniciativas envolvem os colaboradores, combatendo a perceção negativa de que o *Lean* é difícil de implementar, enquanto destacam os benefícios tangíveis e intangíveis desta abordagem, permitindo que os colaboradores adquiram as competências necessárias para a sua implementação. No que diz respeito à escassez de recursos, os autores ressaltam a importância de procurar por apoio e financiamento, promover de forma proativa programas de sensibilização básica e estabelecer parcerias com entidades governamentais e universidades.

4. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A presente dissertação foi desenvolvida na *Angora Furniture Manufacturing*. Nesse sentido, este capítulo apresenta uma breve descrição da história da empresa, do seu contexto empresarial e do seu processo produtivo. Adicionalmente, serão identificados os distintos modelos de produtos que a organização possui à disposição dos seus clientes.

4.1. Angora Manufacturing

A *Angora Furniture Manufacturing*, localizada em Paços de Ferreira, é uma empresa que se dedica à produção de mobiliário e estofos para a sua própria marca, *Swyft* que possui sede em *Luton* no Reino Unido (Figura 4.1).



Figura 4.1: Representação Geográfica da *Angora Furniture Manufacturing* e da *Swyft Home*

A empresa iniciou a sua atividade em Portugal em 2018 e hoje possui mais de 150 colaboradores. Reconhecida como sendo uma empresa humanista, a *Angora* preza a igualdade de género e aposta nos seus colaboradores realizando diversas formações que permitem desenvolver constantemente o *know-how* e competências dos mesmos.

Destaca-se pela criação de um design de alta qualidade, com conforto, equilíbrio e funcionalidade dos seus produtos. No entanto, a principal diferença que a torna exclusiva no mercado em contrapartida aos seus concorrentes, é o modo como a mesma realiza o empacotamento e entrega das suas encomendas. Distintamente a outras empresas que atuam no mesmo ramo, esta criou um contexto “*Sofa in a Box*”, que permite aos seus clientes receberem a sua encomenda com os vários componentes agrupados por caixas.

O segredo inerente a esta ideia, tem como base um mecanismo exclusivo e patenteado pela empresa, *Swyft-lok* (Figura 4.2) Este mecanismo é composto por dois componentes, uma fêmea e um macho que estão projetados para se envolverem até se encaixarem por completo. O macho é constituído somente de alumínio, no entanto, de modo a reforçar a resistência do mecanismo, a fêmea é concebida por aço na sua totalidade.



Figura 4.2: Representação do Mecanismo *Swyft-lok* [retirado de <https://swyftthome.com/>]

Embutidos nas extremidades de diversos componentes, estes permitem agilizar e facilitar o processo de montagem sem o uso de qualquer ferramenta adicional (Figura 4.3). Este mecanismo colmata o problema de acessibilidade que existia no mercado relativamente a esta gama de produtos, uma vez que o mesmo possibilita uma maior acessibilidade do transporte e entrega, sendo projetado exatamente com o intuito de eliminar quaisquer problemas de acesso para todos os envolvidos.



Figura 4.3: Representação do Mecanismo *Swyft-lok* embutido num produto [retirado de <https://swyfthome.com/>]

A empresa é ainda reconhecida pelo excelente atendimento que proporciona aos seus clientes, assim como pela oportunidade que a mesma possibilita de encomendar de forma gratuita uma caixa que possui amostras de toda a gama de tecidos que a mesma possui. Os clientes finais podem ainda usufruir de 100 dias de experiência dos produtos adquiridos, podendo haver uma devolução gratuita, caso haja alguma insatisfação por parte do mesmo, sendo o valor do produto em questão reembolsado na sua totalidade.

4.1.1. Complexo Industrial

A *Angora Furniture Manufacturing* está sediada no complexo industrial representado na Figura 4.4, que se encontra instalado numa área de 12 000 m². É neste edifício que ocorre todo o processo produtivo inerente à gama de produtos que a empresa oferece, com a exceção da carpintaria, que é realizada numa instalação distinta, situada em Lordelo. Nesse edifício são produzidos os cascos que correspondem à estrutura dos produtos que posteriormente são estofados e que dão suporte aos produtos.



Figura 4.4: Complexo Industrial da *Angora Furniture Manufacturing*

Durante a realização deste projeto, a empresa sofreu alterações no seu layout com o objetivo de aprimorar os fluxos de trabalho e estabelecer uma clara distinção entre a área "suja" e a área "limpa" da organização. A área "suja" compreende os processos que envolvem a colagem de materiais, nos quais o uso de colas é necessário durante o processo.

O Anexo B apresenta uma comparação entre o layout antigo e o layout atual. É importante mencionar que o layout atual incorpora algumas alterações, que ainda não se encontram completamente finalizadas no chão de fábrica.

Uma alteração significativa ocorreu na reestruturação da seção de corte e costura, que agora está alinhada com o novo formato. Especificamente, houve a necessidade de realocar a CNC devido à aquisição de um estendedor de tecido. Esta adição significativa exigiu uma reestruturação do espaço, uma vez que o equipamento ocupa uma área considerável que não seria viável no layout anterior.

4.1.2. Famílias de Produtos

A Angora Manufacturing produz uma gama de produtos diversificados que podem ser divididos em 7 categorias diferentes: (1) Sofás, (2) *Ottomans*, (3) *Storages*, (4) Camas, introduzido recentemente no seu catálogo, (5) Cadeiras, (6) Camas para cão e (7) Almofadas decorativas (Figura 4.5).

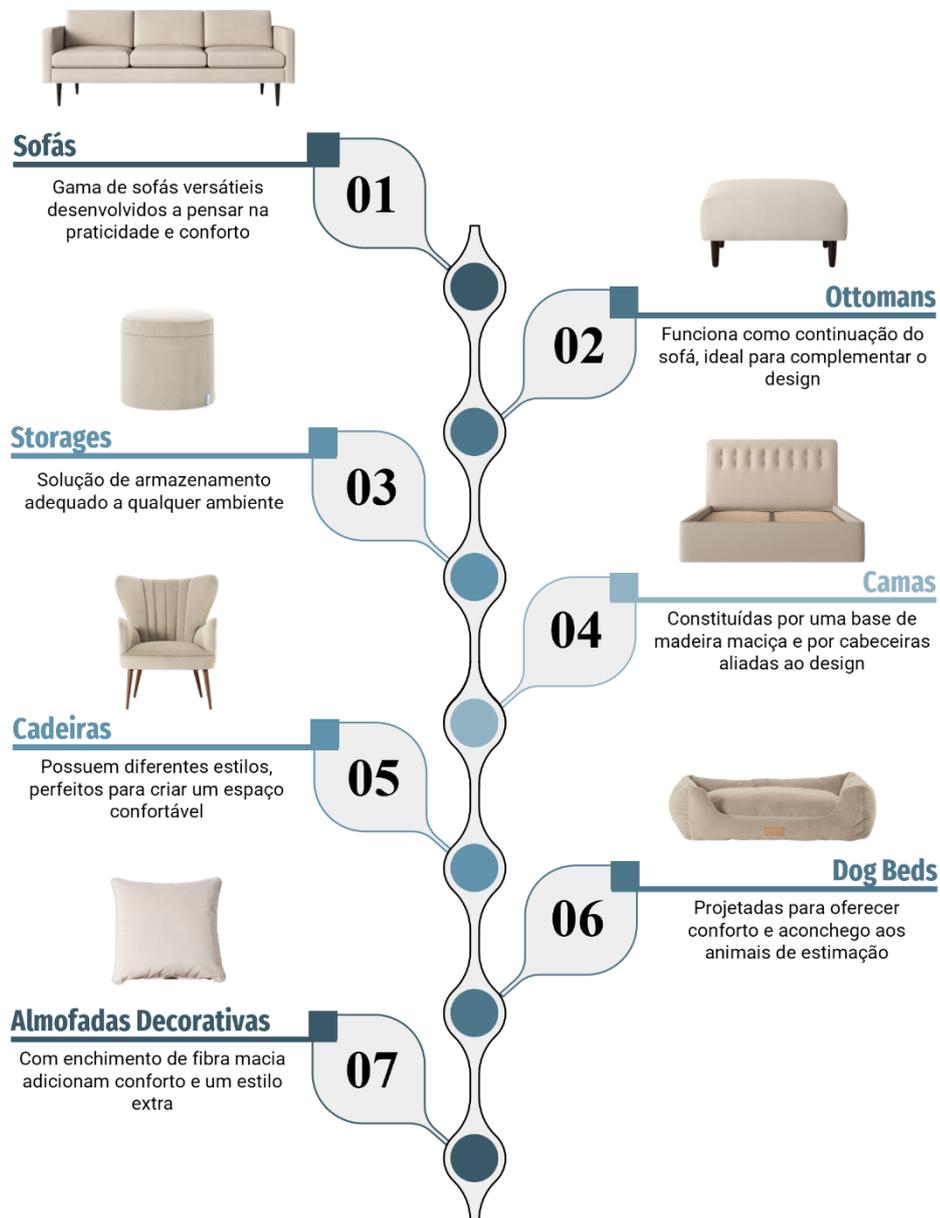


Figura 4.5: Família de Produtos Produzida pela Empresa

De salientar, que os produtos são exportados exclusivamente para o Reino Unido, sendo por isso desenvolvidos por especialistas que se centram nas necessidades dos seus clientes alvo, nomeadamente a nível do design e diversidades de cores, assim como no conforto e excelência na qualidade de manufatura dos mesmos.

Neste momento a empresa apresenta um elevado nível de customização, uma vez que a mesma produz apenas *Made to Order* (MTO), o que faz com que o cliente possua um alto nível de decisão, uma vez que a empresa proporciona à disposição do mesmo um

conjunto de diversas cores que podem ser aplicadas em toda a gama de produtos que a empresa oferece.

Apesar que esta ser uma grande vantagem competitiva, isto tem trazido grandes desafios a nível operacional, que começam a montante da cadeia de produção, onde se encontra incluído o processo de corte de tecido, que será o foco de análise neste projeto.

4.1.3. Ambiente Produtivo

A *Angora Furniture Manufacturing* é uma empresa que se encontra em fase de crescimento, e como tal, tem apresentado diversas mudanças a nível da sua estratégia organizacional, a fim de encontrar aquela que melhor se adequa às suas necessidades, de modo a garantir a satisfação do cliente final.

No início da sua atividade, a empresa possuía um catálogo bastante mais restrito no que diz respeito à quantidade de cores e produtos, o que limitava as opções do cliente final e, conseqüentemente, facilitava o planeamento de compras, nomeadamente de matéria-prima e logística. Deste modo, a empresa produzia exclusivamente para *stock*, armazenado em *Luton*, tendo como base para suas as previsões a procura que o mercado tinha apresentado nas últimas 8 semanas.

De maneira a acompanhar as necessidades do mercado, a estratégia empresarial da mesma passou por diversas alterações, tendo sido introduzido variadíssimas cores e tecidos à sua paleta, proporcionando ao cliente a possibilidade de personalizar qualquer um dos seus produtos.

Levando esta mudança em consideração, é nítido que a mesma trouxe inúmeras alterações para o planeamento da produção e de toda a logística da organização, uma vez que a empresa passou de um sistema onde produzia apenas para *stock* para um sistema híbrido, onde a empresa passou a produzir simultaneamente produtos para *stock* (MTS) e produtos customizados (cores que possuíam menos procura) que eram produzidos apenas quando o cliente realizava efetivamente o pedido, designados por MTO.

De salientar que este projeto de dissertação acompanhou a transição do sistema híbrido de produção para a produção exclusiva de MTO's. Atualmente, com este novo sistema produtivo, a empresa garante ao seu cliente a entrega da sua encomenda num período de 10 dias, estando os 5 primeiros alocados à produção e os outros 5 destinados para o transporte e respetiva entrega.

4.1.4. Processo Produtivo

A unidade fabril em Paços de Ferreira tem a responsabilidade integral pelo processo de fabricação, à exceção dos cascos de madeira que são adquiridos da carpintaria, que se encontra localizada num edifício distinto, em Lordelo. Os cascos desempenham um papel crucial na garantia da qualidade do produto final, uma vez que determinam a configuração estrutural dos produtos fabricados. Os cascos são classificados com base nas diferentes partes que compõem os produtos que incluem a base, os braços, o assento e as costas. Vale ressaltar que a carpintaria realiza a produção destes componentes com base em previsões fornecidas pelo Departamento de Planeamento e Compras.

O restante processo produtivo ocorre internamente na unidade fabril e é dividido em 10 setores distintos, detalhados no Apêndice A. É fundamental salientar que todos os setores desempenham um papel específico, crucial para garantir a qualidade e a conformidade dos produtos de acordo com os padrões exigidos pela indústria.

Tal como supramencionado, neste momento a empresa rege-se por abordagem exclusiva de produção de MTO's. Neste sentido, após a receção de uma encomenda, o processo produtivo é iniciado simultaneamente em 3 setores distintos: o setor de corte de tecido, o setor de corte de espuma e o setor responsável pelo polimento e pintura. Estes setores desempenham um papel crucial na realização da preparação inicial da matéria-prima bruta.

O *output* destes processos é direcionado para os próximos setores, servindo como *input* nos processos seguintes. Após a conclusão da primeira fase de preparação, o tecido já cortado e separado por componentes é transportado para o setor de costura, que é responsável por unir esses componentes, que posteriormente serão estofados numa etapa subsequente. Por sua vez, as espumas, juntamente com os cascos provenientes da carpintaria são o *input* necessário para o setor de *bodywork*, cujas tarefas se dividem em duas fases, a preparação dos cascos e a colagem das espumas sobre eles. Vale realçar que a fase de preparação desempenha um papel fundamental ao conferir resistência aos produtos, por meio do revestimento dos cascos com materiais como a precinta e ráfia. Esta medida visa prolongar a sustentabilidade dos produtos, garantindo a sua durabilidade e integridade ao longo do tempo. Por outro lado, a fase de colagem de espuma é essencial para proporcionar aos produtos o conforto e o formato desejado.

Após as etapas de preparação, o resultado proveniente do *bodywork* e do setor de costura é simultaneamente encaminhado para o setor de estofos, onde ocorre o revestimento dos cascos com o tecido proveniente da costura. Para esse processo, é crucial um planejamento coordenado entre todos os setores, a fim de garantir a preparação simultânea de todos os componentes necessários. No processo do setor de estofos, é ainda necessário realizar a colagem de fibra ao casco antes de forrá-lo com o tecido, com o objetivo de proporcionar maior conforto ao cliente final.

Após o processo do setor de estofos estar concluído, os produtos que necessitam da colocação de *loks* e rodapés são encaminhados para o setor dos metais. Este estágio final visa garantir a fixação adequada e a adição de elementos metálicos nos produtos.

Relativamente ao setor das almofadas, este é responsável pelo estofos dos componentes que não possuem cascos, podendo ser realizado de duas formas distintas. Por um lado, as almofadas podem ser produzidas através da colagem de espumas e fibras pré-cortadas no formato desejado. Por outro lado, também existem almofadas que são produzidas através do enchimento de TNT (tecido não tecido) proveniente da costura, utilizando fibra oca e espumas trituradas. Essas etapas são fundamentais para o subsequente forro das almofadas, utilizando o tecido proveniente da costura.

Após a conclusão dos processos nos setores de metais e almofadas, os produtos finalizados são enviados para o setor de embalagem. Nesta etapa, é realizado um controle de qualidade para garantir a conformidade dos produtos. Uma vez aprovados, os produtos são cuidadosamente embalados em caixas adequadas. Em seguida, são transportados para caminhões que serão expedidos para o armazém em *Luton*. A partir desse armazém, os produtos são direcionados para as residências dos clientes finais. Este cuidadoso processo de embalagem e transporte assegura a integridade dos produtos até ao seu destino final.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A revisão de literatura delineada previamente, evidenciou que uma das abordagens mais utilizadas em projetos *Lean*, que tem aportado um conjunto de resultados comprovados em termos da sua eficácia, é o ciclo DMAIC. A partir desta premissa, e considerando a ótica do problema em questão, a metodologia adotada no desenvolvimento deste projeto irá reverenciar as etapas do ciclo supramencionado.

Este capítulo será constituído em cinco subcapítulos, referentes a cada uma das etapas do ciclo DMAIC.

5.1. Definir

A fase “Definir”, como supramencionado, tem como objetivo a identificação, definição e seleção do projeto que será desenvolvido. Torna-se imprescindível que o propósito desta iniciativa seja delimitado de forma ponderada, visto que o mesmo não deve apenas priorizar as necessidades da organização, mas também ser de vital importância para os objetivos estratégicos que a mesma pretende alcançar.

Dada a essência inerente do projeto em questão, este contou com a participação preponderante do Departamento da Qualidade. Assim, sob a experiência da Diretora incumbida do referido departamento, foi possível eleger o foco do projeto, considerando o atual panorama da organização.

Diante do exposto, o cerne deste projeto consiste na identificação e subsequente elaboração de estratégias destinadas a reduzir ou eliminar os desperdícios inerentes ao processo de corte de tecido da organização, com o intuito de otimizar a eficiência e reduzir os desperdícios associados ao setor correspondente.

5.1.1. Diagnóstico Inicial

Com o intuito de estabelecer e quantificar os objetivos do projeto, torna-se essencial proceder à identificação e descrição da situação atual dos desperdícios associados a todo o processo de corte de tecido, bem como avaliar o impacto desses desperdícios na eficiência do setor em questão.

Através do "*gemba walk*", prática de gestão que envolve ir ao local de trabalho para observar diretamente as atividades e processos em andamento, foi possível monitorar e observar todo o processo com maior detalhe. Durante o "*gemba walk*", foram realizadas observações diretas das atividades de corte e entrevistas não estruturadas aos colaboradores. Esta abordagem permitiu uma compreensão mais aprofundada das operações, identificando os desperdícios presentes no setor.

Através destes dois métodos foi possível levantar um conjunto de informações específicas sobre os desperdícios presentes no setor. Estas informações encontram-se sintetizadas na Tabela 5.1, fornecendo uma visão geral dos desperdícios identificados. Fica evidente que a ineficiência do setor de corte é causada por inúmeras fontes de desperdícios.

É fundamental salientar que o objetivo deste projeto está centrado nos desperdícios relacionados a defeitos, inventário, espera, sobreprocessamento e sobreprodução, uma vez que a gestão de topo já havia empreendido esforços para reduzir os desperdícios associados ao transporte e movimentação, por meio de uma mudança de *layout*.

A reorganização física dos equipamentos e materiais ajudou a minimizar os movimentos desnecessários e a otimizar o tempo e os esforços da equipa. Esta alteração favoreceu ainda a comunicação e a colaboração entre os membros da equipa do corte e costura, setor subsequente ao corte. Ao estarem mais próximos fisicamente, os setores em questão conseguem comunicar-se de forma mais direta e rápida, compartilhando informações importantes, tirando dúvidas e resolvendo problemas de forma mais eficiente. Estes fatores reduzem a dependência de comunicações intermediárias e evita atrasos causados por dificuldades de comunicação.

A proximidade física facilitou ainda a supervisão e o acompanhamento do trabalho, permitindo uma resposta mais rápida a possíveis problemas. No geral, a otimização do fluxo de trabalho por meio da redução da distância de deslocamentos e da melhoria da comunicação contribuiu para uma maior eficiência e produtividade no setor de corte de tecido. Esta mudança resultou em benefícios tangíveis, como um menor esforço físico, minimização de erros e melhor utilização dos recursos disponíveis.

Tabela 5.1: Categorização e Descrição dos Desperdícios Associados ao Setor de Corte de Tecido

Identificação dos Desperdícios Associados ao Setor de Corte	
Categorização do Desperdício	Descrição
Defeitos	Foram detetados erros e não conformidades em componentes semi-acabados, que requerem um novo corte da matéria-prima. Esta situação resulta não apenas em custos adicionais com matéria-prima, mas também na necessidade de executar retrabalho associado a esses componentes.
Transporte	Durante o estendimento de rolos, observa-se uma considerável movimentação de matéria-prima. De forma similar, ocorrem deslocamentos durante a separação de componentes, com o propósito de encaminhá-los ao setor subsequente, a costura.
Inventário	Existe um considerável acúmulo de stock de tecido destinado a ser reaproveitado, decorrente de planos de corte com baixa eficiência, ou seja, que apresentam um aproveitamento reduzido do material. Além disso, há também stock de matéria-prima bruta que é adquirida semanalmente com base nas previsões de procura do mercado.
Movimentação	Durante o processo de corte manual, ocorrem deslocamentos desnecessários na procura de moldes, tesouras e máquinas de corte, devido à falta de organização dessas ferramentas de trabalho.
Espera	No setor de corte, foram identificados dois tipos de situações de espera: a espera da CNC pelos colaboradores e a espera dos colaboradores devido à CNC. Por um lado, é comum a CNC aguardar a configuração pelos colaboradores antes de iniciar um novo plano de corte. Essa espera também ocorre durante o processo de corte, pois a CNC precisa ser realinhada conforme o tecido é movido e fixado pelo vácuo. Além disso, podem ainda surgir períodos de espera devido a avarias na máquina. Por outro lado, os colaboradores também enfrentam momentos de espera quando não há mais espaço disponível para estender camadas de tecido e realizar novos cortes. Nesses casos, eles aguardam pela disponibilidade da CNC para prosseguirem com o trabalho.
Sobreprocessamento	Os parâmetros da CNC não se encontram otimizados, o que se traduz em tempos de corte superiores. Uso de recursos para realizar o corte de certos modelos manualmente, não havendo o aproveitamento da CNC para esse fim.
Sobreprodução	Existe um grande acúmulo de vivos, componente que faz parte da composição do Modelo 02.

5.1.2. Análise ABC

Com o objetivo de compreender quais produtos têm impulsionado a lucratividade da organização e obter uma visão holística da procura inerente aos produtos da empresa foi realizada uma análise ABC, tal como sugere a revisão da literatura.

Esta avaliação, levou em consideração o número de vendas e as margens de lucro associadas a cada produto, procurando identificar aqueles que exercem um impacto mais

significativo a nível financeiro. A realização da análise ABC foi baseada na proporção de lucratividade dos produtos. Os produtos da categoria A representam 25% da principal lucratividade da empresa, a categoria B corresponde aos próximos 25% dos produtos em termos de lucratividade, e os produtos da categoria C correspondem aos restantes 50%. É importante frisar que os dados históricos utilizados remontam ao horizonte temporal de 4 de abril de 2022 até 31 de março de 2023.

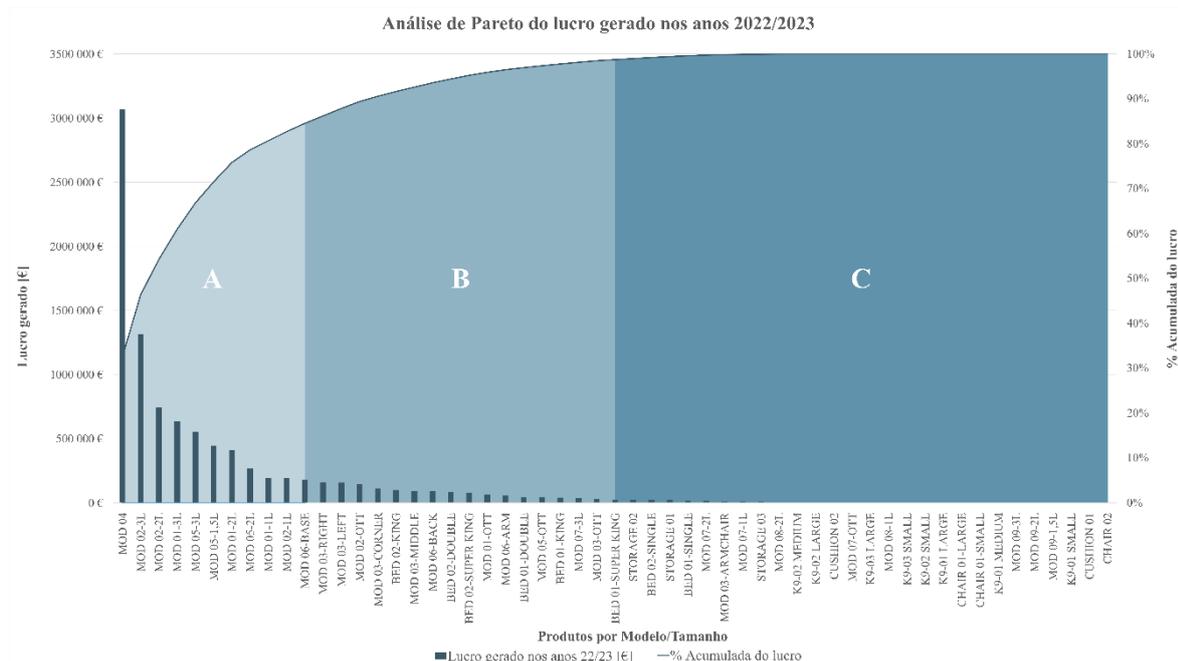


Figura 5.1: Análise ABC do Lucro Total Gerado por Produto

A partir da Figura 5.1, pode-se verificar que o modelo 4 e o modelo 2 de 3 lugares são os responsáveis por gerar o maior lucro para a empresa, representando 46% do lucro total da organização, tal como enfatizado no Apêndice B.

Comprender o impacto substancial que os modelos 4 e 2 de 3 lugares exercem no panorama financeiro da empresa é de extrema importância para o desenvolvimento deste projeto de dissertação. Ao representarem quase metade do lucro total da organização, estes modelos assumem uma posição de destaque no que se refere à estratégia de negócios, tornando-se fundamentais para a tomada de decisões no âmbito da otimização dos desperdícios associados ao setor de corte.

5.1.3. SIPOC

Conforme sugerido na revisão da literatura, utilizou-se a ferramenta SIPOC para mapear e compreender o fluxo do processo de corte de tecido, com o objetivo de identificar as etapas, os *inputs*, as atividades, os *outputs* e os clientes envolvidos. Esta abordagem proporcionou uma visão clara das etapas do processo, desde a entrada dos insumos até à entrega dos resultados aos clientes. Neste caso específico, o cliente é interno, correspondendo ao setor de Costura.

O processo de corte de tecido começou por ser realizado de forma manual. De modo a obter precisão dos componentes, o departamento de design desenvolveu moldes físicos que permitam aos colaboradores transcreverem os mesmos para os tecidos e posteriormente, com a ajuda de ferramentas apropriadas, realizarem o respetivo corte.

No entanto, com o crescimento da organização esta tarefa ficou impensável de ser realizada manualmente, devido ao aumento da quantidade de vendas, assim como da variedade de produtos que a empresa oferece. Neste sentido a empresa realizou um investimento num CNC de corte (Figura 5.2), cujo objetivo era agilizar todo o processo de modo a acompanhar a procura dos clientes, assim sendo a mesma encontra-se a ser utilizada pela empresa desde setembro de 2022.

Neste momento o processo de corte encontra-se a ser realizado de forma híbrida. A maior parte dos produtos têm sido cortados através do CNC, no entanto, quando um novo modelo é introduzido na produção, este não é imediatamente submetido a testes no CNC, o que resulta na necessidade de a equipa de corte prosseguir com processo muito mais demorado de corte manual. Outra circunstância que frequentemente envolve a realização de cortes manuais envolve situações de retrabalho, que exigem o corte de componentes específicos, sendo por isso mais fácil cortar manualmente do que interromper o fluxo de trabalho da máquina de corte.

Apesar desta máquina de corte ter sido adquirida relativamente há pouco tempo, a empresa verificou que a mesma não estava a ser aproveitada na sua máxima eficiência, o que por vezes provoca atrasos na produção.



Figura 5.2: Máquina de Corte de Tecido CNC

Na figura 5.3, é possível visualizar o fluxo do processo, identificar os pontos de entrada e de saída, assim como entender a relação entre os diferentes elementos envolvidos. Através desta visão geral, o SIPOC capacita a distinção nítida entre as atividades de valor agregado e aquelas que carecem de qualquer forma de valor perceptível. Com esta abordagem, torna-se possível detetar os pontos críticos de desperdício ao longo do fluxo, aos quais se irá proceder uma investigação aprofundada para a identificação das suas causas subjacentes. Esta ferramenta foi fundamental na incessante procura pela otimização e melhoria contínua da eficiência operacional no setor em análise.

Deste modo, torna-se evidente que o processo de corte manual compreende um conjunto de atividades de valor não acrescentado, uma vez que a aquisição da máquina CNC de corte teve como objetivo principal aprimorar o processo de corte manual. No entanto, até o momento, este processo tem-se limitado principalmente à realização de cortes manuais em casos de retrabalho e em produtos cujos moldes físicos ainda não foram finalizados para a integração no programa de corte CNC. As atividades posteriores ao corte, como a marcação manual e a separação de peças, embora necessárias, não contribuem diretamente para a adição de valor ao produto. Portanto, é imperativo que estas atividades sejam minimizadas ao máximo, com o intuito de otimizar o processo.

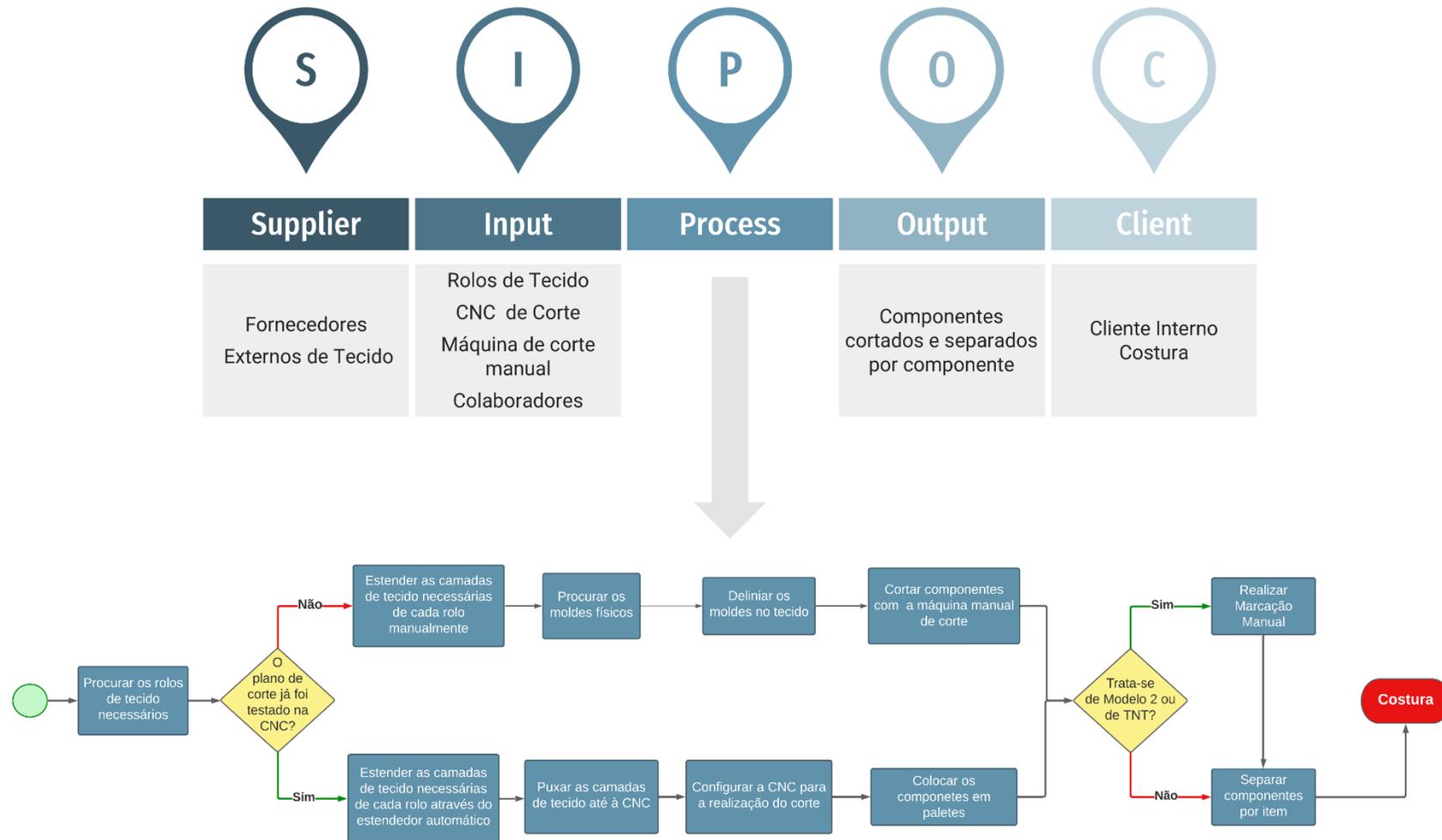


Figura 5.3: SIPOC do Processo de Corte

5.1.4. Identificação dos Fatores Críticos

Devido à considerável quantidade de desperdícios ligados a este setor, tornou-se essencial realizar uma análise das causas subjacentes, com o objetivo de obter uma compreensão abrangente dos fatores que estão a afetar esses desperdícios. Nesse sentido, foi elaborado um Diagrama de *Ishikawa*, conforme evidenciado na Figura 5.4, com o objetivo de possibilitar uma investigação mais aprofundada dos problemas inerentes a este setor.



Figura 5.4: Diagrama de *Ishikawa*

Na Tabela 5.2, encontram-se os níveis dos critérios utilizados para categorizar a Gravidade, Urgência e Tendência dos problemas encontrados no diagrama de *Ishikawa*. Em seguida, apresenta-se a avaliação realizada para cada uma das causas, bem como a sua categoria associada. Com base no resultado da multiplicação dos critérios da matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência), procedeu-se à priorização das causas raiz que devem ser consideradas com uma atenção especial.

Esta abordagem visa obter uma avaliação abrangente e fundamentada das causas identificadas, permitindo a identificação mais precisa das questões de maior relevância. A priorização resultante oferece uma base sólida para a tomada de decisões e para o planeamento das ações corretivas mais oportunas, visando mitigar potenciais impactos negativos.

A análise criteriosa da matriz GUT e a posterior priorização das causas raiz garantem ainda uma abordagem estratégica e objetiva para o tratamento dos problemas

identificados no diagrama de *Ishikawa*. Esta metodologia contribui assim para a otimização de recursos e para a resolução assertiva dos desafios enfrentados, visando a melhoria contínua do processo.

Tabela 5.2: Matriz de Priorização de GUT

Matriz de Priorização de GUT						
Gravidade	Urgência	Tendência			Pontuação	
Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Agravar-se Rapidamente			5	
Muito Grave	Muito Urgente	Agravar-se Lentamente			4	
Grave	Urgente	Estável			3	
Moderado	Moderado	Melhorar Lentamente			2	
Baixa Gravidade	Sem Urgência	Melhorar Rapidamente			1	

Avaliação						
Nº	Categoria da Causa	G	U	T	Importância	Priorização
1	Material	4	4	3	48	4º
2	Material	2	2	2	8	8º
3	Material	4	4	4	64	3º
4	Medida	5	5	4	100	2º
5	Medida	5	5	4	100	2º
6	Método	3	3	5	45	5º
7	Método	5	5	4	100	2º
8	Método	3	3	3	27	6º
9	Método	3	3	3	27	6º
10	Mão de Obra	2	2	3	12	7º
11	Mão de Obra	2	2	3	12	7º
12	Máquina	5	5	5	125	1º
13	Máquina	3	3	3	27	6º
14	Meio Ambiente	2	2	3	12	7º
15	Meio Ambiente	1	1	4	4	9º

Após uma devida e criteriosa priorização, tornou-se essencial estabelecer a ligação entre as causas raiz identificadas e os tipos de desperdícios previamente observados no diagnóstico inicial. Vale ressaltar que, dada a quantidade significativa de causas raiz apresentadas, o projeto centrará a sua atenção apenas até à quinta priorização.

A causa raiz atribuída com a pontuação mais alta recai na categoria “máquina” e corresponde à ausência de um ajuste ideal dos parâmetros da máquina de corte. Este

desperdício está intrinsecamente associado ao sobreprocessamento, uma vez que a máquina está a demorar um tempo substancialmente maior do que realmente é necessário para realizar o corte dos produtos, o que culmina em tempos de corte excessivamente prolongados.

A segunda maior pontuação resultou num empate entre três causas raiz. Duas delas estão classificadas na categoria "Medida" e referem-se à ausência de indicadores de desempenho e à falta de um sistema de controlo de matéria-prima, uma vez que não há qualquer procedimento formalizado para medir ou controlar a qualidade da mesma. Além disso, também foi identificada como prioritária a causa raiz relacionada à categoria "Método", que diz respeito à ineficiência do fluxo de trabalho, onde existem vários tempos de espera associados aos diversos recursos do setor em questão.

Classificada como a terceira causa raiz que merece prioridade, destaca-se o acúmulo de matéria-prima devido ao excesso de material ocasionado pela ineficiência de alguns dos planos de corte. Estes excessos enquadram-se nos desperdícios de inventário, uma vez que os mesmos possuem o propósito de serem reaproveitados para o corte de outros produtos, principalmente no que se refere ao retrabalho.

A falta de inspeção de matéria-prima após o corte, faz com que vários componentes com defeitos sejam enviados para uma fase de produção mais avançada, o que se traduz em custos adicionais para a organização. Portanto, esta é considerada a quarta causa raiz de maior prioridade para uma análise mais aprofundada e posterior mitigação. Esta questão gera problemas complexos, pois requer retrabalho ao nível da costura e do estofos nos componentes que não se encontram de acordo com os padrões exigidos.

A última causa raiz que terá igualmente foco neste projeto de dissertação será o corte excessivo de componentes específicos do Modelo 2, que têm originado um *stock* exagerado desses mesmos componentes. Esta situação pode ser enquadrada como um desperdício de sobreprodução.

5.1.5. Project Charter

O Project Charter tem como objetivo delimitar o âmbito do projeto e sintetizar de forma bastante visual os objetivos do mesmo, assim como os recursos necessários, o cronograma e as metas que se pretende alcançar. O presente *Project Charter* foi elaborado considerando o diagnóstico inicial do problema, as informações obtidas no SIPOC e os problemas identificados por meio das causas raiz abordadas no diagrama de *Ishikawa*, com

o objetivo de tornar o projeto mais preciso e focado. De salientar que o *Project Charter* só foi totalmente concluído após a fase “Medir”, se encontrar finalizada, uma vez que só assim foi possível mensurar de forma mais assertiva os objetivos que iriam ser o foco deste projeto.

Conforme ilustrado na Figura 5.5, o *Project Charter* inclui o *Problem Statement*, que descreve a situação atual enfrentada pelo setor de corte. Este identifica e detalha as questões específicas que necessitam de ser resolvidas, fornecendo uma compreensão clara dos problemas existentes. Segue-se o *Business Case* que justifica de forma clara o impacto negativo e os efeitos adversos dos problemas, bem como a sua relevância para a organização. A combinação destes dois conceitos proporciona uma visão abrangente dos desafios enfrentados.

O *Project Scope* define os limites e a abrangência do projeto, concentrando-se especificamente no setor e nos modelos onde serão propostas melhorias. Salienta ainda quais os setores e gama de produtos não serão abordados neste projeto. Além disso, estabelece claramente quais os setores e a gama de produtos que não serão abordados neste projeto. Dessa forma, delimita-se o escopo do trabalho a ser realizado, garantindo que os esforços sejam concentrados nas áreas identificadas como prioritárias.

Procede-se o *Goals Statement*, que fornece uma direção clara para a pesquisa e análise ao estabelecer os resultados específicos que o projeto pretende alcançar. Nas *Leveraging Opportunities* são descritos os recursos disponíveis, dos quais foi possível beneficiar para impulsionar o projeto. Os *Deliverables*, por sua vez, são os resultados concretos que o projeto se compromete a entregar, demonstrando o trabalho realizado.

Por último, a inclusão da *Timeline* proporciona uma estrutura temporal para a execução das atividades, enquanto a descrição da *Project Team* identifica os membros designados, destacando as suas competências distintas que serão reunidas para alcançar o sucesso do projeto.

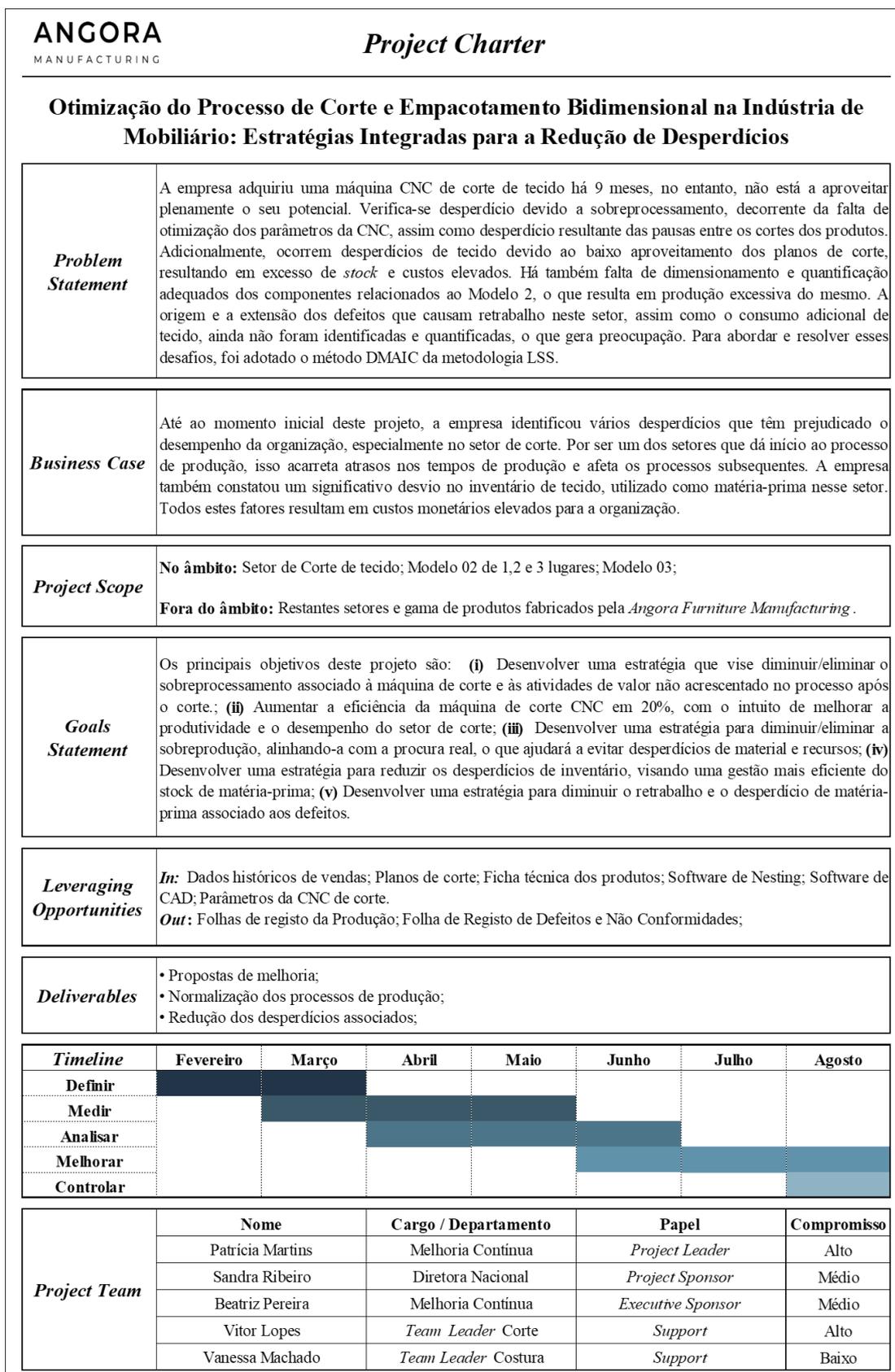


Figura 5.5: Project Charter

5.2. Medir

O objetivo deste capítulo é realizar uma recolha de dados com o propósito de quantificar todos os desperdícios associados ao setor de corte mencionados anteriormente. Com essa finalidade, o capítulo foi dividido em cinco subcapítulos, correspondendo à mensuração de cada um desses desperdícios e das atividades que não agregam valor ao processo de corte.

A identificação e descrição detalhada de cada categoria de desperdício encontrado, juntamente com sua frequência ou magnitude, são passos cruciais nesta etapa. Esta abordagem auxiliará na obtenção de uma compreensão clara da extensão dos desperdícios presentes no processo de corte de tecido. Para a sua medição, serão utilizadas diferentes técnicas e ferramentas de recolhas de dados adequadas a cada categoria de desperdício em questão. Isto pode incluir a análise de dados históricos da utilização de equipamentos, registo da produção, entre outras abordagens.

Cada subcapítulo fornecerá então uma visão específica sobre um determinado desperdício, apresentando uma análise detalhada dos dados recolhidos. Esta análise permitirá identificar a frequência de ocorrência do mesmo no setor de corte e na organização. Esta mensuração pretende obter *insights* valiosos que fornecem uma base sólida para a fase seguinte do projeto, dentro do ciclo DMAIC.

5.2.1. Desperdícios de Sobreprocessamento e Esperas Associados à Máquina CNC

Até ao momento inicial, a empresa não possuía qualquer análise prévia do desempenho da máquina CNC de corte. Com intuito de realizar essa quantificação foi necessário efetuar uma análise dos dados da máquina desde a sua aquisição. Para isso, foram exportados os dados diretamente do programa associado ao CNC, onde é possível visualizar de forma discriminada os indicadores relativos ao tempo de corte e ao tempo não operacional, assim como ao consumo de energia elétrica associado.

A partir do tratamento destes dados, foi possível calcular a eficiência do CNC, a partir da Equação 1. É importante ressaltar que este cálculo foi realizado considerando as horas disponíveis para a CNC e o tempo efetivamente gasto em operações de corte, que corresponde à soma dos tempos de corte e de *setup* associados a cada modelo, que correspondem à configuração inicial que é necessário realizar para dar início ao corte.

No entanto, observou-se que o tempo total de corte incluía a soma dos tempos de pausa ocorridos durante o corte de cada modelo. Isto ocorre devido ao facto da CNC possuir uma janela de corte reduzida, sendo necessário verificar o alinhamento e dar reinício ao corte sempre que os componentes dentro dessa janela de corte são concluídos. Por vezes, isso origina tempos não operacionais, uma vez que os colaboradores não configuram de imediato a CNC para reinício do corte, o que geram custos associados ao consumo de energia elétrica, uma vez que durante todo esse tempo o tecido encontra-se em vácuo gerado pela máquina.

$$Eficiência [\%] = \frac{\text{Duração Total dos Cortes [h]} - \text{Pausas Durante os Cortes [h]}}{\text{Tempo Disponível [h]}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Na figura 5.6, encontra-se representado um *dashboard* que foi elaborado a partir do uso da ferramenta *Power BI*, que tem como objetivo representar de forma visual os vários KPI's que transmitem a evolução do desempenho do CNC. A eficiência baixa nos primeiros meses pode ser vista como tempo de *ramp up*, visto que após aquisição da CNC, este foi um período de adaptação e aprendizagem com a máquina. Contudo, mesmo após esse período verifica-se que a eficiência, apesar de ter aumentado, continua bastante longe do limite especificado pela empresa de que a mesma deve encontrar-se acima de 80%. Tal pode ser justificado porque não havia um estendedor de tecido suficientemente grande para que fosse possível estender novas camadas de tecido enquanto a máquina efetuava o corte do modelo anteriormente estendido. Isto fazia com que a CNC após ter realizado o corte na sua totalidade, ficasse à espera de que o novo modelo fosse estendido.

Através de uma análise do *dashboard* representado na figura 5.6 é ainda possível perceber que inicialmente a mesma era extremamente baixa, uma vez que nos primeiros 4 meses não chegou aos 30% e que este ano tem subido gradualmente. Conforme evidenciado existe um aumento da eficiência a partir do mês do final do mês de março e início de abril, o que coincide com a mudança de *layout* que foi realizada na empresa e que afetou essencialmente o setor de corte, uma vez que a empresa adquiriu um estendedor automático de camadas tecido que permita com que fosse possível estender novas camadas de tecido à medida que o corte era efetuado. No entanto, mesmo após essa mudança de *layout*, verificou-

se que mesmo assim a eficiência não tem cumprido com o limite mínimo especificado pela empresa de que a eficiência deve manter-se acima dos 80%.

É importante salientar que a empresa não possuía um registo das paragens não planeadas, que correspondem às avarias da máquina, sendo que esse tempo ficou incluído nas paragens que ocorriam entre o corte de diferentes produtos.

O *dashboard* permite ainda perceber de forma visual que no horizonte temporal observado de setembro de 2022 até maio de 2023, 77,3% das horas disponíveis encontram-se associadas a pausas entre cortes e 1,4% a pausas durante corte. Isto significa que na sua totalidade 78,7% das horas disponíveis representam inatividade operacional da CNC, o que corresponde a um total de 1030 horas das 1522 disponíveis.

No que tange à produção do setor de corte, com o intuito de garantir um controlo mais rigoroso sobre o que efetivamente é cortado e onde é realizado, tanto na CNC quanto de forma manual, foram implementadas folhas de registo de produção, conforme documentado no Apêndice C. Cumpre salientar que essas folhas passaram a vigorar apenas a partir do início de maio, sendo esta a razão pela qual o *dashboard* apresenta dados relativos à soma da produção somente a partir desse mês.

Performance CNC de Corte (KPI'S)

ANGORA
MANUFACTURING

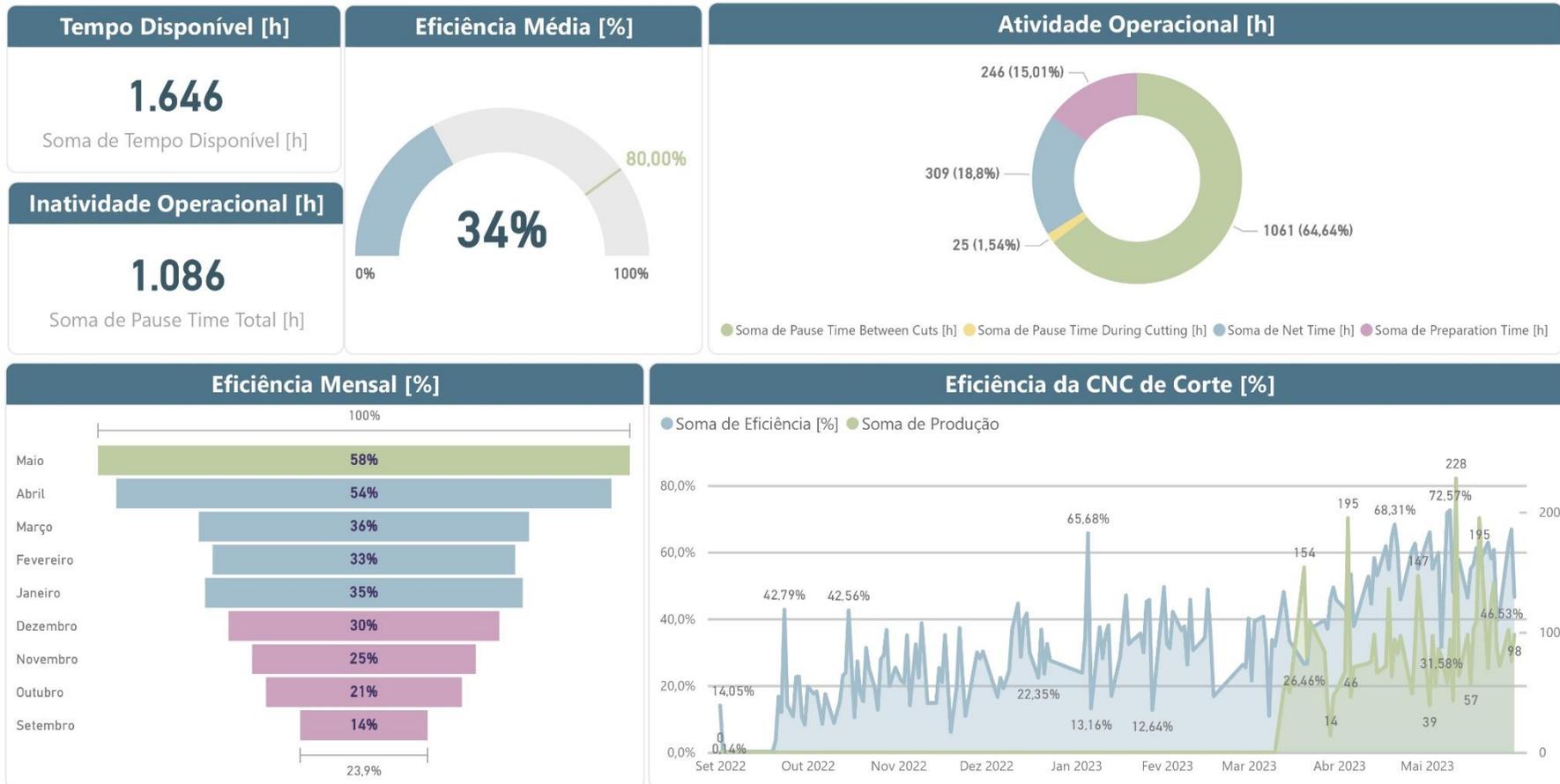


Figura 5.6: Dashboard que representa a Performance do Setor de Corte de Tecido

É imprescindível realçar que o setor de corte não possui um objetivo específico ou um planeamento diário definido em relação ao que deve ser cortado. Em vez disso, o processo de corte é guiado por uma lista de prioridades baseada nas datas de expedição das encomendas. No entanto, quando um modelo específico é cortado de acordo com essa lista, encomendas adicionais do mesmo modelo com datas de expedição posteriores são incluídas. Infelizmente, não há critérios definidos para determinar quando parar a inclusão de encomendas ou um horizonte temporal preestabelecido. Consequentemente, isso resulta numa considerável variação tanto no que é efetivamente cortado quanto nas datas de expedição. Como cada modelo é geralmente cortado apenas uma vez por dia, a prática comum é combinar o maior número possível de encomendas daquele modelo, desde que as datas de expedição não sejam muito distantes. Isso ocorre porque os clientes têm a flexibilidade de escolher o dia em que desejam receber suas encomendas.

No âmbito do contexto em questão, é fundamental destacar que a avaliação do desempenho do setor de corte não deve ser restrita exclusivamente ao indicador de eficiência. Tal pressuposto deriva da ampla capacidade da CNC de corte de tecido, que abarca um vasto leque de possibilidades em relação ao número de produtos que podem ser cortados em uma única operação. O número de camadas de tecido a ser cortado de um dado produto pode variar significativamente, sendo compreendido entre 1 até aproximadamente 60 camadas, obedecendo à restrição de altura máxima de 8 centímetros. Este número máximo de camadas pode ainda ser influenciado pelos diferentes tipos de tecido utilizados.

Deste modo, é evidente que a considerável variação no número de produtos cortados de um modelo específico é em função da procura dos consumidores. Consequentemente, ao longo de um dia de produção, é possível que a eficiência seja baixa, mesmo quando um grande número de produtos é cortado, por exemplo, no início de abril destaca-se um dos dias onde se obteve um pico de produção, foram cortados 154 produtos, contudo, a eficiência da máquina é de 26,46%. Em contrapartida, em outros dias, a eficiência pode atingir valores mais elevados, mas isso implica que menos camadas de tecido sejam utilizadas em cada corte, resultando em um número menor de sofás cortados.

Apesar destes factos, o objetivo primordial da gestão de topo e, consequentemente, o foco deste projeto é a maximização da eficiência da máquina CNC de corte. Tendo em consideração o significativo investimento efetuado nesse equipamento, é imprescindível direcionar o fluxo de trabalho de modo a otimizar a utilização das suas horas

disponíveis, visando extrair o máximo proveito do seu potencial produtivo. Cabe salientar que o número de unidades de sofá produzidas varia conforme a oscilação da procura no mercado. Com efeito, um dos objetivos centrais deste projeto reside na maximização do número de planos de corte executados diariamente, almejando atingir a plenitude da capacidade operacional da máquina CNC de corte. Adicionalmente, visa-se assegurar que nenhuma encomenda sofra atrasos e que o processo de corte seja executado com primazia e exatidão.

Cumprido salientar que a aplicação da observação direta e a realização de entrevistas não estruturadas durante o “*gemba walk*” revelou a existência de uma potencial oportunidade de melhoria adicional. Foi constatado que, ocasionalmente, os colaboradores efetuavam ajustes nos parâmetros da CNC de corte de forma indiscriminada, aumentando principalmente a velocidade máxima de corte ou aceleração em determinados cortes. Essa prática era especialmente adotada quando o setor se encontrava em atraso e visavam reduzir o tempo de corte. Ao abordar os colaboradores a respeito dessa prática, alegaram que o faziam com o intuito de acelerar o processo de corte, assegurando que a qualidade não era prejudicada. Entretanto, tal constatação sugere a existência de desperdícios relacionados ao sobreprocessamento no que tange ao funcionamento da CNC, uma vez que os parâmetros de corte poderiam ser otimizados, resultando em tempos de corte inferiores aos atualmente observados. Consequentemente, esta questão será alvo de uma análise mais aprofundada na próxima etapa do ciclo DMAIC.

5.2.1. Desperdícios de Sobreprocessamento do Processo Pós-Corte

Através da análise da ferramenta SIPOC na fase “Definir”, foi possível identificar atividades no setor de corte que não agregavam valor ao produto, e que por isso, podem ser vistas como desperdícios relacionados com sobreprocessamento, especificamente relacionadas a uma particularidade do modelo 2 e no forro da maior parte das almofadas onde era utilizado TNT. A particularidade do modelo 2 envolvia a necessidade de realizar puxões no tecido, conforme ilustrado na Figura 5.7. Para criar esse efeito, era necessária uma costura no meio do componente da almofada do assento. Como resultado, o setor de corte era responsável por realizar uma marcação manual que percorria toda a extensão da almofada do assento, com o propósito de permitir auxiliar as costureiras a realizar uma costura precisa, a fim de manter a qualidade do produto.



Figura 5.7: Sofá de 1 lugar do Modelo 2 [retirado de <https://swyfthome.com/>]

Esta marcação era necessária principalmente nos sofás de 3 lugares, uma vez que o comprimento desse componente atingia os 4 metros. No entanto, apesar de ser uma atividade necessária, ela não agregava valor ao produto, numa perspectiva do cliente final.

No que se refere ao TNT, esta marcação também servia de guia para que as mesmas conseguissem costurar uma barra, designada de túnel, que necessitava de se encontrar costurada à almofada, tal como é demonstrado na Figura 5.8, com o objetivo de fornecer um suporte à mesma.

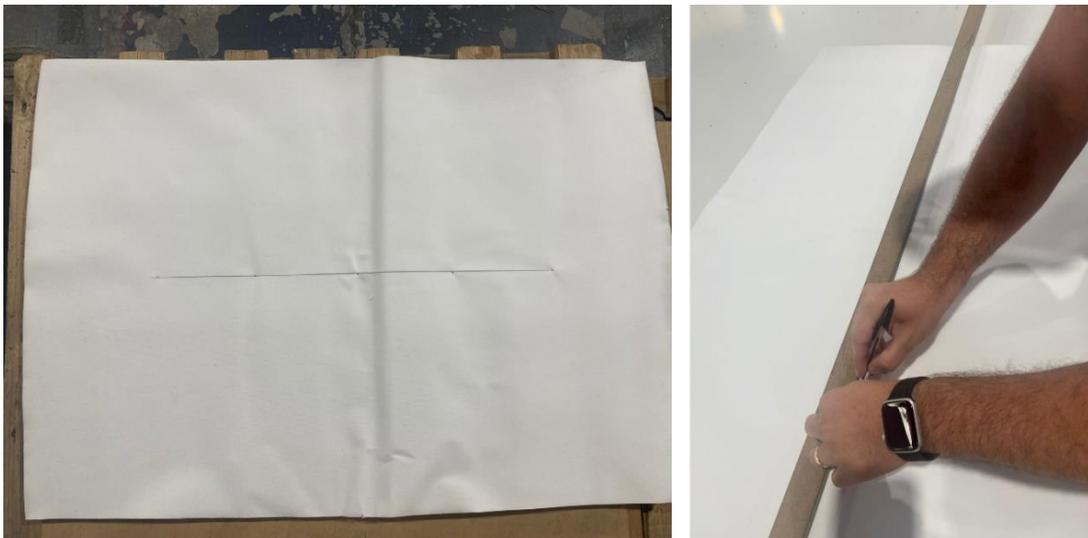


Figura 5.8: Representação do processo de marcação manual

De forma a poder contabilizar o tempo necessário para esta atividade, e tendo em consideração que era sempre o mesmo colaborador que executava o procedimento, foi

recolhida uma amostra de 10 tempos para cada tamanho de cada produto associado ao modelo 2. Esta abordagem permitiu obter uma estimativa mais precisa do tempo médio que o colaborador demorava para realizar essa atividade específica, conforme detalhada na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Tempos de Marcação Manual da Almofada do Assento do Modelo 2

Tempos de Marcação Manual da Almofada do Assento do Modelo 2 [hh:mm:ss]				
Amostragem	1L	2L	3L	Ottoman
1	00:00:20	00:01:27	00:01:53	00:00:28
2	00:00:43	00:01:33	00:02:03	00:00:32
3	00:00:40	00:01:23	00:01:58	00:00:31
4	00:00:35	00:01:25	00:01:49	00:00:29
5	00:00:30	00:01:36	00:02:02	00:00:27
6	00:00:31	00:01:18	00:01:56	00:00:32
7	00:00:28	00:01:29	00:01:54	00:00:36
8	00:00:33	00:01:35	00:01:57	00:00:28
9	00:00:27	00:01:26	00:01:45	00:00:26
10	00:00:26	00:01:33	00:01:55	00:00:29
Média	00:00:31	00:01:29	00:01:55	00:00:30

No entanto, relativamente ao TNT, este exigia uma marcação que se efetuava mais rapidamente, e que era bastante semelhante em todos os modelos, neste sentido adotou-se uma medição de 5 amostras por modelos, dando um total de 90 amostras com o intuito de ter uma média do tempo despendido nesta atividade por semana (Tabela 5.4).

Tabela 5.4: Tempos de Marcação Manual das Almofadas em TNT

Tempos de Marcação Manual das Almofadas em TNT [hh:mm:ss]			
Modelo 1			
Amostragem	1L	2L	3L
1	00:00:10	00:00:12	00:00:18
2	00:00:11	00:00:11	00:00:15
3	00:00:15	00:00:15	00:00:16
4	00:00:09	00:00:11	00:00:17
5	00:00:07	00:00:10	00:00:18
Média	00:00:10	00:00:12	00:00:17
Modelo 2			
Amostragem	1L	2L	3L
1	00:00:09	00:00:11	00:00:16
2	00:00:09	00:00:08	00:00:18
3	00:00:11	00:00:13	00:00:15
4	00:00:08	00:00:10	00:00:16
5	00:00:10	00:00:11	00:00:17
Média	00:00:09	00:00:11	00:00:16
Modelo 5			
Amostragem	1,5L	2L	3L
1	00:00:09	00:00:12	00:00:15
2	00:00:10	00:00:12	00:00:18
3	00:00:10	00:00:10	00:00:14
4	00:00:11	00:00:13	00:00:15
5	00:00:12	00:00:08	00:00:17
Média	00:00:10	00:00:11	00:00:16
Modelo 6 + Ottoman Modelo 7			
Amostragem	Costas	Base	Ottoman
1	00:00:16	00:00:12	00:00:09
2	00:00:15	00:00:15	00:00:11
3	00:00:17	00:00:13	00:00:08
4	00:00:14	00:00:16	00:00:10
5	00:00:12	00:00:17	00:00:08
Média	00:00:15	00:00:15	00:00:09
Modelo 7			
Amostragem	1L	2L	3L
1	00:00:12	00:00:15	00:00:13
2	00:00:09	00:00:12	00:00:16
3	00:00:10	00:00:09	00:00:16
4	00:00:11	00:00:10	00:00:15
5	00:00:08	00:00:13	00:00:17
Média	00:00:10	00:00:11	00:00:16
Modelo 8			
Amostragem	1L	2L	
1	00:00:09	00:00:12	
2	00:00:12	00:00:16	
3	00:00:13	00:00:11	
4	00:00:08	00:00:10	
5	00:00:10	00:00:13	
Média	00:00:10	00:00:12	

Com o objetivo de quantificar monetariamente esses desperdícios, foi realizada uma média da procura de cada modelo nos diferentes tamanhos. Foi utilizado o custo médio associado ao trabalho dos colaboradores do setor corte, com o propósito de calcular o custo financeiro dessas atividades. Conforme demonstrado na Figura 5.9, estas atividades resultam num custo semanal de 97€ que se traduz em um total de cerca de 5000€ anuais.

Mensuração Semanal das Atividades de Sobreprocessamento Pós-Corte

ANGORA
MANUFACTURING

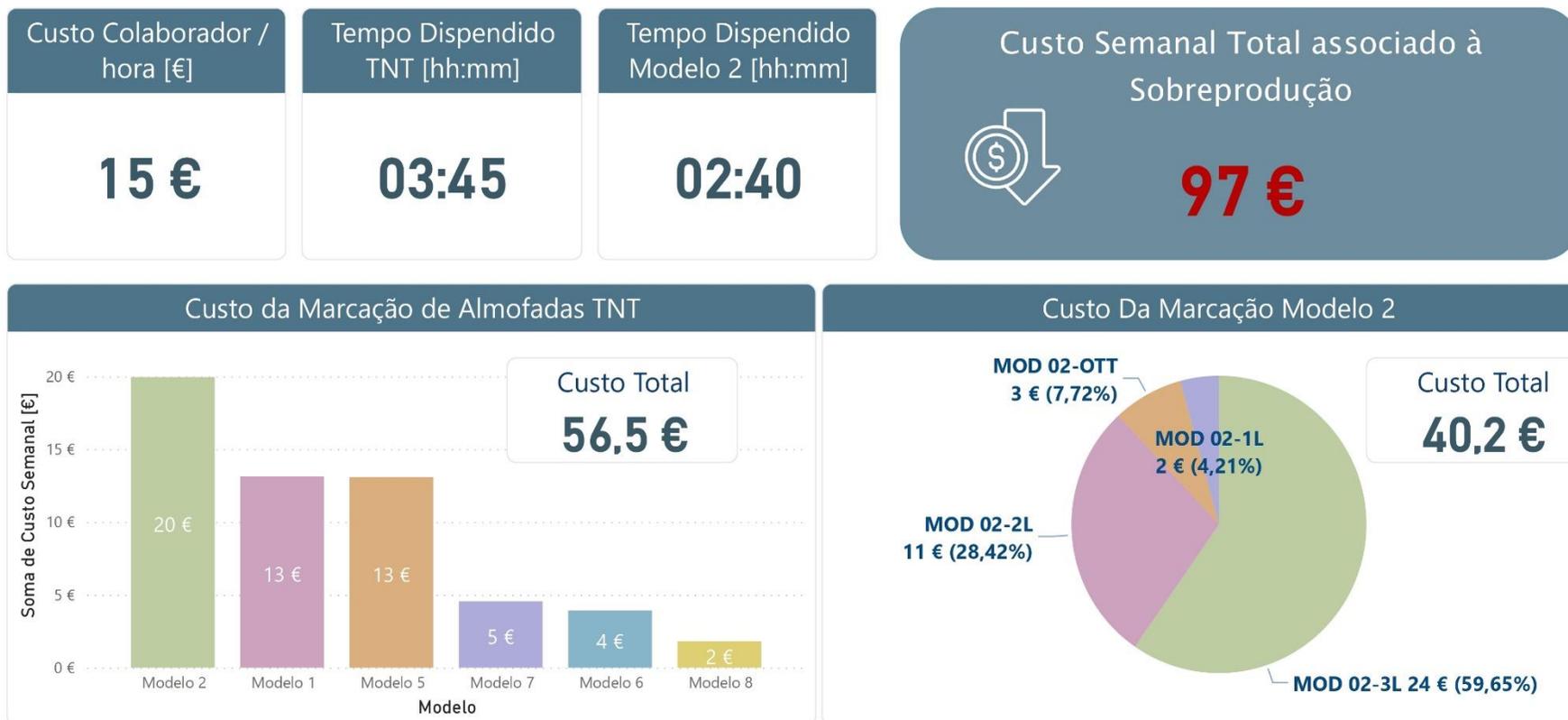


Figura 5.9: Dashboard com a Mensuração Semanal das Atividades de Sobreprocessamento Após o Corte

5.2.1. Desperdícios de Sobreprodução

Embora a estratégia de produção da organização seja baseada na abordagem *Made-to-Order*, onde a produção de um item só começa após a encomenda ter sido realizada, foi observado um fenômeno inesperado de excesso de produção de um componente específico utilizado nos sofás do modelo 2. O referido componente tem como propósito proporcionar aos clientes um efeito visual altamente valorizado, presente na extremidade do sofá e que está disponível nos tamanhos de 1, 2 e 3 lugares, assim como em *ottomans* de tamanho único, conforme ilustrado na Figura 5.10.



Figura 5.10: Representação do Efeito Visual Associado aos Sofás do Modelo 2 [retirado de <https://swyfthome.com/>]

Este efeito visual é alcançado através do corte de retângulos de tecido, designados de vivos, que possuem uma largura de 35 mm, aos quais é adicionado um cordão trançado no setor da costura e fixado nos diferentes componentes. A Figura 5.11 ilustra esses passos, proporcionando uma melhor compreensão do processo.

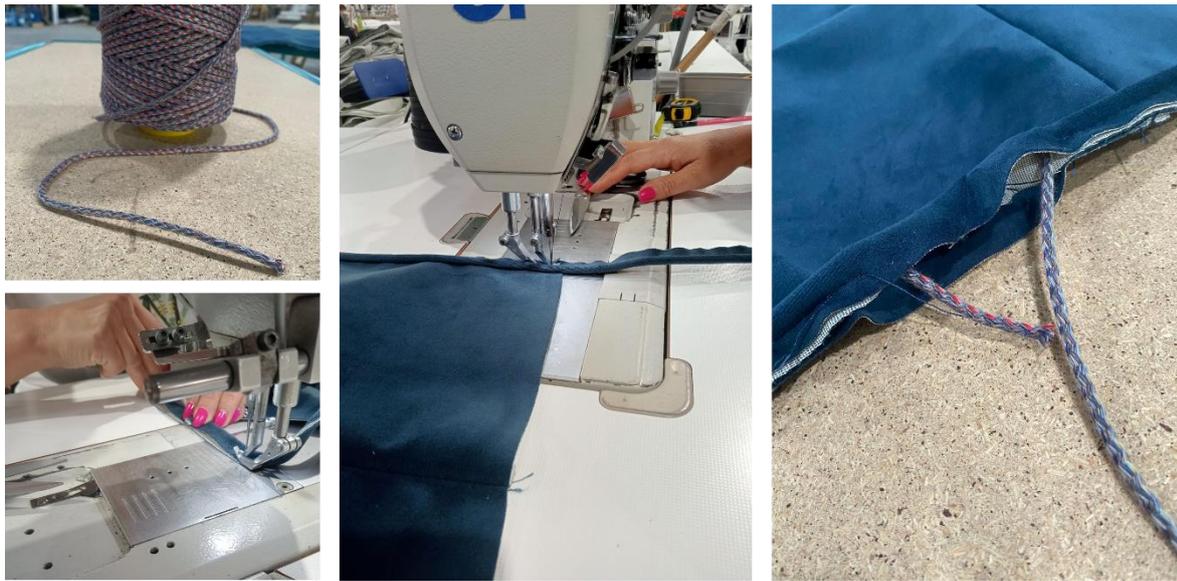


Figura 5.11: Processo de Costura dos Vivos

Tendo em consideração que os vivos apresentam diferentes tamanhos, incluindo alguns de dimensões consideráveis, chegando a atingir 3,77 metros de comprimento, a organização enfrentava um desafio em relação à organização adequada desses componentes. Conforme evidenciado na Figura 5.12, havia uma significativa sobreprodução de vivos que não estava devidamente organizada. Dada a natureza desses componentes, a empresa encontrava dificuldades em desenvolver uma solução que permitisse separá-los por tamanho e alocá-los de forma eficiente.

Além disso, foi constatado que, ao permanecerem nestas condições os vivos acabavam por se sujar e deteriorar devido à humidade presente na fábrica. Isto resultava na não conformidade de alguns dos componentes, levando-os a serem descartados como resíduos, o que exige um tratamento adicional e gerava custos extras para a empresa.



Figura 5.12: Situação Atual da Sobreprodução de Vivos

Nesta fase do projeto, foi realizada uma quantificação dos vivos que se acumularam ao longo de três meses, correspondentes aos meses de março, abril e maio de 2023. Durante esse período, um total de 80 kg de tecido foi pesado, exclusivamente referente a esses componentes. Com o objetivo de determinar a percentagem de vivos não conformes gerados ao longo desses três meses, procedeu-se à separação entre vivos conformes e não conformes, que já não poderiam ser utilizados na produção. Após essa separação, constatou-se que apenas 30 kg dos 80 kg estavam em conformidade, o que significa que, ao longo desse período, 37,5% dos vivos tornaram-se não conformes, conforme evidenciado na Figura 5.13.

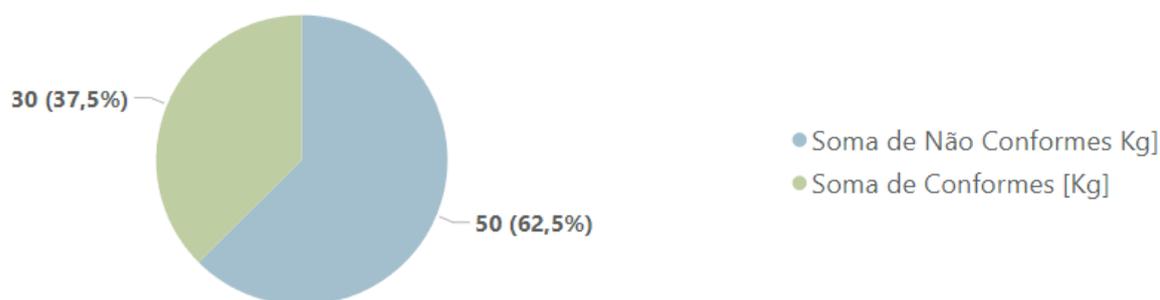


Figura 5.13: Percentagem de Vivos Não Conformes

5.2.2. Desperdícios Associados aos Defeitos

Conforme supramencionado, o setor de corte de tecido não dispunha de qualquer método de registo de produção, o que implicava, conseqüentemente, a falta de um controlo preciso sobre o que era efetivamente cortado, quando ocorria o corte e se o mesmo tinha sido realizado manualmente ou na máquina de corte CNC. Outro aspeto que não se encontrava a ser registado eram os defeitos e as não conformidades surgidas durante o processo produtivo, as quais, em determinadas situações, resultavam não apenas em retrabalho, gerando custos associados ao sobreprocessamento, mas também em despesas adicionais devido ao consumo duplicado de matéria-prima. É essencial destacar que os tecidos usados no estofa dos produtos representam a matéria-prima mais dispendiosa para a organização. Portanto, é crucial adotar uma abordagem apropriada que permita quantificá-los adequadamente.

No Apêndice D, é apresentado um fluxograma que ilustra, de maneira simplificada, a trajetória dos componentes em caso de ocorrência de não conformidades. É evidente que, dependendo do local onde a não conformidade é gerada ou identificada, o seu percurso varia consideravelmente, assim como a quantidade de retrabalho que é necessária.

Com o objetivo de realizar uma avaliação precisa e abrangente da natureza dos defeitos ou não conformidades dos produtos, foi conduzida uma análise minuciosa dos diferentes tipos, que poderiam ocorrer ao longo da cadeia produtiva. Em seguida, foi elaborada uma categorização para cada tipo de defeito ou não conformidade, atribuindo-lhes um código específico (Apêndice E).

Devido ao considerável número de potenciais defeitos e não conformidades, tornou-se necessário proceder a uma categorização de forma criteriosa, resultando em nove categorias distintas: (1) Puxão; (2) Fecho; (3) Tecido; (4) Descosido; (5) Franzido; (6) Gerais; (7) Estofa; (8) Corte e (9) Almofadas. É importante salientar que as categorias 1, 2, 4, 5 e 6 dizem respeito a não conformidades que ocorrem no setor da costura, mas devido à sua variedade foram agrupadas em categorias distintas. Destaca-se também a categoria específica dedicada ao tecido, a qual engloba defeitos identificados na matéria-prima, provenientes dos fornecedores externos de tecido. Por fim, as categorias de corte, almofadas e estofa referem-se aos defeitos ou não conformidades que ocorrem durante o processo de produção nesses setores e que afetam a qualidade do produto final.

Por meio desta codificação, os *team leaders* do setor de corte e costura passaram a registar os defeitos ou não conformidades utilizando as folhas de registo desenvolvidas de

acordo com as necessidades de cada setor, conforme apresentado nos Apêndices F e G, respectivamente. Estes registos são realizados exclusivamente por esses setores, uma vez que todas os defeitos ou não conformidades são direcionados para o corte ou costura, seja para reparo, retrabalho ou recorte adicional.

Ao realizar a análise, tornou-se evidente que nem todas as não conformidades resultavam em desperdício de matéria-prima, pois algumas podiam ser corrigidas por meio de retrabalho no setor de costura, preservando a qualidade dos produtos finais.

Com o intuito de quantificar as não conformidades e defeitos que afetavam o aproveitamento de matéria-prima e exigiam um novo processo de corte, a análise concentrou-se na avaliação das folhas de registo relacionadas com as não conformidades e defeitos recebidos pelo setor de corte. Essa abordagem possibilitou uma identificação clara e precisa dos casos em que ocorria a necessidade de um novo corte, focando exclusivamente nas não conformidades que implicavam consumo adicional de matéria-prima.

O processo de medição dos desperdícios de matéria-prima foi então realizado a partir de uma perspectiva centrada no setor de corte. Tendo em consideração a ampla variedade de situações a serem avaliadas, foi adotada uma subdivisão para quantificar os seguintes tipos de desperdícios: defeitos provenientes dos fornecedores, desperdícios internos (não conformidades geradas no setor de corte que não podem receber retrabalho) e desperdícios externos (não conformidades geradas no setor de costura, estofos ou almofadas que não podem receber retrabalho). A Figura 5.14 ilustra os contentores que foram colocados no setor de corte que permitiam uma separação entre os diferentes tipos de desperdícios, a fim de possibilitar a sua contabilização.



Figura 5.14: Separação dos Componentes com Defeitos

Este procedimento viabilizou uma mensuração de forma tanto quantitativa, por meio da pesagem das ocorrências, quanto qualitativa, ao permitir a segregação das não conformidades em categorias de acordo com sua origem.

A avaliação foi conduzida ao longo de um período de dois meses, correspondente aos meses de maio e junho de 2023, o que proporcionou uma análise representativa dos defeitos ocorridos durante o processo produtivo. Dado o amplo espectro de tecidos utilizados e as disparidades de custo entre eles, foi realizada uma estimativa dos gastos associados a esses defeitos por meio de uma média ponderada do custo dos tecidos (Apêndice H). A análise considerou um horizonte temporal de um ano e examinou a quantidade de produtos por categoria de tecido, permitindo assim a obtenção de um custo médio ponderado de 6,17€ por metro linear. Esse valor corresponde a um custo de 14,4€ por quilograma de tecido, considerando que cada metro quadrado de tecido corresponde a 0,714 metros lineares, uma vez que cada rolo possui 1,4 metros de largura, resultando em aproximadamente 0,429 kg.

Mensuração do Custo dos Desperdícios

Horizonte Temporal -> 2 Meses

ANGORA
MANUFACTURING



Figura 5.15: Dashboard da Mensuração dos Defeitos Gerados Durante o Período de Dois Meses

A análise presente no *dashboard*, ilustrado na Figura 5.15, corresponde à avaliação efetuada durante o período de dois meses. Importa realçar que esta avaliação precisou de ser realizada de duas maneiras distintas. Por um lado, considerou-se a quantidade de defeitos em cada categoria, isto é, o número de peças que apresentaram defeitos, que resultou em 90 peças com defeitos de fornecedor, 42 com não conformidades que ocorreram no setor de corte e, por isso, designadas como internas e 31 que ocorreram no setor da costura, estofos ou almofadas, sendo por isso categorizadas como externas.

No decorrer deste processo, com o objetivo de quantificar em termos monetários o custo vinculado a esses defeitos, devido à diversidade dos moldes relacionados às peças, foi necessário realizar uma pesagem correspondente a cada categoria. Mediante essa avaliação, constatou-se que, no total, foram desperdiçados 121 kg de tecido, que se traduzem num custo total de 1742€. No entanto, é importante realçar que há um custo adicional associado ao tratamento do tecido para que este possa ser descartado, estimado em 14€. Ao compilar o valor destas duas variáveis, obtém-se o total de 1757€ associado ao período de dois meses, o que corresponde, por sua vez, a uma média mensal estimada em 879€.

Observou-se, igualmente, que a preponderância dos defeitos reside nos fornecedores de tecido, tanto em termos quantitativos, representando 55,56% do total, como em termos da pesagem global, dado que este contribui com 53,72% do peso total. Tal cenário enfatiza um custo mensal aproximado de 472€, equivalente a cerca de 32,5 kg de tecido desperdiçado. A Figura 5.16 destaca ainda a categorização percentual referente aos defeitos de fornecedor, onde é possível perceber que cerca 53% se deve a manchas inerentes ao tecido.

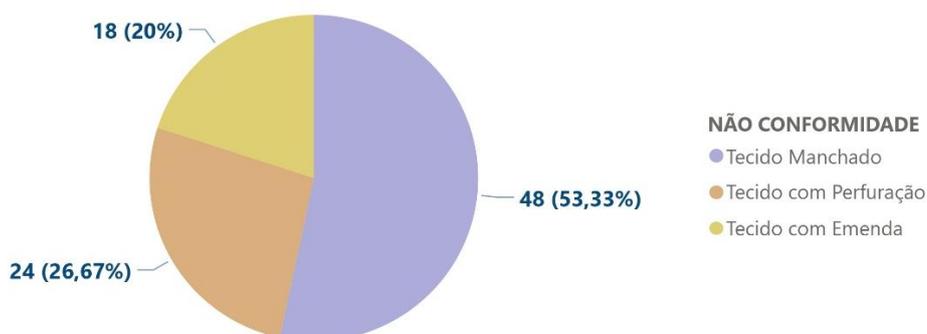


Figura 5.16: Categorização Percentual dos Defeitos de Fornecedor

Adicionalmente, um ponto de notável relevância que emergiu de forma direta durante a fase de pesagem dos defeitos é a preeminência de peças que apresentam defeitos no tecido, embora já se encontrem submetidas à costura. Esse cenário destaca, mais uma vez, que a problemática transcende a esfera dos custos relacionados ao uso excessivo de matéria-prima. Ela também engloba os gastos associados ao sobreprocessamento, uma vez que existe retrabalho introduzido em diversas etapas, que poderia ter sido evitado caso houvesse uma identificação precoce do defeito no início do ciclo produtivo. Este aspecto adicional realça a relevância intrínseca de um sistema de inspeção prévio, visando otimizar o aproveitamento de recursos e aprimorar a eficiência geral do processo produtivo.

Dado o amplo espectro de variações de tamanho e peso nos diferentes componentes, procedeu-se, uma vez mais, a uma meticulosa mensuração que não se limitou apenas à ponderação do peso das peças, mas também compreendeu a quantidade dos defeitos não identificados no estágio inicial do processo produtivo, notadamente no setor de corte.

Por meio desta análise, foi possível observar, conforme anteriormente mencionado, que durante o período de dois meses, foram detetadas um total de 90 peças defeituosas, que acumularam um peso de 65 kg. No entanto, entre essas peças, conforme está exibido na Figura 5.17, 49 unidades, que correspondem a 54,44% do número de defeitos de fornecedores e que possuem um total de 44 kg (68% do peso total), já tinham passado pelo processo de costura. Este cenário evidencia que os defeitos somente foram identificados em etapas posteriores da produção, após o estágio de corte. Em contrapartida, apenas 41 peças (45,56% do número total de defeitos de fornecedor), que corresponde a 20,8 kg (32% do peso total dos defeitos de fornecedor), estavam isentas de costura. Esta observação sugere que tais peças defeituosas foram detetadas no setor de corte ou no início do processo de costura, antes de serem devidamente costuradas.

Dado que os defeitos de fornecedores têm a maior percentagem de defeitos identificados, acarretando retrabalho e custos adicionais devido à associação de peças conformes com as não conformes quando o defeito não é detetado no início do processo, eles serão o foco principal do projeto.

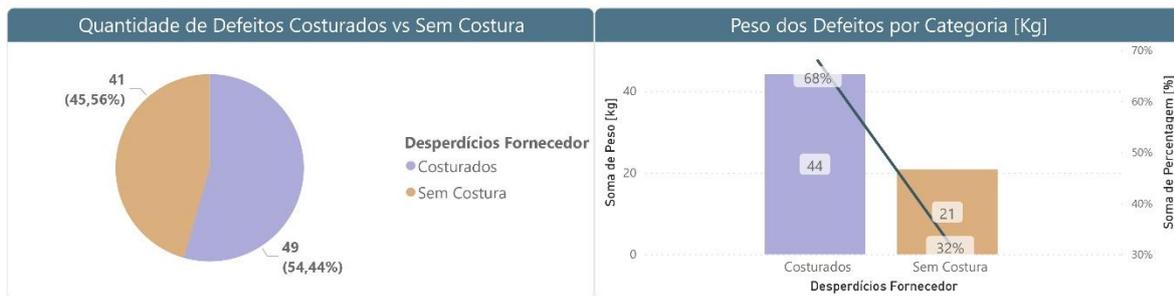


Figura 5.17: Quantidade e Peso dos Defeitos Costurados vs Sem Costura

5.2.3. Desperdícios de Inventário

No que se refere à matéria-prima utilizada no setor do corte de tecido, a gestão de topo tem adotado uma estratégia para evitar o acúmulo *stock*, realizando compras semanais de matéria-prima semanalmente com base na procura das últimas duas semanas. Esta abordagem foi integrada com o intuito de estabelecer um sistema “*just in time*”. No entanto, surge um problema relacionado ao acúmulo de matéria-prima devido ao baixo aproveitamento dos planos de corte referentes aos modelos 3 e 6. Ambos os produtos são sofás modulares, estando divididos em componentes referente apenas ao canto esquerdo do sofá, ao direito e ao meio, o que permite aos clientes personalizarem o sofá de acordo com as suas necessidades, quando desejarem e nas quantidades que necessitam.

Conforme ilustrado na Figura 5.18, é evidente que existe um considerável desperdício associado a estes modelos, que têm sido armazenados em várias paletes no armazém da fábrica. As dimensões dos desperdícios gerados permitem que os mesmos sejam reaproveitados para outros moldes. Esse tecido tem sido utilizado principalmente para cortes manuais, muitas vezes relacionados a retrabalho, resultando num fluxo de utilização bastante limitado. A empresa tem por isso acumulado um *stock* significativo de tecido devido a esta prática.



Figura 5.18: Representação dos Desperdícios de Inventário Referentes aos Modelos 3 e 6

Para quantificar os desperdícios relacionados a este problema, utilizaram-se como *input* os planos de corte exportados para a CNC associados aos modelos 3 e 6, que se encontram destacados nos Anexos C e D, respectivamente. Com base na relação entre o comprimento do plano de corte e sua eficiência associada, é possível determinar o consumo total de material utilizado, bem como o consumo real em relação ao espaço ocupado pelos moldes dos modelos. Ao subtrair o consumo real do consumo total, é possível calcular o desperdício total associado a cada plano de corte, assim como a percentagem de desperdício associada a cada modelo, através da divisão do desperdício pelo consumo total (Tabela 5.5).

Tabela 5.5: Aproveitamento dos Planos de Corte do Modelo 3 e 6

Aproveitamento dos Planos de Corte Modelo 03 e 06						
Modelo	Comprimento [m]	Eficiência [%]	Consumo Total [m ²]	Consumo Real [m ²]	Desperdício [m ²]	Desperdício [%]
MOD3-Meios	3,891	67,78%	5,33	3,61	1,83	34%
MOD3-Cantos	6,155	68,78%	8,43	5,80	2,82	33%
MOD3-Direito	5,038	73,84%	6,90	5,10	1,96	28%
MOD3-Esquerdo	5,038	73,84%	6,90	5,10	1,96	28%
MOD3-OTT	2,616	54,77%	3,58	1,96	1,70	47%
MOD6-Base	2,870	79,15%	3,93	3,11	0,91	23%
MOD6-Braços	2,200	56,03%	3,01	1,69	1,39	46%
MOD6-Costas	2,650	63,58%	3,63	2,31	1,40	39%

Conforme evidenciado no Apêndice I, que apresenta os desperdícios associados a todos os modelos, é perceptível que existem vários planos de corte com percentagens de desperdícios significativos. No entanto, o que diferencia os modelos 3 e 6 dos restantes

planos de corte, é o facto destes desperdícios estarem concentrados numa área específica, o que possibilita o reaproveitamento eficiente da matéria-prima.

5.3. Analisar

Na fase “Analisar” do ciclo DMAIC, torna-se crucial identificar as causas raiz dos problemas previamente identificados na fase “Medir”. O objetivo principal é gerar soluções de melhoria para o setor em questão.

Durante a análise, é fundamental investigar a fundo as causas subjacentes dos problemas identificados. Isto envolve examinar as informações recolhidas na fase anterior, visando descobrir as razões principais pelas quais os problemas ocorrem. Ao identificar as causas raiz, é possível obter uma compreensão mais clara dos fatores que contribuem para estes problemas, o que viabiliza a elaboração de soluções mais efetivas e focalizadas, com o propósito de combater diretamente as causas desses problemas.

Esta etapa é fundamental para estabelecer uma base sólida que permitirá a implementação de ações corretivas e preventivas. Estas ações têm como objetivo resolver os problemas identificados, prevenir a ocorrência de novos problemas e impulsionar melhorias contínuas no desempenho do setor.

5.3.1. Análise das Configurações da CNC de Corte

Durante o processo de aquisição e instalação da máquina CNC de corte, esta foi configurada com apenas três parâmetros distintos, cada um com diferentes variáveis evidenciadas na Tabela 5.6. Contudo, pretendia-se fomentar a proatividade dos colaboradores nas primeiras semanas, de modo a identificar quais variáveis poderiam ser otimizadas de acordo com o número de camadas de tecido, visando aperfeiçoar o processo de corte. A realização destes ajustes tinha como objetivo explorar o potencial máximo da CNC. No entanto, devido à complexidade do estudo e às preocupações manifestadas pelos colaboradores, essa iniciativa nunca foi concretizada.

Tabela 5.6: Configurações da CNC de Corte

Configurações da CNC de Corte				
Parâmetros	1 Camada	Tecido Médio	Tecido Alto	
Performance	Velocidade Máx [m/min]	30	13	5
	Nível Aceleração em Reta	3	1	1
	Nível Aceleração em Curva	2	2	2
	Vibração Lâmina [rpm]	4500	4500	4500
	Vibração Mínima Proporcional [rpm]	3200	3200	3200
	Vácuo Estático [mV]	3500	6500	8000
	Vácuo Dinamico [mbar]	50	100	140
	Vácuo Avanço [mbar]	35	55	60
Afiadores	Velocidade Afiamento [rpm]	3000	3000	3000
	Tempo de Afiamento [ms]	120	140	150
	Distância para Afiamento [cm]	250	100	100
Dispositivos	Tempo de Aquecimento do Furador [ms]	30000	3000	3000
	Tempo de Furo [ms]	60000	3500	6000
	Repitação Furo	1	2	2
	Tempo Arrefecimento [ms]	0	0	0

Esta ausência de exploração das potenciais otimizações resultou em tempos de corte superiores ao necessário, acarretando desperdício de sobreprodução. Os recursos estão a ser utilizados sem estarem devidamente otimizados, o que tem um impacto negativo na eficiência do processo. Como consequência, o setor de corte tornou-se um setor crítico na fábrica, obrigando os trabalhadores a efetuarem horas extras para evitar atrasos nas encomendas. Contudo, mesmo com os esforços adicionais, ocorreram situações em que se verificaram atrasos nas entregas, devido à insuficiente capacidade de produção, o que resultou em insatisfação por parte dos clientes finais.

Esta situação evidencia a importância de uma abordagem proativa na otimização dos processos, assim como a necessidade de explorar todas as possibilidades de melhoria desde o início. Ao não se realizar o estudo para identificar as variáveis suscetíveis de otimização de acordo com o número de camadas, a empresa perdeu a oportunidade de maximizar a eficiência da CNC de corte e reduzir o desperdício. Estes desafios destacam a importância de uma gestão eficaz dos recursos e de um planeamento adequado, de forma a evitar estrangulamentos e atrasos na produção, assegurando a satisfação dos clientes e a eficiência operacional.

Com o intuito de determinar quais parâmetros teriam um impacto mais significativo na redução do tempo de corte procedeu-se, inicialmente, a uma análise do tempo de corte do modelo 4, dado que o mesmo possui uma maior representatividade para a organização, tal como supramencionado através da análise ABC realizada na fase “Definir”. Para garantir a imparcialidade comparativa entre as variáveis, cada parâmetro foi variado individualmente, enquanto os demais permaneceram constantes. Adicionalmente, para estabelecer uma base uniforme de comparação, o estudo foi realizado considerando apenas uma camada de tecido, e cada variável foi configurada no seu valor máximo. Esta abordagem permitiu identificar qual parâmetro teria o impacto mais expressivo na redução do tempo de corte.

Esta análise prévia, ao considerar um único fator por vez e configurá-lo no seu valor máximo, proporcionou uma visão preliminar dos efeitos individuais dos parâmetros sobre o tempo de corte. Estes resultados têm como objetivo direcionar os esforços iniciais de otimização para os parâmetros com maior influência.

No entanto, é importante realçar que esta análise deve levar em consideração que a qualidade do corte não pode ser prejudicada. Com esse propósito, foram estabelecidos três níveis de conformidade. O primeiro nível corresponde a cortes que apresentam irregularidades significativas, que afetam o dimensionamento do molde. Essas irregularidades são consideradas extensas, comprometendo a qualidade do corte. Portanto, esses cortes não podem ser aceites e são classificados como não conformes. No que se refere ao segundo nível, este diz respeito aos cortes que apresentam algumas irregularidades em certas partes dos moldes, mas que não afetam o trabalho do cliente interno seguinte, ou seja, a costura, podendo ser aceites. Por sua vez, o terceiro nível refere-se a cortes extremamente precisos e perfeitos, considerados como conformes. Com o objetivo de ilustrar as diferenças entre os três níveis de conformidade mencionados, apresenta-se na Figura 5.19 uma seleção de imagens que representa cada um desses níveis. Essas imagens têm como finalidade proporcionar uma visualização clara das características distintas associadas a cada nível de conformidade.

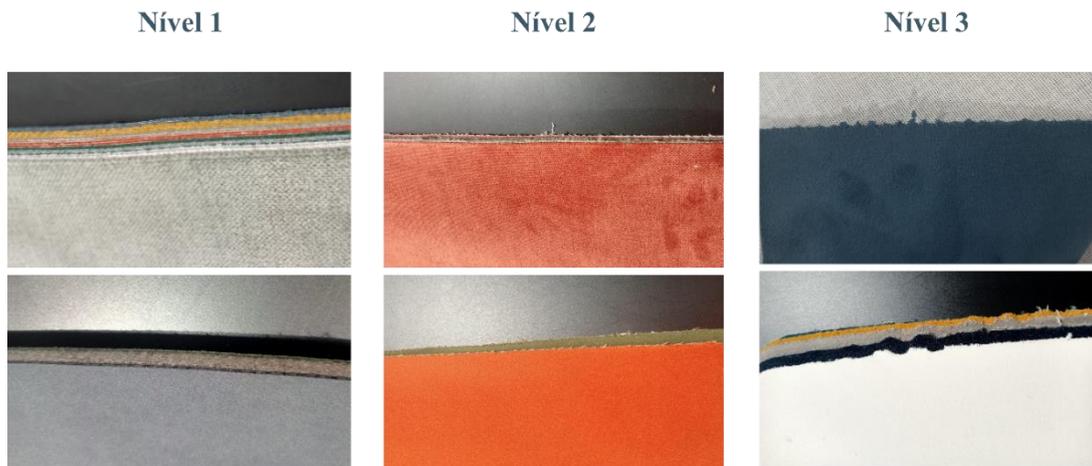


Figura 5.19: Níveis de Conformidade do Corte de Teicdo

Através da orientação e colaboração do técnico responsável pela instalação da máquina, foi possível identificar quais dos parâmetros mereciam ser investigados neste projeto de análise, considerando o elevado número de variáveis e sua complexidade associada. Esta abordagem colaborativa permitiu direcionar o foco para os parâmetros mais relevantes, otimizando o processo de pesquisa e proporcionando uma base sólida para a realização da análise e busca por melhorias no desempenho da máquina de corte.

Com base nas orientações fornecidas pelo técnico responsável, foram identificadas as variáveis que apresentavam potencial para melhorias e, portanto, mereciam ser o foco da análise. Nesse sentido, foi sugerido abordar as variáveis relacionadas à performance da máquina de corte, tais como a velocidade máxima de corte, a aceleração em retas e a aceleração em curvas.

Adicionalmente, foram identificadas as variáveis relacionadas com o funcionamento e comportamento da lâmina de corte, tais como a velocidade de afiamento, a distância para afiamento e o tempo de afiamento. Estas variáveis desempenham um papel fundamental no desempenho da lâmina de corte e, ao serem ajustadas de forma adequada, podem contribuir para a melhoria geral do processo de corte, resultando em tempos de corte mais eficientes sem que a qualidade do corte seja prejudicada.

Por meio desta análise abrangente e focada nessas variáveis específicas, procura-se otimizar o desempenho da máquina de corte, reduzindo o tempo necessário para realizar os cortes dos modelos. Dessa forma, espera-se obter ganhos significativos em termos de eficiência, beneficiando a organização como um todo.

É importante realçar a presença de um dispositivo adicional na CNC, conhecido como furador, responsável por realizar perfurações em alguns moldes específicos de determinados modelos. No entanto, os parâmetros mencionados anteriormente não estão diretamente relacionados a esse dispositivo, o que implicaria a realização de um estudo individualizado. Dessa forma, embora essa análise seja relevante, ela não será incluída no âmbito deste projeto de dissertação.

Esta decisão fundamenta-se na necessidade de concentrar os esforços e recursos do projeto nas variáveis que impactam diretamente a lâmina de corte e a performance geral da máquina, conforme orientações do técnico responsável. Essas variáveis foram identificadas como os principais focos de melhoria e, portanto, constituem o objeto central deste estudo. Ao delimitar o âmbito desta forma, procura-se garantir a eficácia e a relevância dos resultados obtidos, bem como a viabilidade prática das recomendações que serão elaboradas ao final do projeto de dissertação.

Por fim, é relevante mencionar que o técnico também ressaltou a possibilidade de um valor mais elevado da pressão associada ao vácuo estático resultar em camadas de tecido mais compactas, o que poderia permitir a configuração dos parâmetros de corte de forma otimizada, sem comprometer a qualidade do corte. No entanto, esse parâmetro não foi incluído no âmbito da investigação, devido às limitações na linha de ar comprimido fornecida pela empresa, que está diretamente associada à CNC. Vale salientar que essas limitações já foram consideradas no momento da aquisição da CNC. Dessa forma, a análise concentrou-se nos parâmetros previamente mencionados, considerados mais relevantes para a otimização do tempo de corte, levando em conta as restrições técnicas existentes.

Assim sendo, procedeu-se à realização das experiências na CNC de corte de tecido, limitando-se a uma única camada de tecido, conforme mencionado anteriormente. Os resultados obtidos estão ilustrados na Tabela 5.7, na qual se pode observar que as três variáveis mais significativas são a velocidade máxima, a aceleração em reta e a aceleração em curvas, com um aumento percentual de 12,98%, 8,27% e 5,05%, respetivamente. Por sua vez, as variáveis relacionadas ao comportamento da lâmina, nomeadamente a velocidade de afiamento, a distância para afiamento e o tempo de afiamento, apresentaram um aumento percentual menor, com valores de 4,69%, 4,45% e 3,85%, respetivamente.

Tabela 5.7: Análise Individual dos Parâmetros de Corte

Análise Individual dos Parâmetros de Corte - Modelo 4										
Variável Alterada	Velocidade [m/min]	Aceleração em Retas	Aceleração em Curvas	Tempo Afiamento Lâmina [ms]	Velocidade de Afiamento [rpm]	Distância para Afiamento [cm]	Conformidade	Tempo de Corte	Tempo Poupado	% Diminuição
NENHUMA	30	3	2	120	3000	250	✓	00:13:52	-	-
VELOCIDADE	65	3	2	120	3000	250	⚠	00:12:04	00:01:48	12,98%
ACELERAÇÃO	30	4	2	120	3000	250	✓	00:12:44	00:01:08	8,17%
CURVAS	30	3	4	120	3000	250	✓	00:13:10	00:00:42	5,05%
VELOCIDADE DE AFIAMENTO	30	3	2	120	1000	250	✗	00:13:13	00:00:39	4,69%
DISTÂNCIA DE AFIAMENTO	30	3	2	120	3000	500	⚠	00:13:15	00:00:37	4,45%
TEMPO DE AFIAMENTO	30	3	2	50	3000	250	✗	00:13:20	00:00:32	3,85%

Adicionalmente, é possível constatar, com base nessas experiências, que a conformidade relacionada com a alteração da velocidade e do tempo de afiamento revelou-se não conforme. Isso sugere que, para que essa conformidade fosse alcançada, seria necessário reduzir tanto a velocidade quanto o tempo de afiamento, o que, por sua vez, resultaria em uma redução adicional do tempo de corte.

É importante destacar que tanto a velocidade máxima de corte quanto a distância para afiamento da lâmina, ao atingirem seus valores máximos de configuração, já se encontram no limite crítico para garantir a conformidade do corte de uma camada de tecido. Apesar de apresentarem algumas irregularidades, as mesmas são insignificantes, uma vez que não comprometem a etapa da costura subsequente, assim como a qualidade final do produto. Qualquer tentativa de aumentar ainda mais esses parâmetros resultaria em prejudicar a qualidade do corte, o que é inaceitável.

O objetivo agora é identificar quais variáveis devem ser combinadas de forma a otimizar o tempo de corte, sem comprometer a qualidade dos produtos. Para abordar este tipo de problemas, a ferramenta mais adequada discutida na revisão de literatura é o DOE, que será aplicada na fase “Melhorar”.

5.3.2. Desperdícios Associados às Esperas

Com base na etapa anterior, chegou-se à conclusão de que a eficiência da máquina de corte está consideravelmente aquém das expectativas, o que acarreta custos para a organização devido às pausas que ocorrem entre e durante o corte dos diferentes modelos.

Estas interrupções podem ser identificadas como um desperdício *Lean* relacionado às esperas, que impactam negativamente a eficiência do processo.

No entanto, é crucial identificar as causas raiz subjacentes a essas esperas, pois estas podem originar-se por diversos aspetos. A ferramenta utilizada para a obtenção das causas raiz foi os 5 porquês, que consiste em questionar repetidamente “porquê?” para investigar a raiz do problema até que a causa fundamental seja identificada. A partir da análise da Figura 5.20, foi possível identificar a causa subjacente associada aos tempos de espera que ocorrem no setor de corte, que se deve à falta tanto de uma estruturação clara dos postos de trabalho, quer do balanceamento das tarefas dentro do setor.

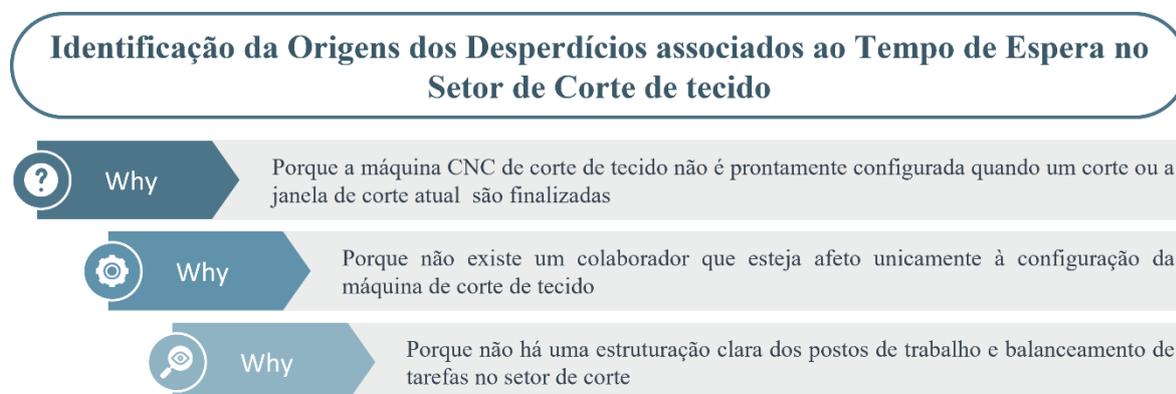


Figura 5.20: Identificação da Causa Raiz dos Desperdícios Associados aos Tempo de Espera

Com base nos resultados obtidos na etapa anterior, concluiu-se que é essencial designar um colaborador exclusivamente dedicado à CNC de corte, de modo a assegurar que a máquina seja configurada sempre que necessário. Esta medida visa reduzir os tempos de espera e otimizar a eficiência operacional do setor, contribuindo para a diminuição de desperdícios e melhorando o desempenho geral do processo de produção.

5.3.1. Sobreprocessamento no Processo Pós-Corte

Na última etapa deste processo, emergiu com notável clareza que a marcação do tecido desempenhava um papel essencial como elemento de apoio intrínseco durante o processo de costura que permitia alcançar um efeito singular que caracteriza o modelo 2. Além disso, todas as almofadas que necessitavam da costura de um túnel no seu forro em TNT de modo a fornecer um suporte ao enchimento, também careciam desta marcação. Com o propósito de compreender de que forma esta atividade de significativa necessidade, mas

desprovida de valor acrescentado, poderia ser colmatada, foram empreendidos esforços para uma análise mais profunda do procedimento de costura, dos componentes em questão. Cabe salientar que se verificou que o processo de costura quer nos componentes de modelo 2 quer das almofadas de TNT escondia por completo a marcação que era realizada no tecido.

No decorrer deste projeto e considerando o seu foco na análise dos planos de corte da empresa, tornou-se evidente que, em determinados casos, os moldes exibiam discretos cortes nas suas extremidades, designado de “picas”, destinados a orientar as costureiras para diversos detalhes nos distintos modelos, como, por exemplo, a colocação dos fechos intrínsecos aos sofás. Essas picas eram realizadas pela máquina de corte. Deste modo, percebeu-se a possibilidade de criar algo análogo, passível de ser automatizado pela máquina de corte. Após uma meticolosa análise das suas funcionalidades, constatou-se que seria viável a realização de perfurações, eventualmente capazes de substituir essa marcação manual. Na próxima etapa do ciclo DMAIC, “Melhorar”, apresentar-se-á um estudo aprofundado desta proposta, com o intuito de aferir se esta medida poderá, de facto, trazer benefícios financeiros.

5.3.2. Desperdícios Associados à Sobreprodução

No que concerne ao desperdício devido à sobreprodução de vivos, é crucial realizar uma análise para compreender as causas subjacentes a esse problema e encontrar soluções adequadas. Com o propósito em apreço, recorreu-se novamente aos “5 porquês”, uma vez que, apesar da sua aparente simplicidade, esta ferramenta é amplamente aplicada na elucidação das causas subjacentes.

Conforme comprovado através da Figura 5.21, a causa raiz do problema tornou-se evidente já no terceiro “porquê”. Esta ferramenta revelou claramente que carência de dimensionamento adequado dos vivos, assim como a sua quantificação para cada produto do modelo 2 é o cerne do problema em questão que tem originado a sobreprodução do referido componente. Com base nestes factos, tornou-se evidente que a solução para mitigar o problema em questão seria realizar o dimensionamento e a quantificação dos vivos de acordo com o tamanho dos sofás e do *ottoman*.

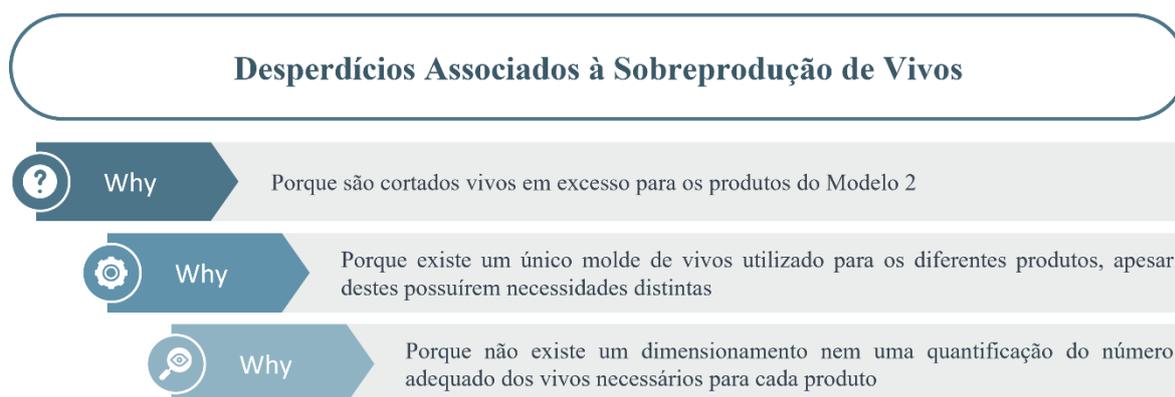


Figura 5.21: Identificação da Causa Raiz Associada à Sobreprodução de Vivos

Com o objetivo de obter uma compreensão mais aprofundada desta situação, foi realizada uma avaliação dos planos de corte dos diferentes produtos que compõem o modelo 2. Esta avaliação teve o propósito de compreender a situação atual e quantificar os desperdícios associados ao problema de sobreprodução.

O molde que a organização se encontrava a utilizar no corte dos vivos encontra-se representado na Figura 5.22, este era incorporado nos planos de corte do modelo 2.

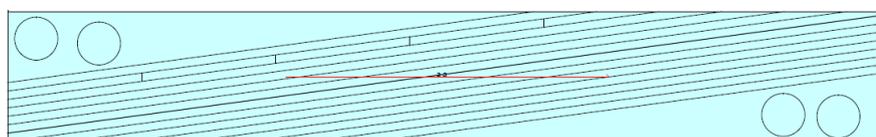


Figura 5.22: Molde Associado ao Corte de Vivos

Durante a análise dos planos de corte existentes, verificou-se que o molde referente aos vivos estava presente apenas nos sofás de 2 e 3 lugares. Contudo, no caso do sofá de 1 lugar e do *ottoman*, estes não incluíam o molde associado aos vivos. Os planos de corte referentes aos sofás de modelo 2 de 1,2 e 3 lugares, bem como do *ottoman* encontram-se documentados no Anexo E.

Com o objetivo de cortar os vivos para esses dois produtos, a prática adotada pelo setor de corte era realizar um plano de corte exclusivo para vivos, sempre que se efetuava o corte desses produtos, o que permitia ao setor ter a certeza de que tinham vivos com o tecido e cor necessária. Para isso, utilizava-se o molde proveniente do tamanho do sofá de 2 lugares. Com a finalidade de aproveitar a largura do rolo, conforme ilustrado na

Figura 5.23, o plano de corte continha dois moldes de vivos. Assim, para cada dois produtos do mesmo tecido e cor, era cortado um plano de corte contendo esses moldes.

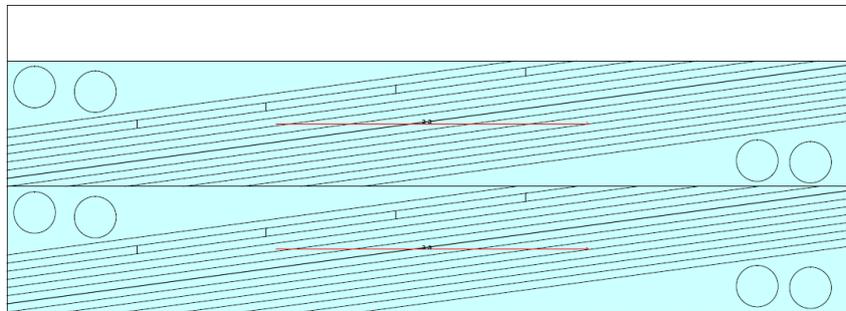


Figura 5.23: Plano de corte Exclusivo à Produção de Vivos

Esta prática foi implementada visando otimizar os planos de corte desses produtos, uma vez que adicionar esse molde aos planos de corte existentes resultaria num desperdício ainda maior. No entanto, a causa raiz do problema reside no dimensionamento adequado dos vivos. Para além dos custos adicionais de matéria-prima, esta abordagem acarreta a ocupação de recursos, nomeadamente tempo da CNC, para o corte de componentes desnecessários para a produção. Conforme verificado na fase de medição, ao longo do tempo, parte dos componentes não utilizados acabam por não se encontrarem em conformidade, o que agrava ainda mais a situação. Isso implica a necessidade de incorrer em custos adicionais para o tratamento adequado desses componentes e sua subsequente eliminação. Através desta análise foi possível quantificar qual o desperdício real associado ao corte dos produtos em questão. Os valores referentes aos mesmos encontram-se sintetizados na Tabela 5.8.

Tabela 5.8: Aproveitamento dos Planos de Corte do Modelo 2

Aproveitamento dos Planos de Corte do Modelo 2						
Plano de Corte	Largura [m]	Comprimento [m]	Eficiência [%]	Consumo Total [m ²]	Consumo Real [m ²]	Desperdício [m ²]
Sofá 2 Lugares Completo	1,4	9,402	85,58%	13,16	11,26	1,90
Sofá 3 Lugares Completo	1,4	9,778	92,62%	13,69	12,68	1,01
Moldes de Vivos	1,4	3,770	55,77%	5,28	2,94	2,33
Sofá 1 Lugar Sem Vivos	1,4	3,935	94,08%	5,51	5,18	0,33
Ottoman Sem Vivos	1,4	2,27	78,04%	3,18	2,48	0,70
Sofá 1 Lugar Completo	1,4	-	-	8,148	6,65	1,49
Ottoman Completo	1,4	-	-	5,817	3,95	1,87

5.3.3. Desperdícios Associados aos Defeitos

Por meio da análise quantitativa e qualitativa dos defeitos e não conformidades que resultavam no recorte de componentes e, conseqüentemente, em retrabalho por um ou vários setores, identificou-se que a maior parte dos custos associados a esses defeitos estava relacionada a defeitos no tecido provenientes do fornecedor. Além disso, durante as pesagens através de uma análise visual dos componentes que apresentavam defeitos relacionados aos fornecedores, notou-se que a maioria já estavam costurados, o que indica que os defeitos do fornecedor só eram detetados em fases avançadas da produção, como costura, estofa ou até mesmo na embalagem, que é a última etapa antes dos produtos serem expedidos para o armazém em *Luton*.

Esta prática resultava num cenário onde, tal como supramencionado, mesmo que apenas um dos componentes da peça apresentasse um defeito, isso resultava na rejeição da peça na sua totalidade, uma vez que após ter sido realizada a costura dos componentes não é possível reaproveitar nenhum deles. Isso, por sua vez, gerava um desperdício considerável de tecido. Além disso, tal situação acarretava não apenas custos relacionados à matéria-prima desperdiçada, mas também implicava em custos monetários adicionais devido ao retrabalho necessário.

Essa questão é especialmente sensível para a *Angora Furniture Manufacturing*, tendo em consideração que a empresa oferece condições salariais acima da média, o que resulta em custos significativos nos processos de produção. Com o objetivo de identificar a causa raiz deste acontecimento e encontrar uma solução efetiva, foi utilizada a ferramenta dos 5 porquês.

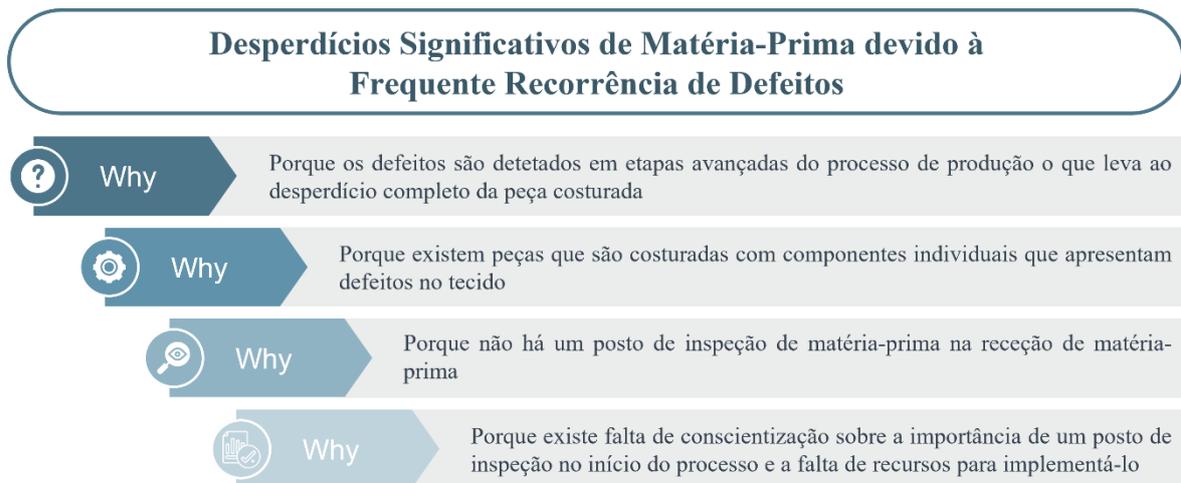


Figura 5.24: Identificação das Causas Raiz Associadas ao Desperdício de Matéria-prima

Desta forma, ao utilizar esta ferramenta (Figura 5.24), chegou-se à conclusão de que a causa raiz para diminuir o desperdício de tecido seria a conscientização sobre a importância de um posto de inspeção no início do processo de produção, juntamente com o desenvolvimento de uma estratégia para sua implementação efetiva. Esta abordagem permitirá identificar e corrigir possíveis defeitos logo no início do processo, evitando o desperdício de material e reduzindo os custos associados ao retrabalho.

5.3.4. Desperdício Associados ao Inventário

Para compreender de que forma esta situação poderia ser abordada e, posteriormente, mitigada recorreu-se, mais uma vez, à metodologia dos “5 porquês”. Esta abordagem revelou as causas fundamentais subjacentes ao problema, tal como é evidente através da análise da figura 5.25.

No cerne desta questão encontra-se um desafio intrínseco à largura fixa dos rolos que atualmente é estabelecida em 1,4 metros. Esta condição imposta faz com que somente o comprimento dos cortes possa variar, dependendo da disposição dos moldes.

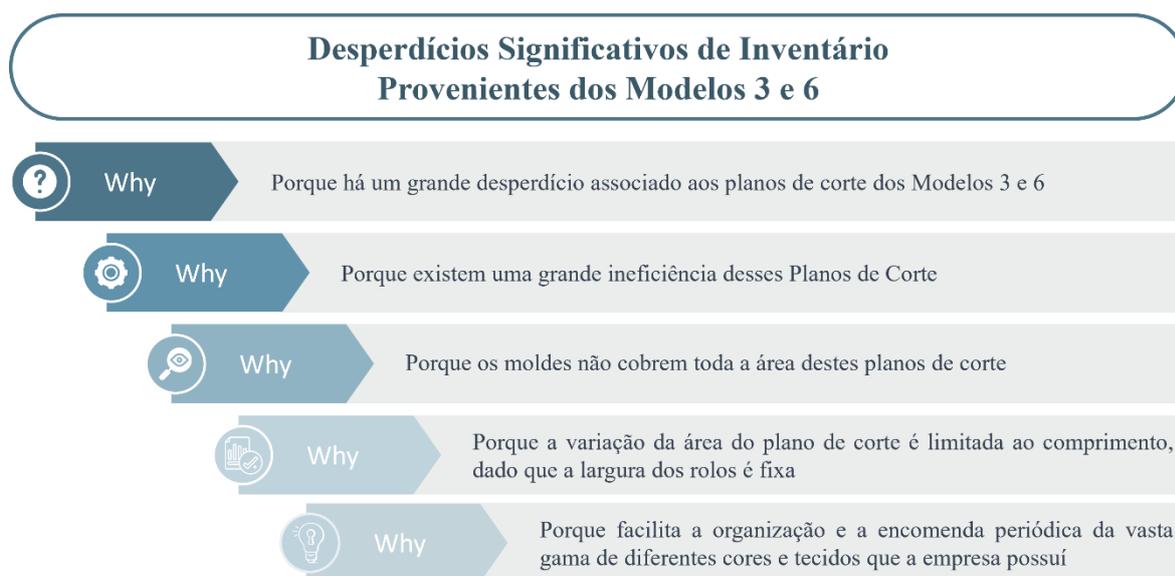


Figura 5.25: Identificação da Causa Raiz Associada aos Desperdícios de Inventário

Inicialmente, a fixação da largura dos rolos em 1,4 metros foi estabelecida desde o início da operação da fábrica. No entanto, esta medida foi determinada com base nas necessidades iniciais da organização naquela época. À medida que a empresa continua a expandir-se, uma variedade significativa de produtos foi desenvolvida, o que promoveu a criação de diversos moldes com variados formatos e dimensões. Diante desta evolução, torna-se evidente que a amplitude e a diversidade dos moldes e dos novos produtos fomentam a realização de uma revisão minuciosa. Nesse sentido, é aconselhável estabelecer um novo estudo para avaliar a adequação dessa largura de rolo às exigências atuais da organização, considerando os requisitos abrangentes dos moldes e produtos mais recentes.

5.4. Melhorar

Neste capítulo, encontram-se descritas as propostas de melhoria que surgiram como resultado de uma análise aprofundada realizada na fase anterior. Compreender as causas raiz associadas a cada categoria de desperdício foi um passo crucial para identificar os pontos críticos que precisam de intervenção. Assim, com uma visão mais clara das áreas que carecem de melhoria, o objetivo é apresentar as estratégias e soluções que serão implementadas para reduzir ou eliminar esses desperdícios.

5.4.1. Design of Experiments

A metodologia adotada para otimizar os parâmetros do CNC foi a realização de um DOE. O objetivo central desta ferramenta é descobrir qual a combinação ideal que otimiza o tempo de corte da CNC, por meio da análise interativa de todos os parâmetros, gerando um conjunto abrangente de combinações possíveis. No entanto, devido às restrições de tempo impostas para a conclusão deste projeto, tornou-se inviável trabalhar e otimizar as três configurações utilizadas na CNC, 1 Camada, Tecido Média e Tecido Alto.

Com o intuito de aprofundar a análise, optou-se por selecionar apenas a configuração mais significativa. Para isso, foi conduzida uma análise para identificar o tipo de configuração mais frequentemente utilizada, que se tornou o foco deste estudo. Desde o início da aquisição da CNC, em setembro de 2022, até maio de 2023, foram realizados um total de 1930 cortes com essas configurações. Conforme ilustrado na Figura 5.26, constatou-se que a maioria dos cortes (70,39%) foi executada em camadas de tecido médio, sendo que nesta configuração o corte varia entre 2 e 30 camadas.

Considerando esse contexto, torna-se pertinente prosseguir com a análise e otimização da configuração de camadas de tecido médio, dada a sua predominância nos cortes realizados. Essa abordagem permitirá uma investigação mais aprofundada sobre os parâmetros relacionados a essa configuração específica e, conseqüentemente, aprimorar a eficiência geral do processo de corte da CNC.

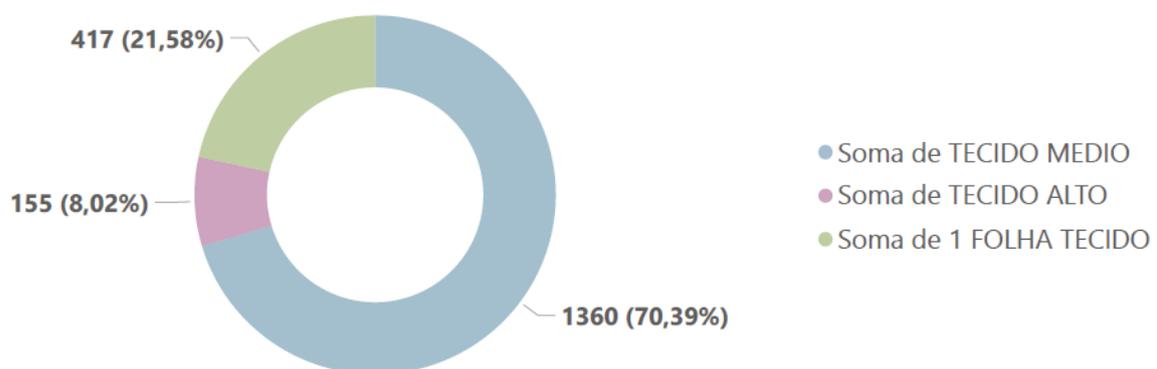


Figura 5.26: Percentagem de corte realizados por configuração

Para alcançar uma otimização completa do tempo de corte para essa configuração específica, o ideal seria a realização de um estudo que abrangesse todos os

parâmetros apresentados na etapa de Medição. No entanto, devido à necessidade de avaliar um amplo espectro da quantidade de camadas de tecido cortadas em cada experiência, essa avaliação resultaria num número elevado de testes que não poderiam ser totalmente analisados no horizonte temporal disponível para a concretização deste projeto.

Considerando que existem 6 parâmetros configuráveis, cada um com intervalos amplos e numerosos, torna-se necessário dividir esses intervalos em faixas de valores a serem testados. Nesse sentido, foram estabelecidos intervalos para cada uma das variáveis. A velocidade pode variar de 1 a 65 m/min, no entanto, para simplificação, optou-se por seleccionar um intervalo de 10 m/min, resultando em 6 níveis de velocidade para experimentação (10, 20, 30, 40, 50 e 65 m/min). Em relação à aceleração em reta e em curva, ambas apresentam apenas 4 níveis e, portanto, todos eles foram integrados na análise. Quanto ao tempo de afiamento, foram estabelecidos três níveis com um intervalo de 30 rpm (50, 80 e 120 rpm), enquanto a velocidade de afiamento foi definida em cinco níveis com um intervalo de 500 rpm (1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 rpm). Por fim, em relação à distância de afiamento, foram determinados três níveis com um intervalo de 100 cm (250, 350 e 500 cm).

No entanto, mesmo tentando simplificar o problema ao atribuir estes intervalos a cada parâmetro, considerando o princípio multiplicativo, é evidente que isso resultaria num máximo de 4320 experiências. Além disso, o ideal é que todas as experiências fossem realizadas em todo o número de camadas que a configuração de tecido médio pode abranger, que varia entre 2 e 30 camadas. Isso significaria um total máximo de 125 280 experiências, o que seria completamente inviável dentro do tempo disponível para este projeto.

É importante destacar que o objetivo é determinar a experiência que oferece a maior economia de tempo de corte, sem comprometer a qualidade e sem prejudicar a estabilidade da máquina de corte. Portanto, as experiências podem ser interrompidas antes desse número, caso a qualidade do corte seja comprometida. No entanto, mesmo assim, não havendo qualquer previsão de quando o fenómeno de não qualidade poderia surgir, este número de experiências é inviável de ser realizado.

Com o propósito de simplificar e reduzir este número, foram incluídas neste estudo apenas as duas variáveis mais representativas e que se destacaram em termos da poupança de tempo, quando foi realizada a análise individual dos parâmetros: a velocidade máxima de corte e a aceleração em reta. Ao considerar essas duas variáveis, resulta um total

de 24 combinações a serem testadas conforme evidenciado na Tabela 5.9. No entanto, torna-se importante destacar que a experiência número 1, referente a uma configuração onde a se encontra a 10 m/min e aceleração está no nível 1 (V10 A1), equivale à configuração atualmente utilizada pela empresa, pelo que não foi integrada nesta análise, dado que a mesma corresponde aos tempos de corte atuais. O ideal seria realizar as experiências nas 29 variações de camadas de tecido incluídas na configuração em teste, o que totaliza um máximo de 696 experiências.

Ao priorizar os parâmetros e concentrar as experiências num número menor de variáveis, é possível direcionar esforços e torná-las mais assertivas dentro do prazo estabelecido, uma vez que seria inviável tentar realizar um estudo em todas as direções possíveis. Dessa forma, os resultados obtidos serão mais específicos e fundamentados.

Tabela 5.9: Combinações do DOE

Nº Experiência	Velocidade						Nível Aceleração Retas			
	10	20	30	40	50	65	1	2	3	4
1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
2	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
3	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
5	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
6	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
7	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
8	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
9	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
10	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
11	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
12	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
13	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
14	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
15	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
16	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
17	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
18	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
19	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
20	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
21	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
22	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
23	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
24	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+

As experiências foram realizadas de acordo com as necessidades de corte da produção, abrangendo todos os modelos e moldes disponíveis na organização. Esta abordagem permitiu obter resultados mais confiáveis e representativos. Além disso, uma vez que a redução de tempo de corte em cada variável poderia ocorrer de forma não proporcional, foi adotada como unidade de comparação não apenas o tempo poupado, mas também a porcentagem de tempo poupado em cada plano de corte, com base em cada experiência. Isso possibilitou uma avaliação mais abrangente e precisa dos ganhos obtidos em relação ao tempo de corte.

Para compreender o aumento do tempo ganho, inicialmente foi realizado um levantamento dos tempos de corte associados a cada plano de corte, levando em consideração a configuração atual de tecido médio (Apêndice J). É importante salientar que, nesse contexto, apenas está a ser considerado o tempo real de corte, ou seja, estão a ser excluídos os tempos de *setup* associados à configuração inicial da máquina e as pausas que podem decorrer durante o corte. Portanto, o tempo real de corte é exatamente o mesmo para todos os modelos, podendo apenas diferir por questão de milissegundos, desde que a configuração utilizada no corte permaneça inalterada durante todo o processo.

As experiências foram realizadas no âmbito de um período temporal de um mês e meio e encontram-se devidamente documentadas no Apêndice K. Neste registo, é possível verificar a data da realização de cada experiência, o número de camadas de tecido utilizadas, e a configuração utilizada que inclui apenas as variáveis que foram alteradas da configuração atual, a velocidade do corte e o nível de aceleração em trajetórias retas. Em cada experiência é ainda explícito o produto em análise, juntamente com o seu tempo de corte atual, o tempo obtido por via experimental e, por fim, a porcentagem de redução temporal alcançada mediante a referida experiência. Adicionalmente, o nível de conformidade pós-experiência, estabelecido com base nos critérios previamente definidos na etapa “Analisar”, é refletido por meio de símbolos distintivos, nomeadamente, um sinal de visto, um ponto de exclamação ou um “X”, posicionados de acordo com a avaliação, que varia do melhor para o pior, em consonância com os mencionados critérios.

Na sua totalidade, realizaram-se um total de 349 experiências, que abrangeram uma ampla variedade de combinações no âmbito das diversas tipologias de produtos sujeitos a corte CNC, bem como distintas quantidades de camadas têxteis que podem ser adotadas

nessa configuração, que se estendem desde um mínimo de 2 até um máximo de 30 camadas. É relevante salientar que esta abordagem permitiu também avaliar o comportamento de toda a vasta gama de tecidos disponíveis na organização e contemplando todos os estágios de qualidade das lâminas de corte. Isto deve-se à natureza do desgaste natural que ocorre nestas lâminas ao longo do tempo, que exige a sua substituição periódica semanal.

No que tange aos critérios de exclusão, estes foram aplicados em situações onde se constatou que o corte não foi executado de forma adequada, comprometendo a integridade do produto final. Nestes casos, verifica-se uma indicação visual de exclusão (representada pelo símbolo “X”) quanto ao nível de conformidade. Esta medida abrange cenários nos quais irregularidades, como saliências afetando as dimensões dos moldes ou prejudicando a estabilidade da máquina de corte, foram detetadas.

Com efeito, é certo que não foi possível testar todas as quantidades possíveis de camadas em cada uma das experiências. Não obstante, constatou-se uma analogia nos resultados obtidos nas experiências que abrangem camadas nos intervalos de 1 a 9, de 10 a 19 e de 20 a 30. Como é possível verificar mediante a análise do Apêndice K, todas as experiências englobam, pelo menos, uma situação inserida em um destes três intervalos.

É crucial mencionar que a partir da velocidade de corte de 30 m/min e do nível de aceleração 3, observaram-se consideráveis irregularidades nos cortes. Estas irregularidades afetavam as dimensões dos moldes que, como resultado, potencializam o impacto da qualidade do produto final. Adicionalmente, verificou-se que a máquina de corte exibiu uma notável instabilidade, o que inviabilizou a continuação para além do nível de aceleração 2, quer na velocidade de 30 m/min, quer nas velocidades subsequentes. Esta situação ocorreu devido à intensidade notável da instabilidade, que inclusive resultou na impossibilidade de concluir a primeira experiência, V30 A4, quanto a V40 A3.

Neste contexto, em virtude da sequência metodológica das experiências, que teve início com a variação da velocidade seguida pela variação do nível de aceleração, apenas tornou-se exequível avaliar as restantes velocidades por meio dos níveis de aceleração 1 e 2. Os resultados das experiências que proporcionaram uma qualidade de corte satisfatória estão devidamente representados na Tabela 5.10.

Tal como era expectável, à medida que se aumenta a velocidade e a aceleração a percentagem de tempo reduzido aumenta. Durante este processo foi possível atingir a velocidade máxima da máquina de corte (65 m/min), juntamente com a aceleração no nível

dois sem gerar quaisquer problemas que pudessem comprometer a qualidade do corte, a ponto de desencadear uma situação de não conformidade. Não obstante, existiram experiências que ultrapassaram o segundo nível de aceleração, sendo a última delas aquela que analisou os níveis de aceleração 3 e 4, a velocidade de 20 min/min, tornou-se, por conseguinte, relevante proceder a uma comparação dessas experiências com os resultados obtidos pela velocidade V65 A2.

Embora não tenha sido possível testar todas as configurações em todos os modelos, é visível que, em todos os produtos avaliados, a experiência V65 A2 apresenta uma maior percentagem de redução temporal, que supera as restantes experiências.

Deste modo torna-se possível inferir que esta proposta de melhoria conseguiu efetivamente reduzir os tempos de corte de todos os produtos fornecidos pela organização ao cliente final, sem comprometer a qualidade do corte. Embora esta estratégia não tenha englobado todas as variáveis que da CNC, devido às limitações temporais inerentes a este projeto, alcançou-se uma substancial redução do sobreprocessamento associado à utilização desta máquina de corte. Consequentemente, verificou-se uma diminuição do tempo de corte que varia desde 24,1% para o *ottoman* do modelo 3, até 46,6% no caso do modelo 1 de 3 lugares.

Compreende-se que esses resultados possam ser ainda mais otimizados com a inclusão de variáveis adicionais no estudo, especialmente considerando as restantes configurações que foram apresentadas na fase anterior. Isto sugere que esta análise não deve ficar estagnada, mas sim continuar em constante evolução.

Com o intuito de obter uma compreensão mais aprofundada sobre o possível impacto desta melhoria na organização, foi conduzido um estudo que teve como base os modelos que foram submetidos ao processo de corte durante todo o mês de julho de 2023. Durante essa análise, foram calculados dois tempos: o tempo total despendido com a configuração atual e o tempo total consumido com a configuração V65 A2.

Como evidenciado na Figura 5.27, esta representa um *dashboard*, que condensa a poupança que esta melhoria pode potencialmente trazer, enquanto impulsiona a eficiência do trabalho e aumenta a produção por meio da redução dos tempos de corte. Por exemplo, considerando o mês de julho, a poupança de tempo seria de 18,4 horas, representando uma redução de aproximadamente 35% em relação ao tempo de corte atual.

Torna-se importante salientar que esta análise considerou apenas os tempos de corte dos modelos sujeitos a estudo durante estas experiências. Assim, torna-se ainda importante destacar que a poupança potencial desta melhoria pode ser ainda mais substancial. Isto deve-se à introdução de novos modelos na produção e à consideração do corte do pano preto usado para forrar o interior dos sofás. Este material também é processado pelo CNC, o que significa que a aplicação destas configurações de maneira consistente pode ter um impacto ainda mais expressivo.

Tabela 5.10: Percentagem de Tempo Reduzido por Produto e Experiência Realizada

		Percentagem de Tempo Reduzido por Produto e Experiência Realizada [%]														
Produto	Configuração	V10 A2	V10 A3	V10 A4	V20 A1	V20 A2	V20 A3	V20 A4	V30 A1	V30 A2	V40 A1	V40 A2	V50 A1	V50 A2	V65 A1	V65 A2
		Modelo 1	1L	6,1	-	13,7	12,5	-	-	-	-	27,6	-	-	30,2	34,2
2L	10		-	-	20,7	-	28,7	-	-	32,4	22,4	33,8	29,9	37,1	31,4	38,2
3L	18,7		-	33,3	28,5	-	38	-	-	39,3	34	39,9	34,9	42,1	38,8	46,6
OTT	-		-	13,6	8	14	29,6	-	26	30,4	28	32,8	-	34,8	-	36,8
Modelo 2	1L	8,1	10,5	13,9	-	-	-	-	12,7	-	13,3	-	14,4	-	19,1	24,6
	2L	6,8	11,3	17,3	-	-	-	-	19,1	24	21	25,2	21,6	-	24,8	29,5
	3L	5,9	12,1	-	14,9	19,4	-	-	18	22	19,8	24,5	21,6	28	22,5	29,9
	OTT	4,7	8,7	13,2	-	10,3	-	-	16,1	21,6	17,9	23,2	-	-	-	25,3
Modelo 3	Esquerdo	3,9	5,2	8,9	-	5,4	-	-	14,3	26,3	19,4	31,7	26,1	33	30,5	34,8
	Direito	-	4,8	7,3	-	4,8	-	27,4	-	26,3	19,4	31,7	26,1	-	30,5	34,8
	Meios	8,5	-	19,1	-	17,6	-	27	-	29,7	21,5	31,2	22,7	32,1	-	35,2
	Canto	-	-	-	-	10,9	-	25,1	-	29,2	24,7	-	27,2	-	33,5	35,2
	OTT	8,9	-	15,8	-	10,8	-	17,7	12,7	16,5	-	-	-	18,4	19,6	24,1
Modelo 4	Único	15,8	-	24,6	-	-	-	34,4	25,8	-	29,5	-	-	39,2	36,6	41
Modelo 5	LS	8,7	17,4	27,2	-	26,9	-	-	21,8	-	23,8	-	27,2	-	31,8	36,1
	2L	6,6	14,5	19,1	-	17,7	-	26,7	24,3	-	-	-	26,7	-	30,9	34,8
	3L	6,9	12,3	21,3	14,6	-	-	25,9	17,6	-	19,5	32,8	21,8	-	24,8	34
	OTT	-	14	26,3	-	24,6	-	28,1	19,3	-	22,8	-	24,6	-	29,8	31,6
Modelo 6	Base	12,8	-	24,7	21,6	-	38,4	-	25,9	-	30,3	36,3	34,7	42,8	39,4	45
	Braços	-	-	18,5	15,3	-	23,4	-	-	-	22,6	23,4	25	26,6	-	29,8
	Costas	9,1	-	18,9	-	-	22,7	-	18,9	-	21,2	20,5	22,7	21,2	-	28,8
Modelo 7	1L	7,1	7,7	-	-	18,8	-	-	13,7	-	14,8	-	-	-	17,3	28,2
	2L	-	18	-	-	-	27	-	-	24	-	25,6	-	-	26	-
	3L	11,6	22,7	-	20	-	-	-	20,6	-	21,4	-	-	-	25,6	33,9
Modelo 8	1L	6,5	19,1	22,4	-	-	26,9	29,8	20,3	31	22,8	29	25,7	-	30,9	35,1
	2L	6,5	14,1	18,7	-	-	22,5	24,2	-	21,4	10,6	-	12,2	-	16,2	31,2
Storage	1	6,7	-	-	9,8	21,2	-	-	15,3	-	16,1	-	-	25,5	25,5	28,2
	2	8,9	-	17,3	-	-	-	-	14,2	-	17	24,5	-	25,6	19,8	26,2
	3	11,6	-	19,8	-	-	-	-	-	-	12,2	23,8	-	25,6	17,4	26,7

Poupança Associada à Diminuição do Sobreprocessamento da Máquina de Corte (CNC)

ANGORA
MANUFACTURING

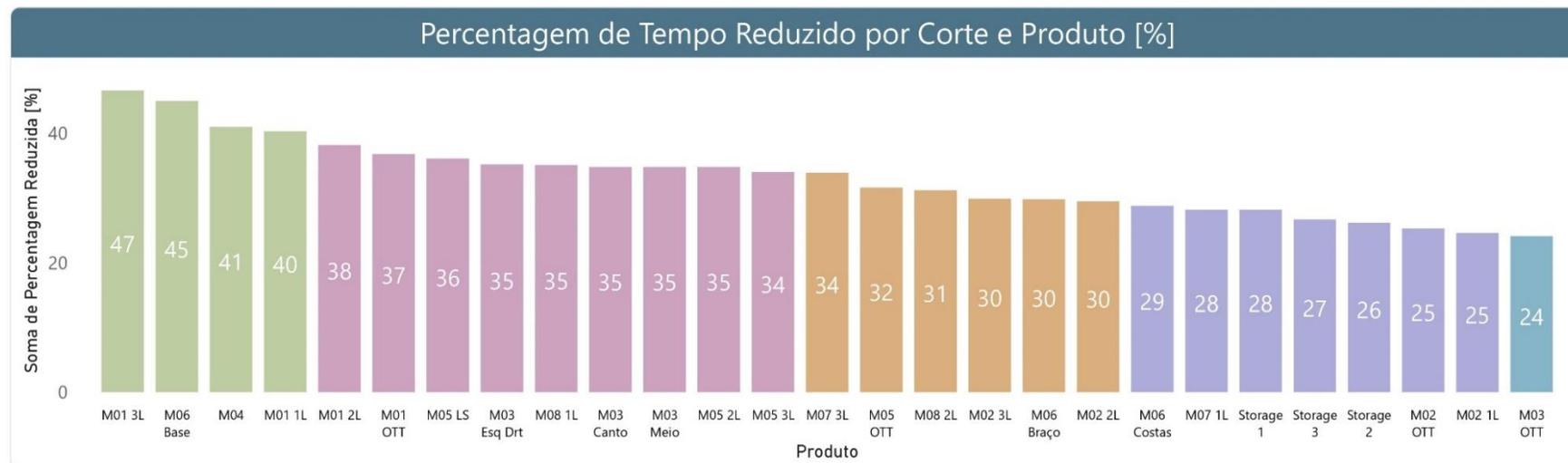


Figura 5.27: Dashboard da Poupança Associada à Diminuição do Sobreprocessamento da Máquina de Corte

5.4.2. Reestruturação do Postos de Trabalho para a Diminuição das Esperas

A equipa responsável pelo processo de corte era composta por um total de cinco colaboradores. Na configuração atual, dois colaboradores estavam designados para a execução do corte manual. Um membro da equipa tinha a responsabilidade de localizar e preparar os rolos de tecido, garantindo o abastecimento adequado para a máquina de corte. Outro integrante da equipa estava envolvido na operação de configuração do CNC, assim como da fase subsequente de separação das peças cortadas para posterior entrega ao processo de costura. O quinto membro da equipa desempenhava um papel administrativo crucial relacionado à organização da ordem de corte dos produtos, com base nas datas de entrega correspondentes. Essa disposição das tarefas está ilustrada de maneira esquemática na Figura 5.28, visando simplificar a compreensão da distribuição de responsabilidades. No entanto, é importante observar que ocorre uma rotação periódica entre os diferentes postos de trabalho, o que, em certas ocasiões, pode resultar em alguma ambiguidade nas tarefas que cada colaborador deve realizar.

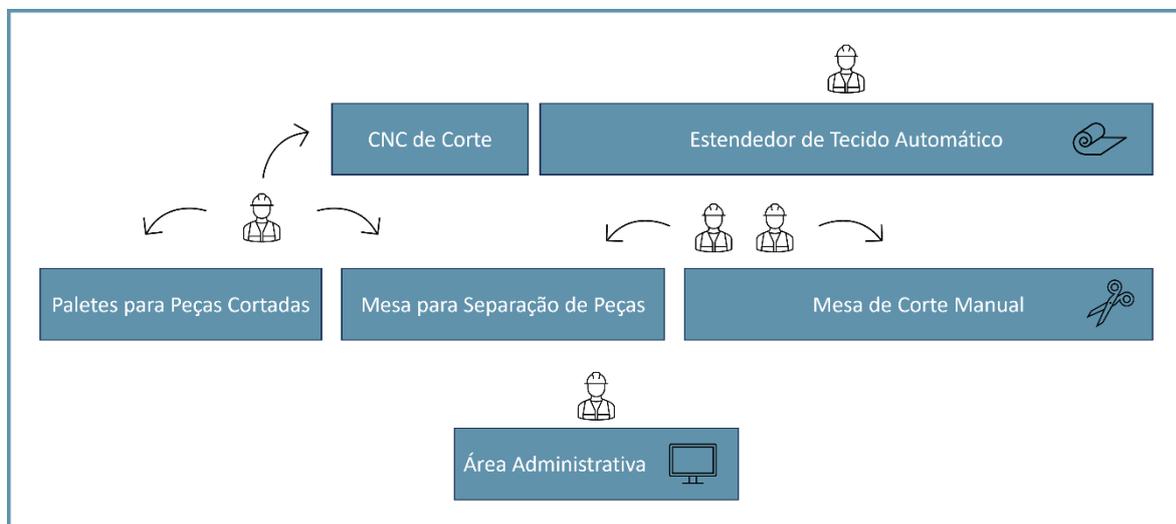


Figura 5.28: Estruturação Atual das tarefas associadas a cada posto de trabalho

No entanto, como foi identificado durante a análise prévia, a presença de intervalos de espera entre os cortes é resultado da falta de uma estruturação adequada dos postos de trabalho e de um desequilíbrio na distribuição das tarefas. Esta situação é evidenciada pela ausência de um colaborador exclusivamente designado para as

configurações do CNC, o que resulta em períodos de ociosidade consideráveis, tanto entre os cortes quanto durante o próprio processo de corte.

Diante desta problemática, uma solução de reestruturação dos postos de trabalho foi concebida e proposta. Neste contexto, a organização tomou a iniciativa de incorporar um novo membro à equipa, com a finalidade de mitigar essas deficiências, e ao mesmo tempo, reduzir a carga de trabalho que recaía sobre o colaborador encarregue dualmente da configuração da máquina de corte e da separação de peças. Este colaborador dependia frequentemente de assistência para evitar atrasos no fluxo de trabalho, uma assistência que normalmente era fornecida pelos colegas envolvidos no corte manual ou pelo colaborador responsável pela administração.

A reestruturação foi meticulosamente delineada, a fim de incorporar de maneira eficaz esse novo membro à dinâmica existente no setor de corte. A nova configuração dos postos de trabalho, representada detalhadamente na Figura 5.29, foi concebida para otimizar a utilização dos recursos disponíveis.

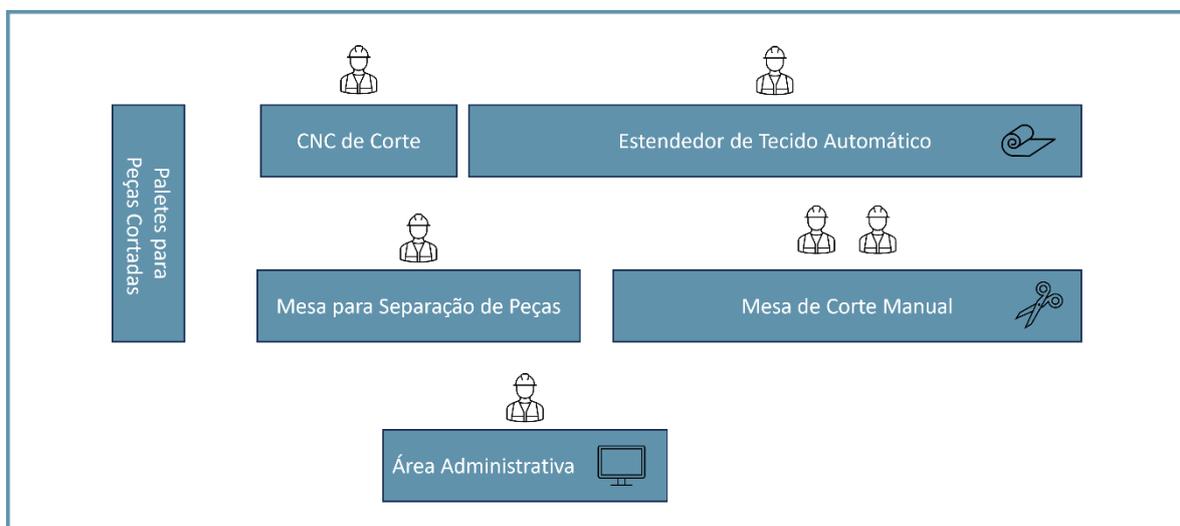


Figura 5.29: Proposta de melhoria para a estruturação dos postos de trabalho

Esta mudança não procura apenas permitir reduzir as situações de inatividade e desequilíbrio, mas também destaca a importância estratégica desta transição, juntamente com a conscientização dos colaboradores de que o recurso incorporado não pode permanecer inativo. Este desafio foi comunicado de forma explícita a todos os colaboradores do setor de corte. Com o propósito de garantir que o *team leader* estivesse plenamente informado sobre

o estado atual da eficiência do setor e, por conseguinte, fomentar a motivação para implementar melhorias, foi entregue ao setor o *dashboard* apresentado na fase “Medir”, onde foi delineado de forma clara o que se pretendia melhorar por meio desta reestruturação.

5.4.3. Dimensionamento e quantificação dos vivos

Com base na análise previamente efetuada em relação à sobreprodução de vivos, foram elaboradas três propostas de melhorias com o propósito de colmatar esta situação e, por conseguinte, atenuar o desperdício correlacionado, bem como os custos inerentes ao tratamento e eliminação subsequente. Tais custos advêm tanto do desperdício resultante da sobreprodução como dos restantes resíduos provenientes dos planos de corte que não podem ser reaproveitados devido às dimensões reduzidas inerentes aos mesmos.

Entende-se como primordial, em primeiro lugar, apurar as quantidades apropriadas de vivos necessárias para cada componente de todas as dimensões dos sofás. Com o intuito de atingir este propósito, revelou-se indispensável a colaboração da *team leader* do setor de costura, uma vez que este departamento detém o *know how* necessário para auxiliar nesta tarefa.

Assim, o passo inicial para o dimensionamento adequado foi a identificação dos moldes que requerem vivos. Em conjunto com a *team leader* da costura, foram delineados no plano de corte os moldes onde os vivos eram efetivamente aplicados, como é perceptível através na análise do Apêndice L.

Com base nas informações fornecidas pelo setor de costura, procedeu-se à determinação do perímetro associado aos moldes, de modo a realizar um dimensionamento apropriado. É imprescindível frisar que todo este processo foi desenvolvido com o auxílio do *software CAD4Fashion*, uma ferramenta de CAD utilizada pela empresa, a qual possibilitou o acesso aos moldes e às informações subjacentes aos mesmos. Cabe salientar que, aos comprimentos obtidos, foi necessário adicionar uma folga de 10 cm para assegurar a qualidade da costura final, uma vez que esta pode variar conforme a habilidade da costureira. Tal folga proporciona uma margem de segurança para evitar eventuais contratempos.

Por meio deste processo, foi possível determinar o tamanho ideal dos vivos, bem como a quantidade necessária de cada um deles de modo a suprir as necessidades de cada produto. Após a realização deste minucioso processo, tornou-se possível determinar a

quantidade efetiva utilizada pelas costureiras e compará-la com a quantidade de vivos cortada no molde atual. Mediante esta análise, foi possível quantificar o excedente de tecido para além do estritamente necessário.

A Tabela 5.11 apresenta de forma discriminada o número requerido de cada tipo de vivos, seguido do consumo total que cada um representará em cada plano de corte, isto é, em cada produto cortado. Verifica-se que o *saving* total associado à quantificação precisa dos moldes associados a este componente corresponde, em metros quadrados, a 0,842, 0,556, 0,682 e 1,203 para os sofás de tamanho de 1, 2 e 3 lugares, e para o *ottoman*, respetivamente.

Tabela 5.11: Dimensionamento e Quantificação dos Vivos Associados a Cada Produto

Dimensionamento e Quantificação dos Vivos				
Designação e Quantificação	1 Lugar [m2]	2 Lugares [m2]	3 Lugares [m2]	Ottoman [m2]
x2 Voluta Costa	0,088	0,088	0,088	-
x4 Vivo Rolinhos	-	0,080	0,080	-
x1 Costa Frente	0,029	0,099	0,109	-
x2 Braço	0,197	0,197	0,197	-
x1 Barra Almofada Costa	0,037	0,078	0,102	-
x1 Almofada Costa	0,148	0,172	0,191	-
x1 Almofada Principal	0,100	0,171	0,174	-
x2 Base	-	-	-	0,21
Consumo Total	0,598	0,884	0,940	0,21
Consumo Atual	1,440	1,440	1,622	1,440
<i>Saving</i>	0,842	0,556	0,682	1,230

Após a conclusão deste dimensionamento, é crucial compreender em que medida este novo ajuste afeta os planos de corte dos modelos em questão, especialmente no que se refere à otimização do aproveitamento da matéria-prima e consequentemente, à redução da quantidade de desperdício gerado. Tal consideração é de suma importância, pois o desperdício resultante requer custos adicionais para o seu tratamento, como previamente destacado. Neste contexto, emergiram três propostas de melhoria: a integração dos novos moldes com os vivos na diagonal, na horizontal e uma solução que contempla o corte dos vivos separadamente. Estas propostas serão minuciosamente abordadas nos subcapítulos a seguir descritos.

5.4.3.1 Planos de Corte com Vivos na Diagonal

Por meio do software *CAD4Fashion*, foi desenvolvido o redimensionamento dos novos moldes para os componentes associados aos vivos de cada produto do modelo 2. Nesses novos moldes, aplicou-se um ângulo de 7 graus, de modo a reproduzir o mesmo efeito presente nos moldes atuais da empresa, apesar deste não se encontrar bem definido. Posteriormente, com o auxílio do recurso *Supernesting* incorporado no *software*, realizou-se a otimização dos planos de corte, incluindo os restantes moldes de cada produto.

Como resultado deste processo, obtiveram-se os planos de corte detalhados no Anexo F, específicos para os sofás de 1, 2 e 3 lugares, bem como para o *ottoman*, respetivamente. A utilização do *software CAD4Fashion* possibilitou uma abordagem robusta e tecnologicamente avançada para o desenvolvimento dos planos de corte que permitiu um aproveitamento mais eficiente do material, reduzindo o desperdício e otimizando o uso da matéria-prima. O *saving* associado a esta proposta de melhoria, em termos da redução de metros lineares por produto cortado, encontra-se apresentado na Tabela 5.12. Vale ressaltar que para este cálculo foi considerado o gasto total que o modelo proporcionava, sendo acrescentado o gasto dos moldes exclusivos aos vivos que eram cortados à parte para o modelo de 1 lugar e para o *ottoman*.

Tabela 5.12: Consumo dos Planos de Corte do Modelo 2 para os vivos na diagonal

Consumo dos Planos de Corte Modelo 2 Vivos Dimensionados na Diagonal [metros lineares]			
Produto	Atual	Nova Proposta	<i>Saving</i>
Sofá 1 Lugar	5,8	4,7	1,2
Sofá 2 Lugares	9,4	8,3	1,1
Sofá 3 Lugares	9,8	9,3	0,5
<i>Ottoman</i>	4,2	3,0	1,1

De modo a obter uma visão holística da poupança que esta proposta de melhoria poderá trazer a nível financeiro, foi considerado um horizonte temporal de um ano. Com este propósito, realizou-se uma análise da procura inerente aos distintos tamanhos dos produtos associados ao modelo 2, assim como das diferentes variedades de tecido oferecidas pela organização, que se encontra presente no Apêndice M. Isto deve-se à considerável discrepância nos preços dos diferentes tipos de tecido, a qual terá um considerável impacto

financeiro sobre as implicações das propostas para a organização e encontra evidenciado no mesmo apêndice. Através deste *input* tornou-se viável calcular tanto o consumo quanto o custo intrínseco do modelo 2 durante o período de um ano. Este cálculo, detalhado no Apêndice N, foi aplicado tanto aos planos de corte vigentes como aos planos de corte vinculados nesta proposta de melhoria. Para sintetizar esta análise, a Tabela 5.13 ilustra os ganhos em termos da redução da quantidade de tecido que a empresa pode alcançar com esta proposta ao longo de um ano. Além disso, apresenta também a economia financeira associada a essa mesma redução.

Tabela 5.13: Poupança Associada à Melhoria dos Planos de Corte com os Vivos na Diagonal

Poupança Associada à Melhoria dos Planos Corte Vivos Dimensionados na Diagonal		
Categorização do Tecido	Consumo [metros lineares]	Monetário [€]
Modelo 2 - 3 Lugares	1219	7592
Modelo 2 - 2 Lugares	1681	10448
Modelo 2 - 1 Lugar	761	4765
Modelo 2 - <i>Ottoman</i>	436	2685
Total	4098	25 490 €

Além desta poupança, torna-se igualmente necessário avaliar os desperdícios resultantes destes novos planos de corte. Isto deve-se ao facto de que, tal como anteriormente referido, os custos associados à gestão destes resíduos requererem um subsequente tratamento que também implica um custo associado. Desta forma, torna-se essencial proceder a esta análise adicional de modo a compreender a poupança subjacente à redução destes desperdícios.

A Tabela 5.14 tem como objetivo ilustrar a diferença existente entre os resíduos gerados pelos planos de corte atuais e os planos de corte propostos por esta iniciativa, que visa o redimensionamento dos moldes associados aos vivos. Tal como é possível observar existe uma diminuição considerável dos resíduos gerados nos sofás de 1 e 2 lugares e no *ottoman*. Em contrapartida, no que se refere ao sofá de 3 lugares o valor de resíduos gerados por produto cortado mantém-se constante.

Tabela 5.14: Resíduos Associados aos Planos de Corte com os Vivos na Diagonal

Resíduos Associados aos Planos de Corte Proposta Vivos Dimensionados na Diagonal						
Produto	Plano de Corte	Coprimento [m]	Eficiência [%]	Consumo Total [m ²]	Consumo Real [m ²]	Resíduos [m ²]
Sofá 1 Lugar	Atual	5,80	-	7,9	6,5	1,4
	Proposta	4,65	89%	6,4	5,7	0,7
Sofá 2 Lugares	Atual	9,40	86%	12,9	11,0	1,9
	Proposta	8,34	92%	11,4	10,5	1,0
Sofá 3 Lugares	Atual	9,80	93%	13,4	12,4	1,0
	Proposta	9,29	92%	12,7	11,7	1,0
<i>Ottoman</i>	Atual	4,20	-	5,8	3,9	1,9
	Proposta	3,04	61%	4,2	2,5	1,6

Tendo em consideração este *input* tornou-se necessário realizar uma avaliação do impacto ao nível financeiro que esta proposta poderia ter na organização. Com este propósito, mais uma vez foi utilizada a procura dos produtos associados ao modelo 2 ao longo de um ano, de modo a calcular os resíduos que seriam gerados com os planos de corte atuais e os planos de corte inerentes a esta proposta.

A Tabela 5.15 representa essa avaliação, na qual se torna evidente que, ao considerar que o custo de tratamento do tecido é 117 € por tonelada, esta proposta resultaria numa economia anual de aproximadamente 97 €. É importante destacar que no sofá de 3 lugares ocorre um aumento dos custos de tratamento de resíduos. Ainda que pouco significativo, este aumento está relacionado ao aumento dos resíduos, que não é visualmente representado na Tabela 5.15 devido à simplificação do número de casas decimais apresentadas.

No entanto, é fundamental ressaltar que a implementação desta proposta vai além do aumento aparente nos custos de tratamento dos resíduos dos sofás de três lugares. Como mencionado anteriormente, a proposta também resulta numa significativa redução da quantidade de metros lineares necessários para cortar todos os produtos associados ao modelo 2, o que por sua vez, gera uma economia de carácter exponencial.

Tabela 5.15: Poupança da Geração de Resíduos Associada aos Planos de Corte com Vivos na Diagonal

Poupança da Geração de Resíduos Vivos Dimensionados na Diagonal					
Produto	Sofá 3 Lugares	Sofá 2 Lugares	Sofá 1 Lugar	<i>Ottoman</i>	TOTAL
Procura Anual [Und]	2504	1578	651	390	5123
Resíduos Gerados Atualmente [m2]	2481	2930	934	736	7081
Resíduos Gerados Proposta [m2]	2515	1505	458	636	5113
Diferença [m2]	-34	1426	476	100	1968
Custo Tratamento Atual [€]	125	147	47	37	355
Custo Tratamento Proposta [€]	126	76	23	32	257
Diferença [€]	-1,7 €	71,6 €	23,9 €	5,0 €	99 €

5.4.3.2 Planos de Corte com Vivos na Horizontal

Durante o estudo desta situação, observou-se outro aspeto relevante. Em certas situações, quando era necessário realizar retrabalho em componentes que envolvessem vivos e não houvesse disponibilidade de vivos da mesma cor e tecido, estes eram cortados manualmente. No entanto, para simplificar e agilizar o processo, os cortes eram realizados horizontalmente, uma vez que não havia uma orientação angular pré-definida para esses cortes. Até o momento, não foram reportados problemas de qualidade nos produtos decorrentes dessa prática. Esta situação é de extrema importância e merece ser avaliada, pois se o corte deste componente puder ser realizado horizontalmente, este pode ser um fator impactante no aproveitamento dos planos de corte do modelo 2. Diante desta situação, foram conduzidas experiências com os diferentes tipos de tecido para investigar e compreender se essa questão realmente merecia um estudo aprofundado.

Através das fotografias que foram tiradas à medida que as experiências eram realizadas, tal como é possível observar na Figura 5.30, a qualidade dos produtos não foi afetada em nenhum dos testes que foram realizados. O único ponto de destaque observado foi nos tecidos de veludo onde é evidente que o design do produto fica relativamente diferente, no entanto, após esta questão ter sido devidamente apresentada ao departamento de qualidade e desenvolvimento de produtos, concluiu-se que se efetivamente os ganhos

associados aos planos de corte justificassem, este fator não apresentava qualquer impasse para a posterior implementação.



Figura 5.30: Experiências Realizadas com os Vivos na Horizontal

Como efetivamente não houve qualquer problema de qualidade, mais uma vez, através do *CAD4Fashion* e do *Supernesting* foram criados moldes na horizontal e, de seguida, foram criados os planos de corte que se encontram no Anexo G para os tamanhos de 1,2, 3 lugares e *ottoman*. Para a análise desta proposta o estudo efetuado foi exatamente o mesmo que se realizou na proposta anterior. Com o intuito de analisar a presente proposta, foi conduzido um estudo idêntico ao realizado na proposta prévia (Apêndice O). Portanto, a Tabela 5.16 expõe claramente o *saving* em relação à quantidade necessária, em metros lineares, por produto cortado. Mediante uma análise minuciosa, constata-se prontamente que esta economia supera a observada na proposta anterior.

Tabela 5.16: Consumo dos Planos de Corte do Modelo 2 com os Vivos na Horizontal

Consumo dos Planos de Corte Modelo 2 Vivos Dimensionados na Horizontal [metros lineares]			
Produto	Atual	Nova Proposta	<i>Saving</i>
Sofá 1 Lugar	5,8	4,3	1,5
Sofá 2 Lugares	9,4	8,0	1,4
Sofá 3 Lugares	9,8	9,0	0,8
<i>Ottoman</i>	4,2	3,1	1,0

A avaliação da poupança decorrente desta proposta foi realizada, mais uma vez, de forma análoga à análise anterior. Conforme evidenciado nos detalhes presentes na Tabela 5.17, há uma economia anual de aproximadamente 35 283 €, representando um aumento superior à economia constatada na proposta anterior, com um incremento de cerca de 10 000 € anuais.

Tabela 5.17: Poupança Associada à Melhoria dos Planos de Corte com os Vivos na Horizontal

Poupança Associada à Melhoria dos Planos Corte Vivos Dimensionados na Horizontal		
Categorização do Tecido	Consumo [metros lineares]	Monetário [€]
Modelo 2 - 3 Lugares	2043	12 728 €
Modelo 2 - 2 Lugares	2248	13 978 €
Modelo 2 - 1 Lugar	971	6 082 €
Modelo 2 - <i>Ottoman</i>	406	2 495 €
Total	5668	35 283 €

No que diz respeito aos resíduos que resultam desta proposta, constata-se uma notável redução em todos os produtos, sendo que, em alguns casos, essa diminuição supera a observada na proposta anterior (Tabela 5.18).

Tabela 5.18: Resíduos Associados aos Planos de Corte com os Vivos na Horizontal

Resíduos Associados aos Planos de Corte Proposta Vivos Dimensionados na Horizontal						
Produto	Plano de Corte	Coprimento [metros lineares]	Eficiência [%]	Consumo Total [m2]	Consumo Real [m2]	Resíduos [m2]
Sofá 1 Lugar	Atual	5,80	-	7,9	6,5	1,4
	Proposta	4,33	96%	5,9	5,7	0,3
Sofá 2 Lugares	Atual	9,40	86%	12,9	11,0	1,9
	Proposta	7,98	96%	10,9	10,5	0,5
Sofá 3 Lugares	Atual	9,80	93%	13,4	12,4	1,0
	Proposta	8,96	95%	12,3	11,7	0,6
<i>Ottoman</i>	Atual	4,20	-	5,8	3,9	1,9
	Proposta	3,12	61%	4,3	2,6	1,7

A poupança proveniente da otimização proposta para a redução de resíduos é claramente demonstrada na Tabela 5.19. Como antecipado, esta poupança é substancialmente superior ao valor do custo anual do tratamento de resíduos apresentado anteriormente, uma vez que possui uma poupança de cerca 200 € anuais.

Tabela 5.19: Poupança da Geração de Resíduos com os Vivos na Horizontal

Poupança da Geração de Resíduos Vivos Dimensionados na Horizontal					
Produto	Sofá 3 Lugares	Sofá 2 Lugares	Sofá 1 Lugar	Ottoman	TOTAL
Quantidade Anual [Und]	2504	1578	651	390	5123
Resíduos Atualmente Gerados [m2]	2481	2930	934	736	7081
Resíduos Gerados Proposta [m2]	1387	728	173	652	2939
Diferença [m2]	1095	2203	761	84	4142
Custo Tratamento Atual [€]	125	147	47	37	355
Custo Tratamento Proposta [€]	70	37	9	33	148
Diferença [€]	54,9 €	110,6 €	38,2 €	4,2 €	208 €

5.4.3.3 Plano de Corte Exclusivo para Vivos de *Ottomans*

Através da análise detalhada nos subcapítulos anteriores, ficou evidente que os moldes cortados numa configuração horizontal proporcionam o maior benefício financeiro à organização. Não obstante, apesar da notável vantagem financeira é evidente que o plano de corte para os *ottomans* ainda acarreta um considerável desperdício, principalmente devido à inclusão dos vivos na sua composição, uma vez que o plano de corte possui uma eficiência de 61% que se traduz em 1,7 metros lineares desperdiçados.

Neste contexto, surge uma nova abordagem, baseada no corte dos *ottomans* sem a inclusão dos vivos, onde posteriormente é acrescentado um plano de corte exclusivo para esses elementos. Os *ottomans* requerem apenas dois vivos de dimensões idênticas, o que por sua vez permite que esta proposta otimize os planos de corte e aproveite, quase que por completo o material necessário para o corte dos mesmos, tal como é possível verificar no

Anexo H. A análise deste mesmo anexo demonstra, que mediante esta nova proposta, é possível produzir vivos para 19 *ottomans* com um único plano de corte, uma vez que cada plano viabiliza o corte de 39 vivos de uma só vez.

Embora seja necessário um esforço de balanceamento por parte dos colaboradores para gerir a quantidade atual de vivos e a quantidade que é necessária cortar, a simplicidade intrínseca ao facto de que todos os vivos possuem o mesmo tamanho e são destinados exclusivamente a um produto específico, torna essa tarefa bastante acessível.

Para avaliar o impacto desta proposta em comparação com a configuração atual, procedeu-se ao cálculo do consumo, medido em metros lineares, que esta nova abordagem iria exigir. A quantidade de vivos resultantes do recém-desenvolvido plano de corte foi dividida por 19, correspondendo à quantidade necessária para cada produto. A esta medida, foi ainda somado o desperdício gerado por produto, o qual foi obtido pela divisão do desperdício total pelos 19 *ottomans* que este irá englobar. Os resultados referentes ao *saving* gerado por esta melhoria está detalhadamente apresentado na Tabela 5.20.

Tabela 5.20: Consumo da Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os *Ottomans*

Consumo dos Planos de Corte Modelo 2			
Plano de Corte Exclusivo para Vivos do <i>Ottoman</i> [metros lineares]			
Produto	Atual	Nova Proposta	<i>Saving</i>
Sofá 1 Lugar	5,8	4,3	1,5
Sofá 2 Lugares	9,4	8,0	1,4
Sofá 3 Lugares	9,8	9,0	0,8
<i>Ottoman</i>	4,2	2,4	1,7

A Tabela 5.21 apresenta de forma clara a poupança que esta proposta proporcionaria à organização em comparação com seu consumo atual. Através da análise, análoga à anterior, dos valores fornecidos pelo Apêndice P, ao longo de um período de um ano, a empresa conseguiria poupar um total de 5934 metros lineares de tecido que representando um valor de 36 948 €.

Tabela 5.21: Poupança Associada à Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os *Ottomans*

Poupança Associada à Melhoria dos Planos Corte Plano de Corte Exclusivo para Vivos do <i>Ottoman</i>		
Categorização do Tecido	Consumo [metros lineares]	Monetário [€]
Modelo 2 - 3 Lugares	2043	12 728 €
Modelo 2 - 2 Lugares	2248	13 978 €
Modelo 2 - 1 Lugar	971	6 082 €
Modelo 2 - <i>Ottoman</i>	676	4 160 €
Total	5938	36 948 €

Essa proposta resulta numa significativa redução dos resíduos relacionados com o plano de corte dos *ottomans*, resultando numa diminuição de 1 metro quadrado por produto cortado. Os restantes produtos permanecem inalterados, uma vez que esta proposta abrange exclusivamente as modificações do plano de corte dos *ottomans*.

Tabela 5.22: Resíduos Associados à Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os *Ottomans*

Resíduos Associados aos Planos de Corte Plano de Corte Exclusivo para Vivos do Corte						
Produto	Plano de Corte	Coprimento [metros lineares]	Eficiência [%]	Consumo Total [m2]	Consumo Real [m2]	Resíduos [m2]
Sofá 1 Lugar	Atual	5,80	-	7,9	6,5	1,4
	Proposta	4,33	96%	5,9	5,7	0,3
Sofá 2 Lugares	Atual	9,40	86%	12,9	11,0	1,9
	Proposta	7,98	96%	10,9	10,5	0,5
Sofá 3 Lugares	Atual	9,80	93%	13,4	12,4	1,0
	Proposta	8,96	95%	12,3	11,7	0,6
<i>Ottoman</i>	Atual	4,20	-	5,8	3,9	1,9
	Proposta	2,43	-	3,3	2,6	0,7

Tendo como base a procura anual de *ottoman*, esta solução traduz-se numa poupança anual, em termos de resíduos de 227€ (Tabela 5.23).

Tabela 5.23: Poupança da Geração de Resíduos Associada à Proposta com um Plano de Corte Exclusivo para os *Ottomans*

Poupança da Geração de Resíduos Plano de Corte Exclusivo para Vivos do <i>Ottoman</i>					
Produto	Sofá 3 Lugares	Sofá 2 Lugares	Sofá 1 Lugar	<i>Ottoman</i>	TOTAL
Procura Anual [Und]	2504	1578	651	390	5123
Resíduos Atualmente Gerados [m2]	2481	2930	934	736	7081
Resíduos Gerados Proposta [m2]	1387	728	173	267	2554
Diferença [m2]	1095	2203	761	469	4527
Custo Tratamento Atual [€]	125	147	47	37	355
Custo Tratamento Proposta [€]	70	37	9	13	128
Diferença [€]	54,9 €	110,6 €	38,2 €	23,6 €	227 €

Desta forma, é possível concluir que esta terceira proposta de melhoria se destaca como uma solução elegante para otimizar o uso de materiais, minimizar o desperdício e impulsionar a eficiência econômica da organização.

5.4.4. Perfuração dos Moldes

Com o intuito de colmatar as atividades de valor não acrescentado referentes à marcação manual dos moldes, conforme mencionado anteriormente, foi realizada uma experiência voltada à implementação de perfurações ao longo do comprimento e da largura dos moldes que necessitavam desta marcação. Em sequência, procedeu-se à realização de um teste prático no setor de costura, que resultou na constatação de que esta solução não interfere no trabalho das costureiras nem compromete a qualidade das costuras executadas.

Entretanto, é crucial avaliar em que extensão esta proposta poderia influenciar e otimizar os tempos associados à execução desta tarefa, assim como definir o ponto em que se torna vantajoso adotar essa solução em relação à marcação manual. Importa destacar que, além do aspeto temporal, seria igualmente prudente realizar uma análise quantitativa das diferenças monetárias resultantes. Contudo, o *software* incorporado à máquina de corte somente fornece o consumo total diário de energia elétrica, limitando a capacidade de

segmentar e calcular os custos associados ao aumento do tempo de corte de um modelo específico. Esta comparação com os valores semanais de marcação manual apresentados na fase de “Medir” é inviabilizada por essa limitação.

No que concerne ao tempo despendido, podem ser extraídas diversas conclusões. A Tabela 5.24 apresenta o número total de perfurações necessárias para cada tamanho dos sofás do modelo 2 e do *ottoman*, acompanhado do acréscimo temporal que essa perfuração introduz no processo de corte nas três configurações possíveis: tecido médio (TM) e tecido alto (TA) e apenas uma folha de tecido. Adicionalmente, a tabela também expressa a quantidade de camadas de tecido a partir das quais torna-se vantajosa a realização desta operação. Essa determinação foi obtida pela divisão do tempo total de corte pelo tempo requerido para a marcação individual de uma folha de tecido.

A análise permite concluir que, na configuração TA, a aplicação desta solução é sempre vantajosa, dado que essa configuração é utilizada apenas em situações com mais de 30 camadas de tecido e, conforme evidenciado, para todos os tamanhos tanto do modelo 2 quanto do *ottoman*, os valores encontram-se abaixo de 30. No cenário do TM, esta estratégia é benéfica apenas a partir de 3 camadas de tecido. Já na configuração que envolve o corte de apenas uma folha de tecido, essa proposta não aprimora o tempo, embora por uma pequena margem.

Tabela 5.24: Tempos de Perfuração por Configuração de Tecido [s]

Tempos de Perfuração [s]					
Tamanho		1L	2L	3L	Ottoman
Nº Perfurações		15	39	51	14
Tempo Total [s]	TM	122	317	415	114
	TA	199	517	676	186
	1 Folha	98	254	332	91
Camadas Tecido	TM	3	3	3	3
	TA	6	5	5	6
	1 Folha	3	2	2	3

O mesmo procedimento foi adotado para as almofadas confeccionadas em TNT, e os resultados encontram-se visualmente apresentados na Tabela 5.25. Dado que o TNT é frequentemente cortado em grandes quantidades, é fácil perceber que esta estratégia é invariavelmente benéfica para a organização.

Tabela 5.25: Tempos de Perfuração das Almofadas em TNT por Modelo [s]

Tempos de Perfuração da Almofada em TNT [s]					
Modelo	Tamanho	1L / Costas (M6)	2L / Base (M6)	3L	Ottoman
Modelo 1	Nº Perfurações	6	12	18	-
	Tempo Total [s]	16	31	47	-
	> Camadas Tecido	1	2	2	-
Modelo 2	Nº Perfurações	10	20	20	-
	Tempo Total [s]	26	52	52	-
	> Camadas Tecido	2	4	3	-
Modelo 5	Nº Perfurações	20	16	16	-
	Tempo Total [s]	52	42	42	-
	> Camadas Tecido	5	3	2	-
Modelo 6	Nº Perfurações	10	10	-	-
	Tempo Total [s]	26	26	-	-
	> Camadas Tecido	1	1	-	-
Modelo 7	Nº Perfurações	8	16	16	6
	Tempo Total [s]	21	42	42	16
	> Camadas Tecido	2	3	2	1
Modelo 8	Nº Perfurações	4	8	-	-
	Tempo Total [s]	10	21	-	-
	> Camadas Tecido	1	1	-	-

Esta estratégia foi implementada pela organização a partir do final de maio e, até o presente momento, tem se mostrado eficaz de maneira impecável, sem qualquer ocorrência adversa. Isto engloba tanto a execução das tarefas desempenhadas pelas costureiras quanto a qualidade do produto final, ambas sem contratemplos.

5.4.5. Inspeção das peças no Setor de Corte de Tecido

Tornou-se patente a necessidade de realizar uma inspeção após a etapa de corte das peças, como evidenciado na análise anterior. Após a avaliação do processo de corte, constatou-se que o momento mais propício para a realização desse procedimento seria durante a fase de separação das peças. Durante este procedimento, os colaboradores devem realizar a separação das peças por cores e, subsequentemente, proceder à agregação de todas

as peças requeridas para constituir um produto completo. Esse conjunto de peças é, então, encaminhado para o setor de costura, conforme ilustrado na Figura 5.31.



Figura 5.31: Representação da Separação de Peças Pós-Corte

Nesta etapa, o procedimento inicial envolveu a conscientização dos colaboradores no setor de corte, utilizando o dashboard exibido na fase “Medir”, que demonstrava em termos monetários o prejuízo que a empresa estava a ter devidos a este tipo de defeitos. Adicionalmente, enfatizou-se que a estes custos são ainda somados os esforços de retrabalho, sobretudo quando os defeitos de tecidos se propagam para além do setor de corte. Além disso, foram apresentados de maneira clara os diversos tipos de defeitos que deveriam ser segregados, utilizando exemplos concretos, conforme ilustrado na Figura 5.32. Após o alerta a todos os colaboradores, a pessoa designada para a tarefa de separação e agrupamento das peças iniciou a realização desta inspeção de forma simultânea.



Figura 5.32: Representação das Categorias dos Defeitos de Fornecedor

5.4.6. Alteração da largura dos rolos de tecido

Com o objetivo de abordar a problemática relacionada ao excessivo desperdício, particularmente atribuído aos modelos 3 e 6 da organização, estabeleceu-se um estudo focalizado na determinação da largura mais propícia para os rolos de tecido. Esta iniciativa visa, de maneira abrangente, a redução geral do desperdício, incluindo os modelos em questão. Dado que a empresa procura estabelecer uma largura uniformizada para otimizar o processo de aquisição de tecido, dada a considerável diversidade dos tipos e cores de tecido, é imperativo que os rolos possuam largura padronizada. Esta padronização não apenas simplifica a organização dos rolos, mas também facilita o subsequente processo de reabastecimento periódico, ao tornar as encomendas mais eficientes e práticas.

Para a execução desta análise, foi utilizada a ferramenta *SuperNesting*, a qual a empresa integrou com o software *Cad4Fashion*. Este software engloba todos os moldes e planos de corte dos diferentes modelos. Deste modo, foi possível realizar um estudo, que envolveu perceber qual a quantidade de desperdícios que é gerada pelos planos de corte se a largura for alterada. Neste sentido, foi considerado um intervalo gradual de 10 centímetros até serem atingidos os 2 metros. Cabe salientar que esta limitação reflete a capacidade máxima da máquina de corte CNC, que possui esse alcance em termos da sua largura.

Os resultados desta análise estão documentados no Apêndice Q. Evidencia-se que há notáveis discrepâncias no que concerne ao desperdício gerado pelos diversos modelos nas diferentes larguras. Com base nisso, promoveu-se um estudo com foco na procura específica de cada modelo, visando discernir qual entre as variadas larguras se revela mais vantajosa para a organização. Para a consecução desse estudo, foi adotada a procura

correspondente a cada modelo, abrangendo um período de um ano, compreendendo as datas desde 4 de abril de 2022 até 31 de março de 2023. Nesse contexto, realizou-se a multiplicação entre a quantidade de desperdício e o número de produtos vendidos, com o objetivo de efetuar uma simulação que se aproxime o mais possível da realidade.

Através da representação gráfica apresentada na Tabela 5.26, torna-se evidente que a largura atual, adotada pela empresa, é responsável pelo maior desperdício observado. No que concerne à largura mais propícia para a empresa, fundamentada na análise da procura do último ano, destaca-se a dimensão de 1,9 metros. Esta escolha implicaria uma redução significativa de 19% no desperdício, quando comparada com a largura atual de 1,4 metros. Em termos práticos, esta otimização traduz-se numa poupança de 4026 metros quadrados anualmente.

Tabela 5.26: Representação dos Desperdícios Totais por Modelo e Largura de Rolo

Produto	Procura Anual 2022	Largura do Rolo de Tecido						
		1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
MOD1-1L	730	257	226	313	277	232	309	321
MOD1-2L	1042	1335	681	431	573	600	588	642
MOD1-3L	1483	1157	949	851	1016	861	1150	997
MOD1-OTT	677	749	347	274	392	505	538	178
MOD2-1L	654	177	355	636	916	1196	1444	1865
MOD2-2L	1591	705	591	852	673	551	597	706
MOD2-3L	2581	1552	1797	1702	1855	1282	1335	1203
MOD2-OTT	1253	874	596	480	706	933	1053	860
MOD3-CANTO	20	54	22	10	14	7	14	9
MOD3-ESQ-DRT	570	1040	322	683	419	206	181	284
MOD3-MEIOS	575	1004	791	360	507	348	456	382
MOD3-OTT	390	672	732	97	153	209	214	259
MOD4	383	254	251	262	260	240	277	234
MOD5-LS	261	186	162	221	166	172	162	173
MOD5-2L	3973	3245	3097	3372	3984	5406	3496	3813
MOD5-3L	1241	1112	1329	955	1169	1436	1101	1140
MOD5-OTT	655	216	282	361	440	518	596	675
MOD6-BASE	1250	1826	2215	1912	1311	1272	1425	1247
MOD6-BRAÇOS	464	628	714	817	131	188	244	301
MOD6-COSTA	552	746	865	1013	1161	1309	145	223
MOD7-1L	786	821	666	638	514	533	518	612
MOD7-2L	881	2223	1147	1478	843	802	794	822
MOD7-3L	24	78	58	58	54	25	29	28
MOD7-OTT	35	21	29	35	26	32	31	22
MOD8-1L	75	39	43	50	45	59	44	57
MOD8-2L	4	4	4	4	3	4	3	3
MOD8-2.5L	3	3	3	3	2	3	3	3
STORAGE 1	127	65	142	135	98	122	127	121
STORAGE 2	169	27	189	179	130	162	169	161
STORAGE 3	81	78	91	86	62	78	81	77
Total Desperdício [m2]	-	21149	18698	18269	17902	19291	17123	17417
Poupança [m2]	-	0	2450	2880	3247	1858	4026	3732
Poupança [%]	-	0%	12%	14%	15%	9%	19%	18%

A Figura 5.33 apresenta uma análise financeira que quantifica o impacto econômico desta alteração para a empresa num horizonte temporal de um ano. Com uma largura de 1,9 metros, a empresa teria a oportunidade de economizar aproximadamente 13 000 € anualmente, apenas devido à redução do desperdício nos planos de corte.



Figura 5.33: Impacto Econômico da Alteração da Largura dos Rolos de Tecido

5.4.7. Processo de Receção de Matéria-prima

A falta de um controlo adequado no processo de receção de matéria-prima representa uma questão crítica. Essa ausência de supervisão resulta na incapacidade de quantificar precisamente e identificar não conformidades nos rolos, que não atendem às especificações da empresa. Tais inconformidades manifestam-se tanto no peso do tecido, indicado nas etiquetas dos fornecedores, quanto na largura e comprimento dos rolos recebidos.

A raiz deste problema reside na ausência de um processo de controlo de receção de matéria-prima. Esta falha dificulta a identificação de rolos que não cumprem as especificações da empresa e, portanto, não se ajustam ao padrão desejado. No que diz respeito ao peso, a discrepância entre o que é indicado nas etiquetas do fornecedor e o peso real pode causar desafios, como o desvio de inventário. No que concerne à largura, quando os rolos são inferiores à especificada pela empresa, isso afeta diretamente a qualidade do corte de tecido, resultando, por vezes, em defeitos nas ourelas durante o processo de corte.

Uma solução recomendada é implementar uma inspeção abrangente no momento da receção da matéria-prima. Para uma avaliação quantitativa, sugere-se que o tecido seja imediatamente avaliado quanto ao seu peso, para determinar se corresponde à quantidade de metros lineares especificada pelo fornecedor. Além disso, é essencial identificar rolos com largura inferior a 1,4 metros para uso do mesmo ser apenas no corte manual, onde a precisão é maior e o tecido pode ser reaproveitado de forma mais eficaz sem comprometer a qualidade das ourelas, ou para ser possível alertar o fornecedor sobre estas questões com precisão.

Este processo de controlo permitirá não só evitar desperdícios de matéria-prima, mas também pressionar os fornecedores a cumprir as especificações acordadas. Isto possibilitará uma compreensão mais clara de como as discrepâncias no peso e na largura afetam os rolos de tecido, contribuindo para uma gestão mais eficiente da matéria-prima. Apesar de não ter sido possível concretizar esta proposta de melhoria no tempo útil da dissertação, foi possível promover uma conscientização acerca desta questão.

5.5. Controlar

Este capítulo descreve a última fase do ciclo DMAIC, na qual será efetuado o controlo das melhorias implementadas na fase “Melhorar”. Isto será alcançado por meio de monitorização contínua, facilitada pelo uso de um *dashboard* especializado. Este *dashboard* permitirá o acompanhamento em tempo real de KPI’s, proporcionando uma visão abrangente do desempenho do processo e garantindo que as melhorias sejam sustentadas ao longo do tempo.

5.5.1. Controlo do Desempenho da Máquina de Corte CNC

A monitorização da eficiência da máquina CNC de corte deve ser conduzida periodicamente, uma vez que permite avaliar o estado do seu desempenho. Após a implementação da reestruturação dos postos de trabalho, é crucial determinar se esta medida proporcionou um impacto positivo na eficiência da máquina. Nesse sentido, procedeu-se à atualização do *dashboard* apresentado na Figura 5.34, o qual possibilita a comparação dos valores atuais com os registados nos meses anteriores e proporciona uma visão global do desempenho do setor de corte.

Conforme evidenciado, não foi observada uma alteração substancial, e a variabilidade diária na produção e eficiência permanece alta. Isto torna desafiador prever com precisão a capacidade da máquina de corte. Na Figura 5.35, encontra-se uma visão mensal da produção, juntamente com a eficiência mensal. Logo após, apresenta-se uma representação da produção total, que inclui apenas o corte do tecido principal do sofá, sujeito a personalização pelo cliente. No entanto, é relevante observar que a máquina também efetua o corte de TNT e de pano preto utilizado para forrar o sofá. Portanto, torna-se fundamental monitorizar o corte destas duas matérias-primas, uma vez que estas podem influenciar os resultados da produção total. No contexto mensal, relativamente à eficiência a situação tem-

se mantido relativamente estável nos últimos 3 meses, com uma leve tendência de aumento. No entanto, ainda está distante do objetivo da empresa de atingir os 80%.

Isto sugere a existência de um problema no fluxo de trabalho, mesmo que todos os cortes sejam agora configurados prontamente, graças à dedicação exclusiva de um colaborador a essa tarefa. O observado foi que, em certos momentos, o colaborador precisava de aguardar que a quantidade de camadas do modelo seguinte fosse completamente estendida antes de poder prosseguir com a configuração. Isto resultava em períodos de espera na máquina de corte, afetando, conseqüentemente, a sua eficiência.

Assim, sugere-se a necessidade de realizar um estudo mais abrangente que permita reduzir estes tempos de espera. Este estudo deverá considerar os tempos de estendimento de cada modelo, o número de camadas de tecido a serem estendidas, os tempos de corte associados a cada modelo, assim como a simultaneidade entre o processo corte de um dado modelo e o tempo de estendimento do número de camadas necessário do modelo subsequente. O objetivo é determinar, com base nos modelos que serão cortados num determinado dia, qual a sequência de trabalho que minimizará os tempos de espera entre modelos e, por conseguinte, aumentará a eficiência do CNC. Infelizmente, não foi possível concretizar este estudo no horizonte temporal da presente dissertação, contudo este deverá ser o próximo passo a ser concretizado.

Performance da Máquina CNC de Corte (KPI'S)

Horizonte Temporal - Últimos Meses [Junho Julho Agosto]

ANGORA
MANUFACTURING

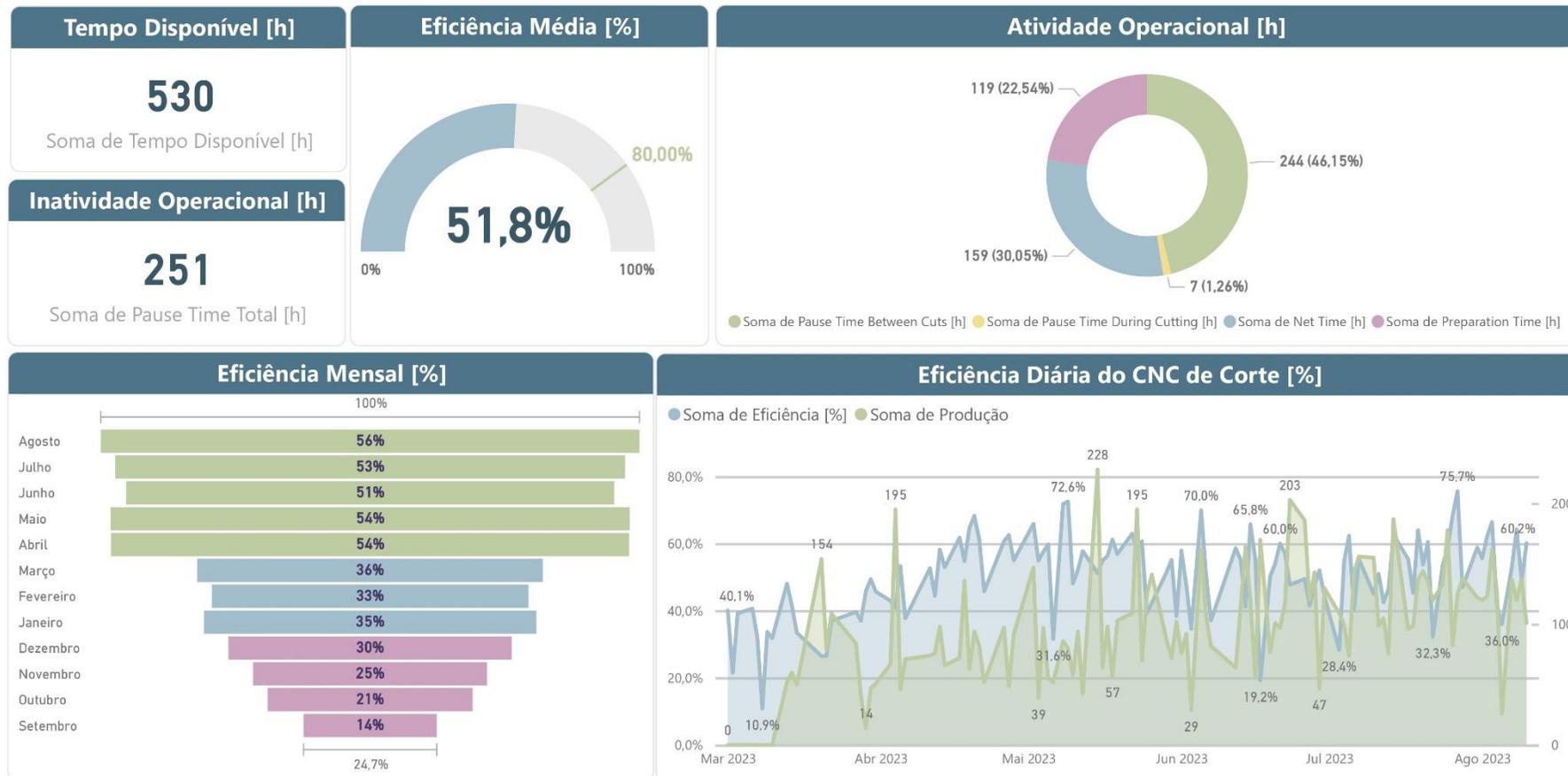


Figura 5.34: Dashboard Referente à Performance da Máquina de Corte CNC dos Meses de Junho, Julho e Agosto

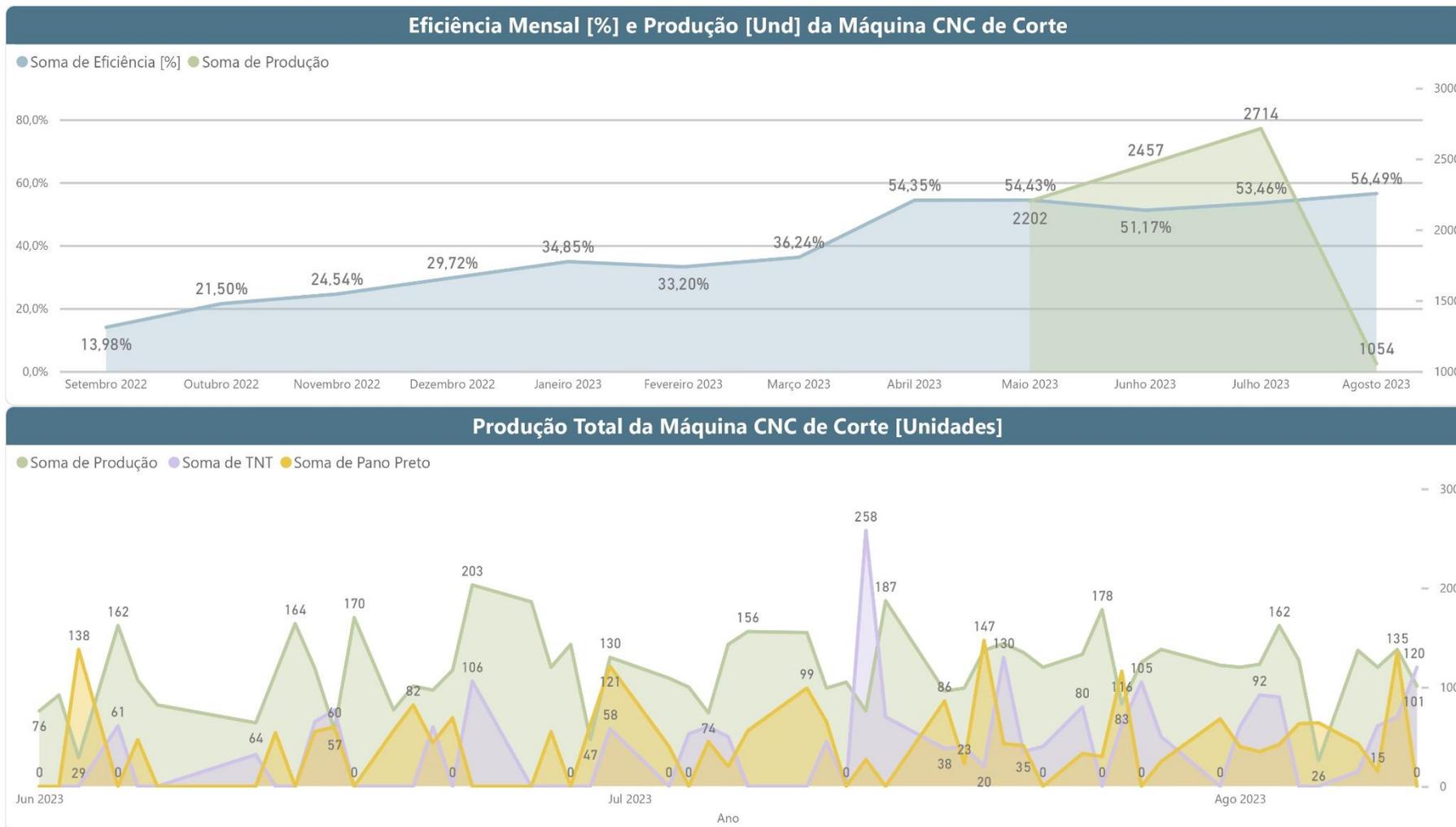


Figura 5.35: Dashboard com a Eficiência Mensal e a Produção Total

5.5.2. Desperdícios associados aos Defeitos de Fornecedor

É fundamental implementar um controlo efetivo do desperdício de matéria-prima para garantir uma monitorização periódica da quantidade de resíduos na empresa e, conseqüentemente, avaliar o seu impacto financeiro. A inspeção do tecido após o corte das peças foi iniciada no mês de julho. Como parte desse processo, no final do mesmo mês, procedeu-se à contagem e pesagem das peças defeituosas provenientes de fornecedores.

Este controlo tem como objetivo perceber se efetivamente a quantidade de peças com costura foram diminuídas e compreender o impacto dessa redução na organização, comprando-a com o período onde não era realizada qualquer inspeção.

Os resultados da avaliação realizada revelam que foram identificadas 14 unidades costuradas, o que representa aproximadamente 19% do total de unidades avaliadas. Estas 14 unidades correspondem a 27% do peso total dos defeitos provenientes dos fornecedores, totalizando 11 kg (Figura 5.36).

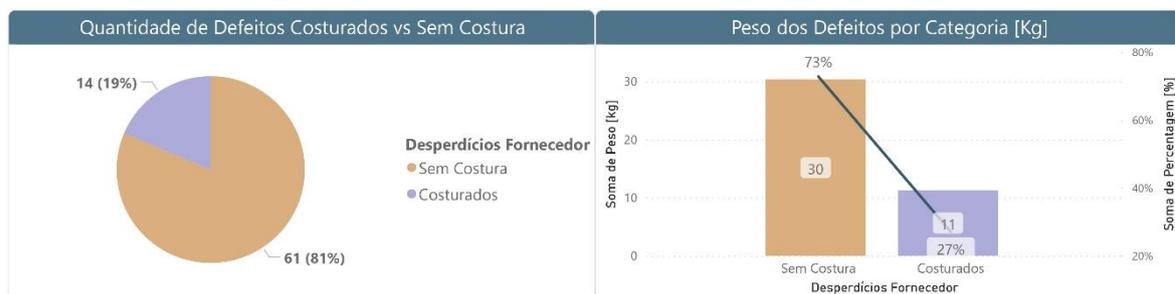


Figura 5.36: Quantidade e Peso dos Defeitos Costurados vs Sem Costura

De acordo com a análise do *dashboard* apresentado na Figura 5.37, ocorreu uma redução de 25 para 14 unidades defeituosas costuradas por mês, representando uma diminuição de 44%. Esta redução resultou numa poupança de 157 € mensais, abrangendo tanto o custo do tecido quanto o seu subsequente tratamento. Por outro lado, observa-se um aumento nos defeitos sem costura, o que pode ser interpretado como um indicativo de que parte dos defeitos que anteriormente eram costurados com defeitos agora estão a ser identificados antes da etapa de costura. No entanto, dado que o aumento é bastante considerável, isto sugere a possibilidade de que houve um aumento no número de defeitos provenientes do fornecedor. Esta situação realça a necessidade de avaliar a qualidade da matéria-prima fornecida e das medidas de controlo da qualidade associadas.

Controlo dos Defeitos de Fornecedor

Horizonte Temporal -> Julho

ANGORA
MANUFACTURING

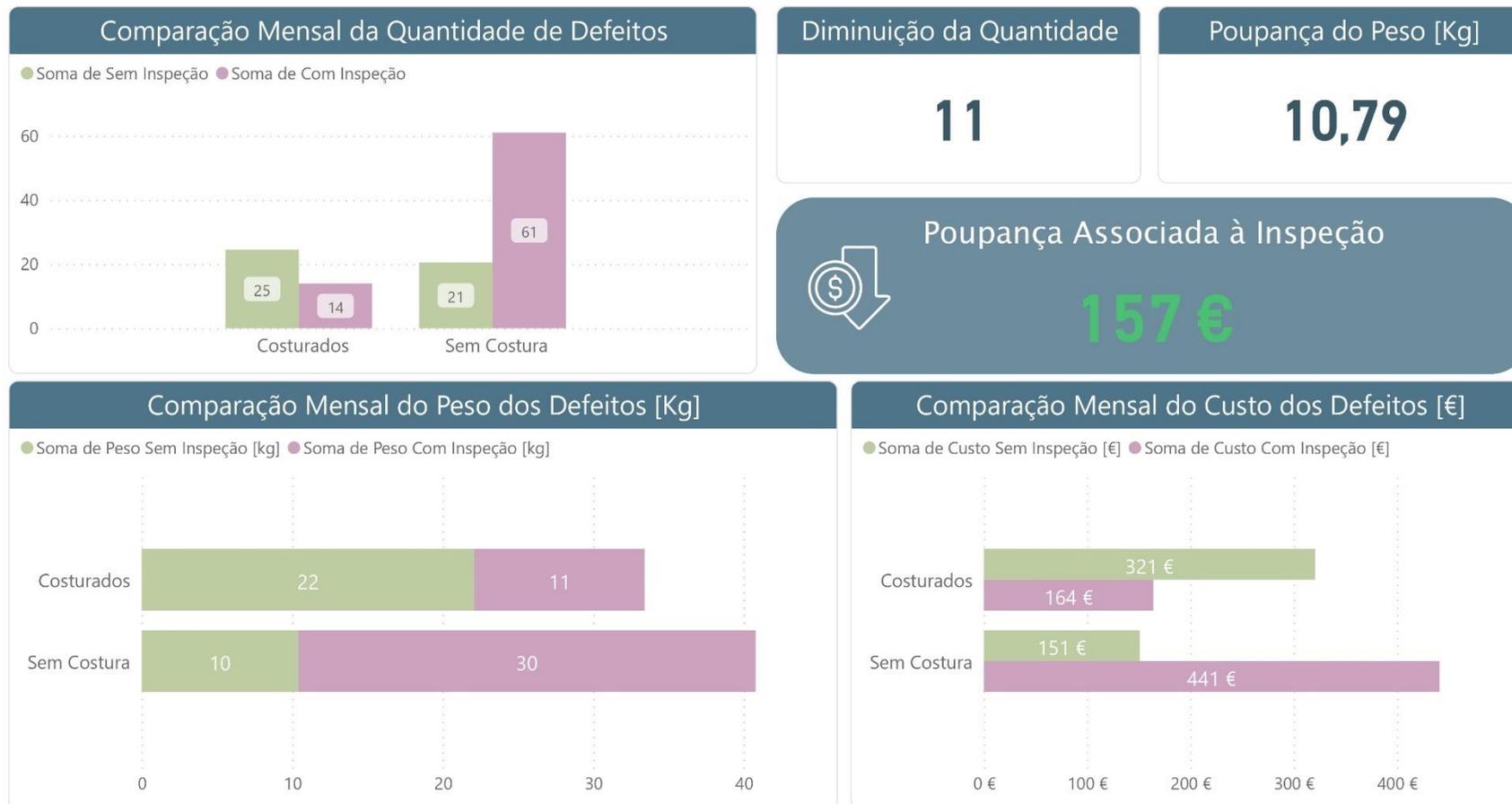


Figura 5.37: Dashboard para o Controlo dos Defeitos de Fornecedor

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões fundamentais deste estudo, emergindo da análise cuidadosa dos resultados obtidos durante o projeto. Além disso, serão retratadas as limitações encontradas, fornecendo um contexto crítico para a interpretação dos resultados. As conclusões deste trabalho representam o culminar de uma jornada de pesquisa dedicada à identificação e análise dos desperdícios que afetaram o setor de corte da empresa.

6.1. Resultados

Neste subcapítulo, as conclusões fundamentais deste projeto são apresentadas, derivando da análise cuidadosa dos resultados obtidos nas fases "Melhorar" e "Controlar" do ciclo DMAIC. A abordagem DMAIC, ao longo deste estudo, permitiu a clara estruturação do problema em questão e a sua análise de forma rigorosa e organizada.

Torna-se inegável que a implementação de diversas estratégias durante a fase "Melhorar" resultou em melhorias significativas, culminando na redução eficaz dos desperdícios no setor de corte. Através da aplicação do DOE, foi possível alcançar uma redução percentual de tempo de corte que variou, consoante os diferentes modelos, entre os 24% e os 46%. Esta redução percentual mensal totalizou os 34,9% relativamente ao tempo de corte atual, que equivale a 18,41 horas, quando considerada em relação à procura de um mês.

A estratégia de perfuração dos moldes foi eficaz na redução das atividades de valor não acrescentado, anteriormente realizadas por marcação manual, que passaram a ser executadas de maneira mais eficiente pela máquina de corte. Ambas as estratégias visaram o cumprimento do primeiro objetivo desta dissertação: a diminuição do sobreprocessamento no setor de corte.

No que concerne aos desperdícios de sobreprodução, a estratégia de dimensionamento e quantificação dos produtos destacou-se, especialmente com a implementação do plano de corte exclusivo para os componentes do "*ottoman*". Esta iniciativa resultou numa poupança anual de 36 948 €, alinhando a produção com a procura real, o que correspondeu ao terceiro objetivo deste projeto.

No âmbito dos desperdícios associados aos defeitos, o projeto priorizou uma estratégia de inspeção precoce no processo de produção para evitar a propagação de defeitos ao longo do processo produtivo, que resultava não só em retrabalho como num maior desperdício de tecido. Esta abordagem gerou uma poupança de aproximadamente 150 € mensais.

No entanto, quanto aos desperdícios de inventário, não foi possível implementar alterações significativas devido à complexidade do processo de troca de rolos de tecido que iria afetar todo o fluxo de trabalho e também seria algo que dependeria da disponibilidade dos próprios fornecedores. Não obstante, o estudo identificou a largura inadequada dos rolos como um fator crítico, sendo que a largura de 1,9 metros, poderia resultar numa poupança anual de cerca de 13 000 €.

Por último, no que diz respeito à redução das esperas, a reestruturação dos postos de trabalho, por si só, não proporcionou o aumento esperado na eficiência da máquina CNC. Esta questão sugere uma necessidade de estudo futuro mais aprofundado no que concerne ao fluxo de trabalho, nomeadamente à otimização da sequência de corte.

Estas conclusões representam o resultado de uma investigação meticulosa e refletem as melhorias substanciais alcançadas, bem como as oportunidades de melhoria que se revelaram ao longo deste projeto.

6.2. Limitações do Projeto

Durante a realização da presente dissertação, é relevante destacar a presença de algumas limitações. A empresa encontra-se em fase de crescimento, como supramencionado, e, como tal, passou por inúmeras mudanças que se intersetaram com o desenvolvimento do projeto. Isto resultou em desafios na capacidade de acompanhar todas as transformações no processo, incluindo a modificação no *layout* que afetou o funcionamento do setor de corte.

Este projeto de dissertação acompanhou ainda a transição do sistema híbrido de produção para a produção exclusiva de MTOs, parte integrante de uma mudança na estratégia organizacional da empresa. Esta transição, de certa forma, complicou a definição da trajetória a seguir neste projeto, uma vez que alterou completamente a forma como o setor de corte realizava os cortes dos modelos. Isto teve impacto direto no processo de produção e na organização das prioridades de corte, afetando, por conseguinte, o fluxo de trabalho.

Outra limitação identificada durante este projeto decorre da impossibilidade de alterar o algoritmo de *packing* associado à máquina de corte, devido ao facto de o software ser de carácter proprietário. A capacidade de modificar este algoritmo permitiria uma compreensão mais abrangente do seu funcionamento e a avaliação de possíveis melhorias. Isto possibilitaria determinar se o algoritmo poderia ser aprimorado e, como resultado, aumentar a eficiência dos planos de corte, o que, por sua vez, reduziria os desperdícios associados a esses planos.

7. TRABALHOS FUTUROS

Durante o desenvolvimento deste estudo, os esforços foram concentrados em avaliar a eficiência da máquina CNC. Esta escolha inicial foi motivada pela necessidade da empresa de obter uma visão inicial e geral sobre o tempo de inatividade da máquina CNC, visto que desde a aquisição deste equipamento, não tinha sido realizada qualquer análise e monitorização do seu desempenho. A eficiência, como métrica inicial, ofereceu uma avaliação fundamental do tempo de produção real em relação ao tempo disponível. Isto permitiu identificar com precisão os momentos de inatividade da máquina, incluindo pausas entre cortes, pausas durante cortes, bem como paragens planeadas e não planeadas.

No entanto, à medida que este estudo foi avançando, ficou claro que, para uma compreensão mais abrangente e detalhada do desempenho da máquina de corte, era essencial considerar métricas mais holísticas. Nesse momento, o OEE, extensivamente abordado na revisão da literatura, tornou-se pertinente.

O OEE é uma métrica que abrange três componentes essenciais: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Vai além da eficiência pura, pois considera todas as paragens, incluindo pausas durante o corte dos modelos, paragens planeadas e não planeadas, bem como a qualidade dos produtos fabricados. Como trabalho futuro, é fundamental considerar a implementação do cálculo do OEE. A Disponibilidade será um indicador valioso e será calculado através da divisão entre o tempo de produção, onde será subtraído o tempo das paragens não planeadas pelo tempo disponível.

No que se refere ao desempenho, tendo em consideração o contexto complexo em que a máquina CNC opera, onde a diversidade de produtos disponíveis para corte abrange uma ampla gama de características, incluindo múltiplas camadas de tecido cortadas simultaneamente, a abordagem tradicional de calcular o desempenho, que se baseia apenas na comparação entre a produção real e a produção teórica, revela-se complexa. A variedade de produtos potencialmente cortados torna desafiador estimar com precisão a capacidade da máquina. Diante desta complexidade, surgem duas estratégias viáveis para avaliar o desempenho da máquina:

1. Avaliação com base no Tempo de Corte Efetivo: nesta abordagem, o desempenho é avaliado através do tempo de corte real dedicado a cada modelo, levando em consideração todas as pausas que ocorrem durante o processo de corte, incluindo as esperas entre configurações. Essas

pausas, que podem representar uma parte significativa do tempo, são identificadas e analisadas para melhorar a eficiência da máquina.

2. Estimativa de Produção Teórica: outra estratégia envolve a estimativa da produção teórica com base nos dados históricos e nas características dos modelos. Isto inclui estabelecer um objetivo teórico de produção, considerando as diferentes configurações e tempos de corte. A diferença entre a produção teórica estimada e a produção real fornece uma medida do desempenho da máquina.

A viabilidade de ambas as estratégias devem ser cuidadosamente analisadas para determinar qual delas poderá proporcionar maiores benefícios à organização.

No entanto, a qualidade poderá ser calculada da maneira tradicional, (divisão das peças conformes pela produção total), sendo vital para garantir que os produtos fabricados atendem aos padrões de qualidade estabelecidos, assim como perceber qual a percentagem de tempo está a ser gasto na produção de peças defeituosas

Em resumo, a avaliação de eficiência da CNC começou com a necessidade de compreender o tempo inativo da máquina, proporcionando uma visão inicial, mas o OEE surge como uma métrica mais completa e detalhada. Ambas as abordagens são valiosas e complementares, que permitem identificar áreas de melhoria e otimização na operação do CNC.

Conforme evidenciado pelos resultados relacionados à eficiência da CNC de corte, torna-se claro que a eficiência ainda se encontra consideravelmente distante do objetivo inicial estabelecido pela empresa, que visa uma eficiência superior a 80%. Esta constatação sugere que a reestruturação dos postos de trabalho, por si só, não foi suficiente para atingir esse patamar. Mesmo com um colaborador designado para a máquina, observou-se que, por vezes, esse colaborador precisava de esperar que as camadas de tecido do modelo subsequente acabassem de ser estendidas. Isto sugere para a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a sequência diária de corte que otimizaria efetivamente a eficiência do processo. Este estudo poderia ser realizado mediante a aplicação de algoritmos de permutação, os quais permitiriam a otimização da sequência de corte. Seria imperativo considerar variáveis como o tempo necessário para estender os modelos dos diferentes produtos, o número de camadas a serem estendidas e o tempo de corte associado a cada modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, M. Z., Zakuan, N., & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, 234, 660–680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- Abu, F., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Zakuan, N., Sharif, S., & Streimikiene, D. (2021). Pathways of lean manufacturing in wood and furniture industries: a bibliometric and systematic review. Em *European Journal of Wood and Wood Products* (Vol. 79, Número 4, pp. 753–772). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00107-021-01713-2>
- Abu, F., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Zakuan, N., Streimikiene, D., & Kyriakopoulos, G. L. (2021). An sem approach for the barrier analysis in lean implementation in manufacturing industries. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su13041978>
- Abu, F., Saman, M. Z. M., Garza-Reyes, J. A., Gholami, H., & Zakuan, N. (2022). Challenges in the implementation of lean manufacturing in the wood and furniture industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(1), 103–123. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2021-0029>
- Baca, J., Sánchez, F., Castro, P., Marcelo, E., & Alvarez, J. C. (2021). Productivity improvement in companies of a wooden furniture cluster in Peru. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 69(10), 97–107. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I10P213>
- Díaz-Ruiz, G., & Trujillo-Gallego, M. (2022). A SIX SIGMA AND SYSTEM DYNAMIC INTEGRATION FOR PROCESS VARIABILITY REDUCTION IN INDUSTRIAL PROCESSES. *International Journal for Quality Research*, 16(4), 1149–1178. <https://doi.org/10.24874/IJQR16.04-13>
- Florescu, A., & Barabas, S. (2022). Development Trends of Production Systems through the Integration of Lean Management and Industry 4.0. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/app12104885>
- Garay, J. M. B., Rivera, F. G. S., Castro, P., Marcelo, E., & Alvarez, J. C. (2021). Proposal to improve productivity in companies of a wooden furniture cluster in Peru. *2021 7th Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería, CONIITI 2021 - Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/CONIITI53815.2021.9619754>
- Gazoli de Oliveira, A. L., & da Rocha Junior, W. R. (2019). Productivity improvement through the implementation of lean manufacturing in a medium-sized furniture industry: A case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(4), 172–188. <https://doi.org/10.7166/30-4-2112>
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Gomes, F. da S., Camargo, P. R., da Motta Reis, J. S., Diogo, G. M. M., Cardoso, R. P., de Barros, J. G. M., de Souza Sampaio, N. A., Barbosa, L. C. F. M., & Santos, G. (2022). The Main Benefits of Application of Six Sigma for Productive Excellence. *Quality Innovation Prosperity*, 26(3), 151–167. <https://doi.org/10.12776/qip.v26i3.1712>

- Guerrero, J. E., Leavengood, S., Gutiérrez-Pulido, H., Fuentes-Talavera, F. J., & Silva-Guzmán, J. A. (2017). Applying lean six sigma in the wood furniture industry: A case study in a small company. *Quality Management Journal*, 24(3), 6–19. <https://doi.org/10.1080/10686967.2017.11918515>
- Jamil, N., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2020). DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 33(1), 331–360. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1715236>
- Kowang, T. O., Peidi, L., Yew, L. K., Hee, O. C., Fei, G. C., & Kadir, B. (2022). Critical success factors for Lean Six Sigma in business school: A view from the lecturers. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(1), 280–289. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.21813>
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering And Management*, 15(1), 81–92. <https://doi.org/10.14743/APEM2020.1.351>
- Megawati, E., Wicaksono, P. A., & Nurkertamanda, D. (2020). Reducing defect in furniture industry using a lean six sigma approach. *AIP Conference Proceedings*, 2217. <https://doi.org/10.1063/5.0004282>
- Rahardjo, B., Wang, F. K., Yeh, R. H., & Chen, Y. P. (2023). Lean Manufacturing in Industry 4.0: A Smart and Sustainable Manufacturing System. *Machines*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/machines11010072>
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *RESEARCH METHODS FOR BUSINESS STUDENTS*. www.pearson.com/uk
- Simanova, L., & Gejdoš, P. (2021). Implementation of the six sigma methodology in increasing the capability of processes in the company of the furniture industry of the Slovak Republic. *Management Systems in Production Engineering*, 29(1), 54–58. <https://doi.org/10.2478/mspe-2021-0007>
- Simanová, & Sujová, A. (2022). THE IMPACT OF CONTINUOUS IMPROVEMENT CONCEPTS ON THE PERFORMANCE OF FURNITURE PRODUCTION PROCESSES. *Central European Business Review*, 11(1), 111–137. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.298>
- Suhardi, B., Anisa, N., & Laksono, P. W. (2019). Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry. *Cogent Engineering*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1567019>
- Tampubolon, S., & Purba, H. H. (2021a). Lean six sigma implementation, a systematic literature review. Em *International Journal of Production Management and Engineering* (Vol. 9, Número 2, pp. 125–139). Universidad Politecnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/IJPME.2021.14561>
- Tampubolon, S., & Purba, H. H. (2021b). Lean six sigma implementation, a systematic literature review. Em *International Journal of Production Management and Engineering* (Vol. 9, Número 2, pp. 125–139). Universidad Politecnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/IJPME.2021.14561>
- Tanasic, Z., Janjic, G., Sokovic, M., & Kusar, J. (2022). IMPLEMENTATION OF THE LEAN CONCEPT AND SIMULATIONS IN SMES – A CASE STUDY. *International Journal of Simulation Modelling*, 21(1), 77–88. <https://doi.org/10.2507/IJSIMM21-1-589>
- Tarigan, U., Tarigan, U. P. P., & Sukirman, V. (2019). Integration of Lean Manufacturing and Group Technology Layout to increase production speed in the Manufacture of

- Furniture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012058>
- Urbina, D. A. R., Gutierrez, I. V., Tejada, J. C., & Huamani, M. S. (2022). Reduction of non-conforming products through a quality management model using Lean Manufacturing tools in the wood furniture industry. *2022 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias en Ingenieria, CONIITI 2022 - Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.1109/CONIITI57704.2022.9953673>

ANEXO A

HARP Statements		Strongly Agree	Agree	Slightly Agree	Slightly Disagree	Disagree	Strongly Disagree
Please indicate your agreement or disagreement with the statements below. There are no wrong answers.							
Your views on the nature of reality (ontology)							
1	Organisations are real, just like physical objects.	X					
2	Events in organisations are caused by deeper, underlying mechanisms.				X		
3	The social world we inhabit is a world of multiple meanings, interpretations and realities.						X
4	'Organisation' is not a solid and static thing but a flux of collective processes and practices.						X
5	'Real' aspects of organisations are those that impact on organisational practices.				X		
Your views on knowledge and what constitutes acceptable knowledge (epistemology)							
6	Organisational research should provide scientific, objective, accurate and valid explanations of how the organisational world really works.				X		
7	Theories and concepts never offer completely certain knowledge, but researchers can use rational thought to decide which theories and concepts are better than others.					X	
8	Concepts and theories are too simplistic to capture the full richness of the world.					X	
9	What generally counts as 'real', 'true' and 'valid' is determined by politically dominant points of view.				X		
10	Acceptable knowledge is that which enables things to be done successfully				X		
Your views on the role of values in research (axiology)							
11	Researchers' values and beliefs must be excluded from the research			X			
12	Researchers must try to be as objective and realistic as they can.					X	
13	Researchers' values and beliefs are key to their interpretations of the social world.				X		
14	Researchers should openly and critically discuss their own values and beliefs.					X	
15	Research shapes and is shaped by what the researcher believes and doubts.		X				
Your views on the purpose of research							
16	The purpose of research is to discover facts and regularities, and predict future events.					X	
17	The purpose of organisational research is to offer an explanation of how and why organisations and societies are structured.				X		
18	The purpose of research is to create new understandings that allow people to see the world in new ways.				X		
19	The purpose of research is to examine and question the power relations that sustain conventional thinking and practices.				X		
20	The purpose of research is to solve problems and improve future practice.					X	
Your views on what constitutes meaningful data							
21	Things that cannot be measured have no meaning for the purposes of research.			X			
22	Organisational theories and findings should be evaluated in terms of their explanatory power of the causes of organisational behaviour.						X
23	To be meaningful, research must include participants' own interpretations of their experiences, as well as researchers' interpretations.						X
24	Absences and silences in the world around us are at least as important as what is prominent and obvious.						X
25	Meaning emerges out of our practical, experimental and critical engagement with the world.						X
Your views on the nature of structure and agency							
26	Human behaviour is determined by natural forces.				X		
27	People's choices and actions are always limited by the social norms, rules and traditions in which they are located.		X				
28	Individuals' meaning-making is always specific to their experiences, culture and history.					X	
29	Structure, order and form are human constructions.				X		
30	People can use routines and customs creatively to instigate innovation and change.						X

Positivism: Questions 1,6,11,16,21,26

Question	1 (ontology)	6 (epistemology)	11 (axiology)	16 (purpose)	21 (data)	26 (structure/agency)	Total
Answer score	-3	1	-1	2	-1	1	-1

Postmodernism: Questions 4, 9, 14, 19, 24,29

Question	4 (ontology)	9 (epistemology)	14 (axiology)	19 (purpose)	24 (data)	29 (structure/agency)	Total
Answer score	3	1	2	1	2	1	10

Critical Realism: Questions 2, 7, 12, 17, 22, 27

Question	2 (ontology)	7 (epistemology)	12 (axiology)	17 (purpose)	22 (data)	27 (structure/agency)	Total
Answer score	1	2	2	1	2	-2	6

Pragmatism: Questions 5, 10, 15, 20, 25, 30

Question	5 (ontology)	10 (epistemology)	15 (axiology)	20 (purpose)	25 (data)	30 (structure/agency)	Total
Answer score	1	1	2	2	2	2	10

Interpretivism: Questions 3, 8, 13, 18, 23, 28

Question	3 (ontology)	8 (epistemology)	13 (axiology)	18 (purpose)	23 (data)	28 (structure/agency)	Total
Answer score	3	2	1	1	2	2	11

Each answer you gave is given a number of point as shown in the table:	Strongly Agree	Agree	Slightly Agree	Slightly Disagree	Disagree	Strongly Disagree
	3	2	1	-1	-2	-3

ANEXO C

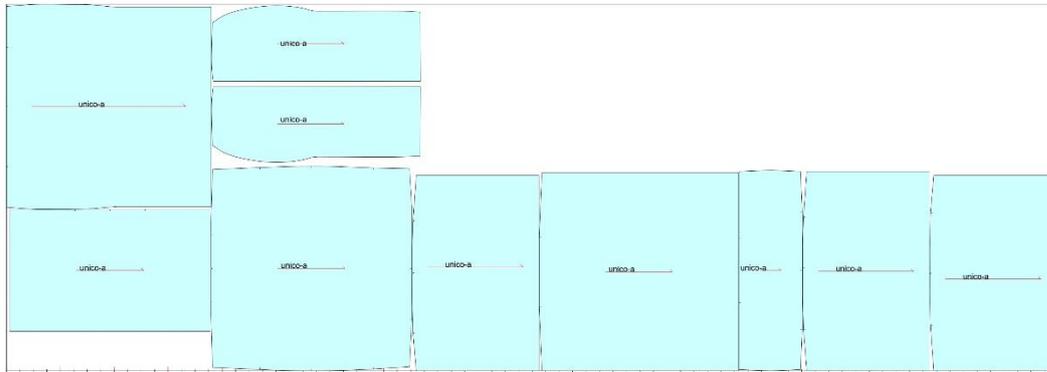
Riscada M03_MEIOS (11/jul/2023 8:58)

Informações riscada :

Caminho : DAT1_CAD\MODELO 03\M03 MODULOS\
Modelo : M03 MODULOS
Descrição :

Info composição :
DAT1_CAD\M03 MODULOS: Meios - TECIDO MEIOS - UNICO:1

Código :	Área tot : 3.62707 mt ²
Artigo :	Perímetro tot : 24.518 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt ²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 21/jun/2023 15:18	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 21/jun/2023 15:22	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 3.894 mt	Nr. moldes riscados : 10
Eficiência : 67.69%	Nr. total moldes : 10
Consumo por tamanho : 3.894 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 3.894 mt



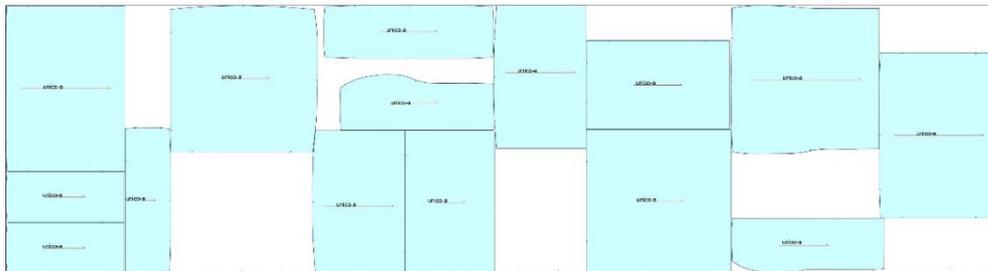
Riscada M03_ESQ_DIR (11/jul/2023 8:58)

Informações riscada :

Caminho : DAT1_CAD\MODELO 03\M03 MODULOS\
Modelo : M03 MODULOS
Descrição :

Info composição :
DAT1_CAD\M03 MODULOS: Esq - TECIDO ESQ - UNICO:1

Código :	Área tot : 5.11574 mt ²
Artigo :	Perímetro tot : 35.812 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt ²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 21/jun/2023 15:20	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 21/jun/2023 15:23	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 5.037 mt	Nr. moldes riscados : 15
Eficiência : 74.13%	Nr. total moldes : 15
Consumo por tamanho : 5.037 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 5.037 mt



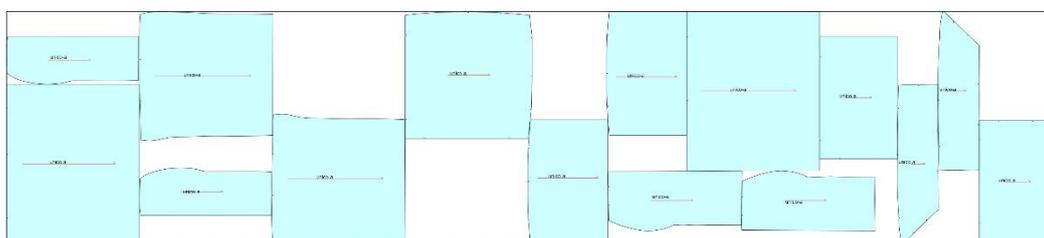
Riscada M03_CANTO (11/jul/2023 8:57)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 03\M03 MODULOS\
 Modelo : M03 MODULOS
 Descrição :

Info composicao :
 DATI_CAD\M03 MODULOS\Cantos - TECIDO CANTO - UNICO:1

Código :	Área tot : 5.82130 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 38.414 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr.
Data criação : 21/jun/2023 15:24	Peso líquido do corte : 0.0 gr.
Data de última modificação : 21/jun/2023 15:26	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr.
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr.
Comprimento : 6.165 mt	Nr. moldes riscados : 15
Eficiência : 68.91%	Nr. total moldes : 15
Consumo por tamanho : 6.165 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 6.165 mt



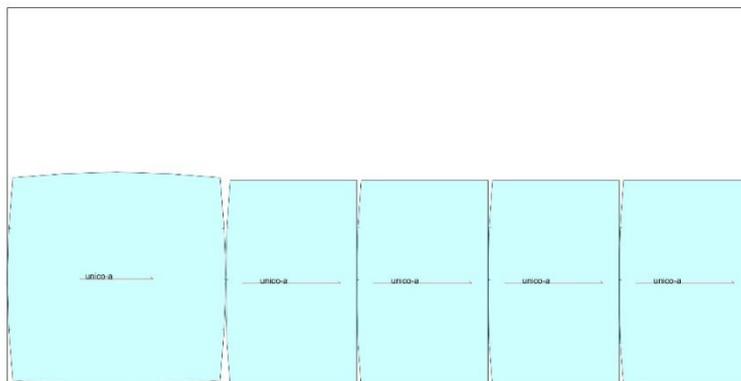
Riscada M03_PUFF (11/jul/2023 8:58)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 03\M03 MODULOS\
 Modelo : M03 MODULOS
 Descrição :

Info composicao :
 DATI_CAD\M03 MODULOS\Puff - TECIDO PUFF - UNICO:1

Código :	Área tot : 1.97074 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 12.568 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr.
Data criação : 21/jun/2023 15:22	Peso líquido do corte : 0.0 gr.
Data de última modificação : 21/jun/2023 15:23	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr.
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr.
Comprimento : 2.669 mt	Nr. moldes riscados : 5
Eficiência : 53.88%	Nr. total moldes : 5
Consumo por tamanho : 2.669 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 2.669 mt



ANEXO D

Riscada M06 BRAÇO (17/jul/2023 12:24)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 06\MODELO 06\
 Modelo : MODELO 06

Descrição :

Info composição :

DATI_CAD\ MODELO 06 - TECIDO - UNICO:1

Código :

Artigo :

Idsx : 100.0%

Idsy : 100.0%

Data criação : 30/set/2022 11:31

Data de última modificação : 17/jul/2023 9:31

Altura tecido : 1400.0 mm

Comprimento : 2.200 mt

Eficiência : 56.03%

Consumo por tamanho : 2.200 mt

Área tot : 1.72598 m²

Perímetro tot : 7.556 mt

Peso específico : 0.0 gr/ m²

Peso bruto do corte : 0.0 gr.

Peso líquido do corte : 0.0 gr.

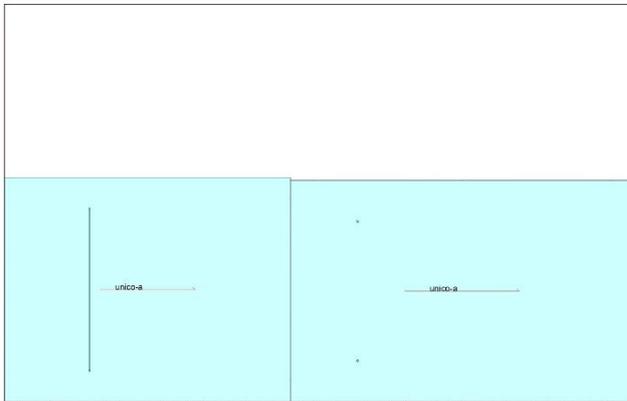
Peso líquido do tamanho : 0.0 gr.

Nr. moldes riscados : 2

Nr. total moldes : 29

Nr. toalhas : 1

Consumo total de toalhas : 2.200 mt



Riscada M06 COSTAS (17/jul/2023 12:24)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 06\MODELO 06\

Modelo : MODELO 06

Descrição :

Info composição :

DATI_CAD\ MODELO 06 - TECIDO - UNICO:1

Código :

Artigo :

Idsx : 100.0%

Idsy : 100.0%

Data criação : 30/set/2022 11:31

Data de última modificação : 17/jul/2023 10:36

Altura tecido : 1400.0 mm

Comprimento : 2.650 mt

Eficiência : 63.69%

Consumo por tamanho : 2.650 mt

Área tot : 2.35924 m²

Perímetro tot : 8.864 mt

Peso específico : 0.0 gr/ m²

Peso bruto do corte : 0.0 gr.

Peso líquido do corte : 0.0 gr.

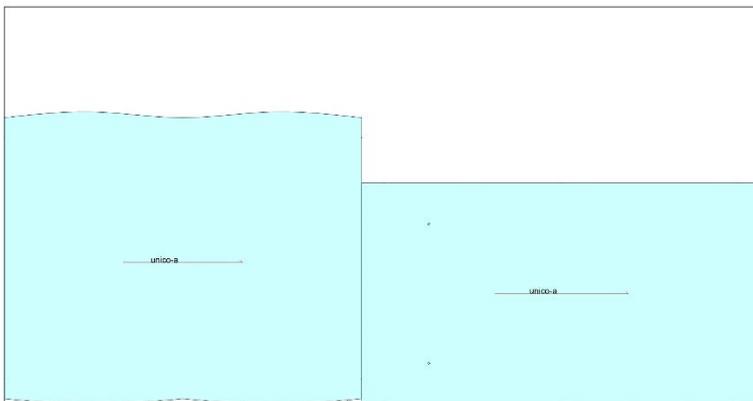
Peso líquido do tamanho : 0.0 gr.

Nr. moldes riscados : 2

Nr. total moldes : 29

Nr. toalhas : 1

Consumo total de toalhas : 2.650 mt



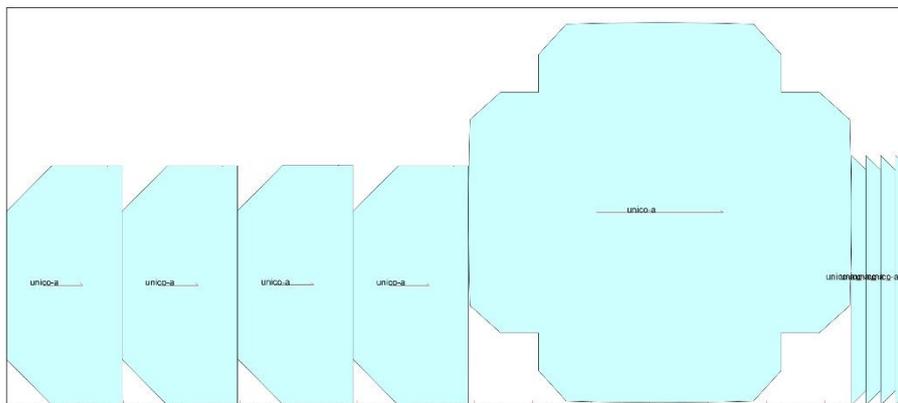
Riscada Model06 base (17/jul/2023 12:24)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 06\MODELO 06\
Modelo : MODELO 06
Descrição :

Info composição :
DATI_CAD\MODELO 06: MODELO 06 - TECIDO - UNICO:1

Código :	Área tot : 2.80507 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 20.831 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/ mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 19/mai/2023 8:19	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 17/jul/2023 10:56	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 3.090 mt	Nr. moldes riscados : 9
Eficiência : 66.24%	Nr. total moldes : 30
Consumo por tamanho : 3.090 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 3.090 mt



ANEXO E

Riscada M02 1LUG (2/ago/2023 16:36)

Informações riscada :

Caminho : DATL_CAD\MODELO 02\M02 MAPLE\M02 1LUG\
Modelo : M02 1LUG

Descrição :

Info composição :

DATL_CAD\M02 1LUG: SOFA 2.DXF - TECIDO - UNICO:1

Código :

Artigo :

Idsx : 100.0%

Idsy : 100.0%

Data criação : 12/jan/2023 15:09

Data de última modificação : 12/jul/2023 14:10

Altura tecido : 1370.0 mm

Comprimento : 3.935 mt

Eficiência : 94.08%

Consumo por tamanho : 3.935 mt

Área tot : 5.07306 m²

Perímetro tot : 50.366 mt

Peso específico : 0.0 gr/m²

Peso bruto do corte : 0.0 gr

Peso líquido do corte : 0.0 gr

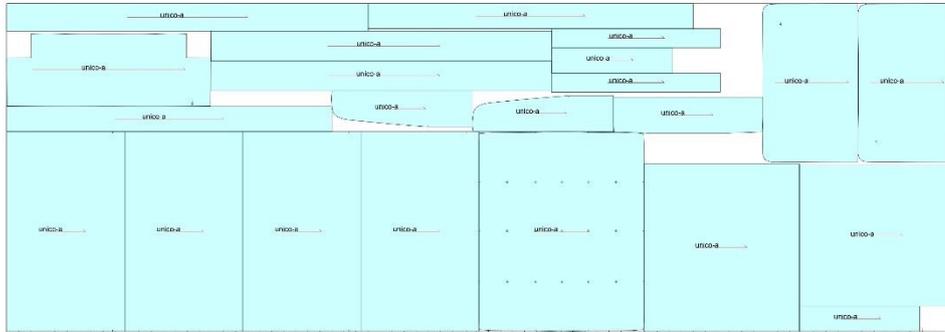
Peso bruto do tamanho : 0.0 gr

Peso líquido do tamanho : 0.0 gr

Nr. moldes riscados : 22

Nr. toalhas : 1

Consumo total de toalhas : 3.935 mt



Riscada M02 2L COMPLETO ANTIGO REAL (2/ago/2023 16:12)

Informações riscada :

Caminho : DATL_CAD\MODELO 02\LUGARES\M02 2LUG\
Modelo : M02 2LUG

Descrição :

Info composição :

DATL_CAD\M02 2LUG: 2 SEATER_CAD.DXF - TECIDO - A:1

Código :

Artigo :

Idsx : 100.0%

Idsy : 100.0%

Data criação : 23/mar/2023 10:33

Data de última modificação : 5/jun/2023 10:50

Altura tecido : 1370.0 mm

Comprimento : 9.402 mt

Eficiência : 85.58%

Consumo por tamanho : 9.402 mt

Área tot : 11.02437 m²

Perímetro tot : 92.236 mt

Peso específico : 0.0 gr/m²

Peso bruto do corte : 0.0 gr

Peso líquido do corte : 0.0 gr

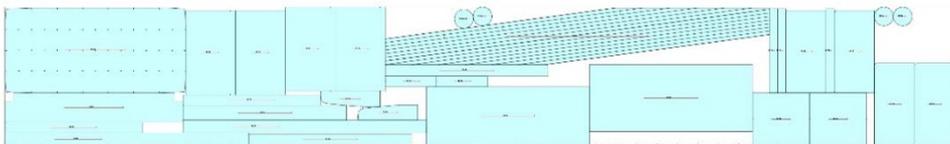
Peso bruto do tamanho : 0.0 gr

Peso líquido do tamanho : 0.0 gr

Nr. moldes riscados : 34

Nr. toalhas : 1

Consumo total de toalhas : 9.402 mt



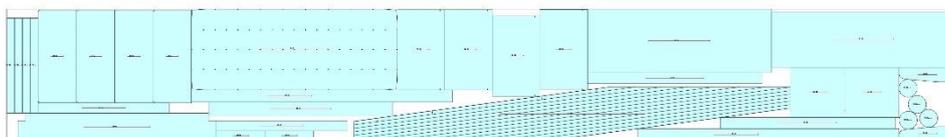
Riscada M02 3L COMPLETO NOVO (2/ago/2023 13:30)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 023 LUGARES\M02 3LUG
 Modelo : M02 3LUG
 Descrição :

Info composição :
 DATI_CAD\M02 3LUG: 3 SEATER_CAD.DXF - TECIDO - A-1

Código :	Área tot : 12.40812 m²
Artigo :	Perímetro tot : 100.994 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/m²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 22/mar/2023 17:31	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 13/jun/2023 14:43	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 9.778 mt	Nr. moldes riscados : 34
Eficiência : 92.62%	Nr. total moldes : 34
Consumo por tamanho : 9.778 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 9.778 mt



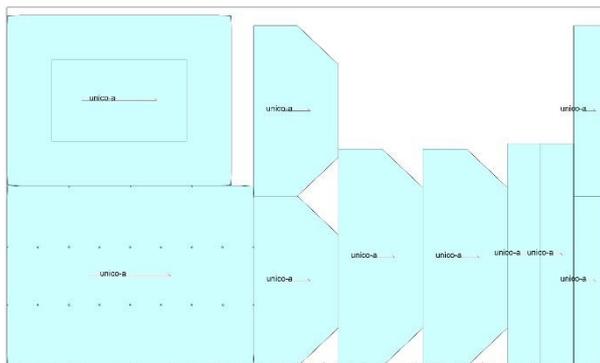
Riscada MOD02 SEM VIVO (2/ago/2023 16:52)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\OTTOMANS\PUFFS
 Modelo : PUFFS
 Descrição :

Info composição :
 DATI_CAD\PUFFS: OTTOMAN M02 - TECIDO - UNICO:1

Código :	Área tot : 2.42734 m²
Artigo :	Perímetro tot : 21.057 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/m²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 28/jun/2023 9:22	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 2/ago/2023 16:51	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 2.270 mt	Nr. moldes riscados : 10
Eficiência : 78.04%	Nr. total moldes : 20
Consumo por tamanho : 2.270 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 2.270 mt



ANEXO F

Riscada MOD2 1L EXP VIVO D (2/ago/2023 16:35)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 02\M02 MAPLE\M02 1LUG\

Modelo : M02 1LUG

Descrição :

Info composição :

DATI_CAD\M02 1LUG: SOFA 2.DXF - TECIDO - UNICO:1

Código :

Artigo :

Idsx : 100.0%

Idsey : 100.0%

Data criação : 2/ago/2023 16:25

Data de última modificação : 2/ago/2023 16:32

Altura tecido : 1370.0 mm

Comprimento : 4.652 mt

Eficiencia : 86.97%

Consumo por tamanho : 4.652 mt

Área tot : 5.67117 m²

Perimetro tot : 85.104 mt

Peso específico : 0.0 gr/m²

Peso bruto do corte : 0.0 gr

Peso líquido do corte : 0.0 gr

Peso bruto do tamanho : 0.0 gr

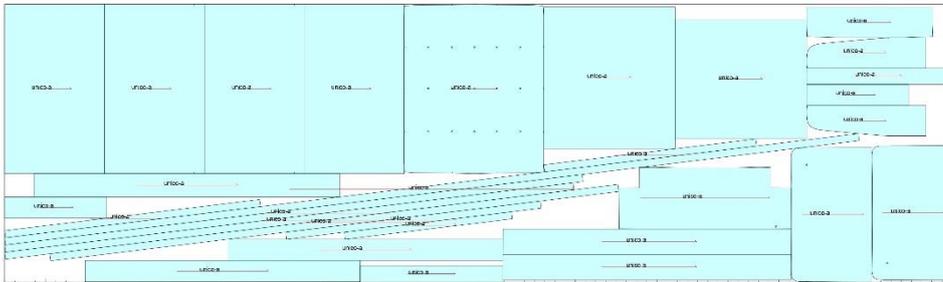
Peso líquido do tamanho : 0.0 gr

Nr. molões riscados : 30

Nr. total molões : 38

Nr. toalhas : 1

Consumo total de toalhas : 4.652 mt



Riscada MOD2 2L EXP5 D (2/ago/2023 16:12)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 02\LUGARES\M02 2LUG\

Modelo : M02 2LUG

Descrição :

Info composição :

DATI_CAD\M02 2LUG: 2 SEATER_CAD.DXF - TECIDO - A:1

Código :

Artigo :

Idsx : 100.0%

Idsey : 100.0%

Data criação : 2/ago/2023 14:00

Data de última modificação : 2/ago/2023 14:07

Altura tecido : 1370.0 mm

Comprimento : 8.336 mt

Eficiencia : 91.65%

Consumo por tamanho : 8.336 mt

Área tot : 10.46831 m²

Perimetro tot : 135.509 mt

Peso específico : 0.0 gr/m²

Peso bruto do corte : 0.0 gr

Peso líquido do corte : 0.0 gr

Peso bruto do tamanho : 0.0 gr

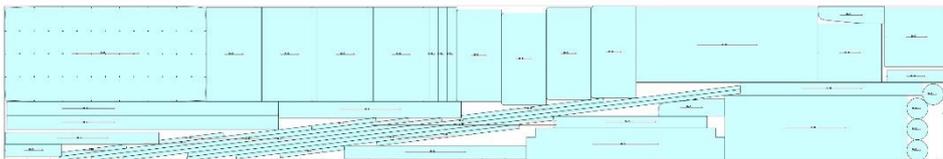
Peso líquido do tamanho : 0.0 gr

Nr. molões riscados : 45

Nr. total molões : 59

Nr. toalhas : 1

Consumo total de toalhas : 8.336 mt



Riscada MOD2 3L EXP 5 D (2/ago/2023 13:30)

Informações riscada :

Caminho : DATL_CAD\MODELO 023 LUGARES\M02 3LUGI
 Modelo : M02 3LUG
 Descrição : Vivos na Diagonal e Dimensionados

Info composição :
 DATL_CAD\M02 3LUG: 3 SEATER_CAD.DXF - TECIDO - A.1

Código :	Área tot : 11.72530 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 144.096 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 2/ago/2023 11:49	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 2/ago/2023 13:19	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 9.291 mt	Nr. moldes riscados : 45
Eficiência : 92.11%	Nr. total moldes : 58
Consumo por tamanho : 9.291 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 9.291 mt



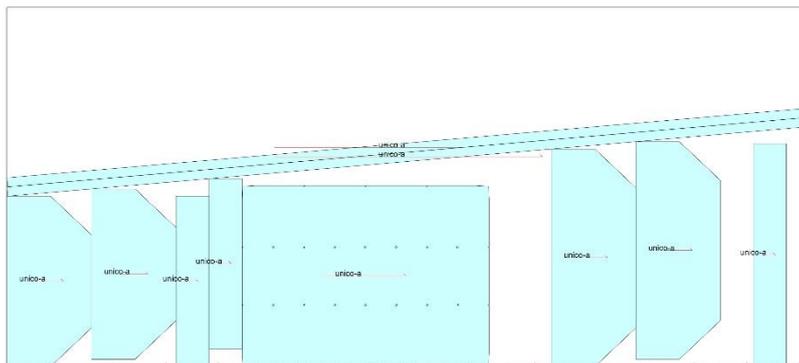
Riscada M02 OTT + VIVO D (2/ago/2023 16:52)

Informações riscada :

Caminho : DATL_CAD\OTTOMANS\PUFFS
 Modelo : PUFFS
 Descrição :

Info composição :
 DATL_CAD\PUFFS: OTTOMAN M02 - TECIDO - UNICO:1

Código :	Área tot : 1.98259 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 28.466 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 30/mar/2023 10:55	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 2/ago/2023 16:51	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 3.041 mt	Nr. moldes riscados : 10
Eficiência : 47.58%	Nr. total moldes : 18
Consumo por tamanho : 3.041 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 3.041 mt



ANEXO G

Riscada MOD2 EXP VIVO H (2/ago/2023 16:36)

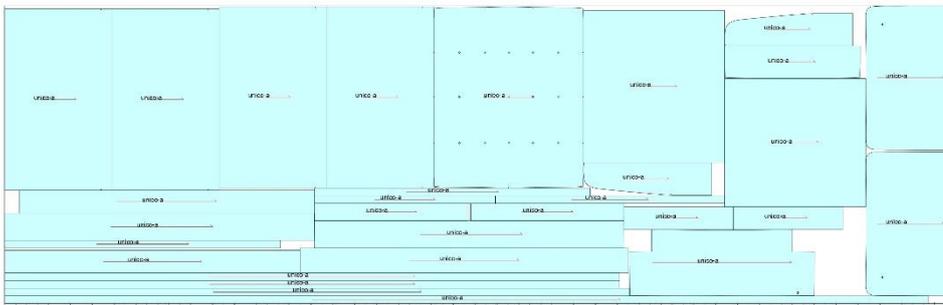
Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD/MODELO 02M02 MAPLE/M02 1LUG;
Modelo : M02 1LUG

Descrição :

Info composição :
DATI_CAD/M02 1LUG: SOFA 2.DXF - TECIDO - UNICO:1

Código :	Área tot : 5.67121 m ²
Artigo :	Perímetro tot : 85.106 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/m ²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr.
Data criação : 21/jun/2023 8:58	Peso líquido do corte : 0.0 gr.
Data de última modificação : 2/ago/2023 16:35	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr.
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr.
Comprimento : 4.333 mt	Nr. moldes riscados : 30
Eficiência : 95.53%	Nr. total moldes : 30
Consumo por tamanho : 4.333 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 4.333 mt



Riscada MOD2 2L EXP5 H (2/ago/2023 16:12)

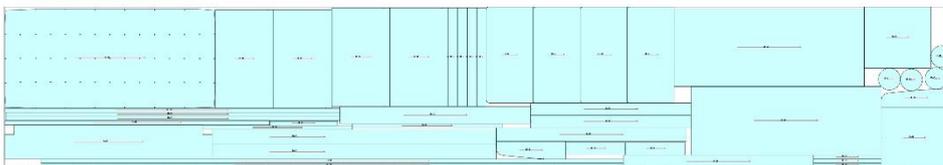
Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD/MODELO 022 LUGARES/M02 2LUG;
Modelo : M02 2LUG

Descrição :

Info composição :
DATI_CAD/M02 2LUG: 2 SEATER_CAD.DXF - TECIDO - A:1

Código :	Área tot : 10.46831 m ²
Artigo :	Perímetro tot : 135.508 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/m ²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr.
Data criação : 27/jul/2023 10:38	Peso líquido do corte : 0.0 gr.
Data de última modificação : 27/jul/2023 10:42	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr.
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr.
Comprimento : 7.977 mt	Nr. moldes riscados : 45
Eficiência : 95.78%	Nr. total moldes : 47
Consumo por tamanho : 7.977 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 7.977 mt



Riscada MOD2 3L EXP5 H (2/ago/2023 13:30)

Informações riscada :

Caminho : DATI_CAD\MODELO 023 LUGARES\M02 3LUG
 Modelo : M02 3LUG
 Descrição :

Info composição :
 DATI_CAD\M02 3LUG: 3 SEATER_CAD.DXF - TECIDO - A.1

Código :	Área tot : 11.72530 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 148.096 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 2/ago/2023 13:21	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 2/ago/2023 13:28	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1370.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 8.962 mt	Nr. moldes riscados : 45
Eficiência : 95.49%	Nr. total moldes : 58
Consumo por tamanho : 8.962 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 8.962 mt



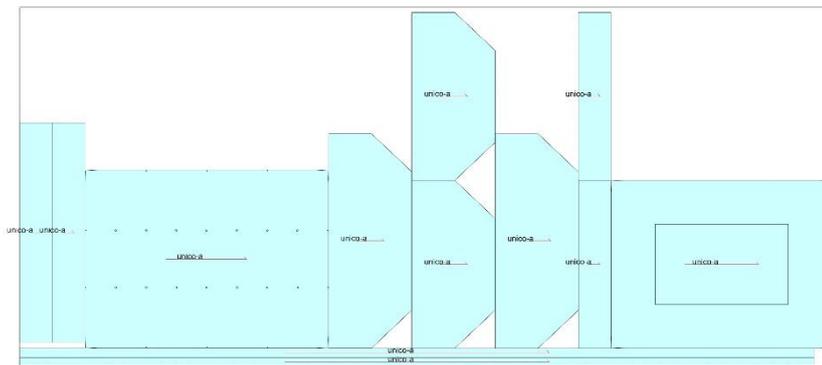
Riscada MOD02 OTT + VIVO HORIZONTAL (2/ago/2023 16:52)

Informações riscada :

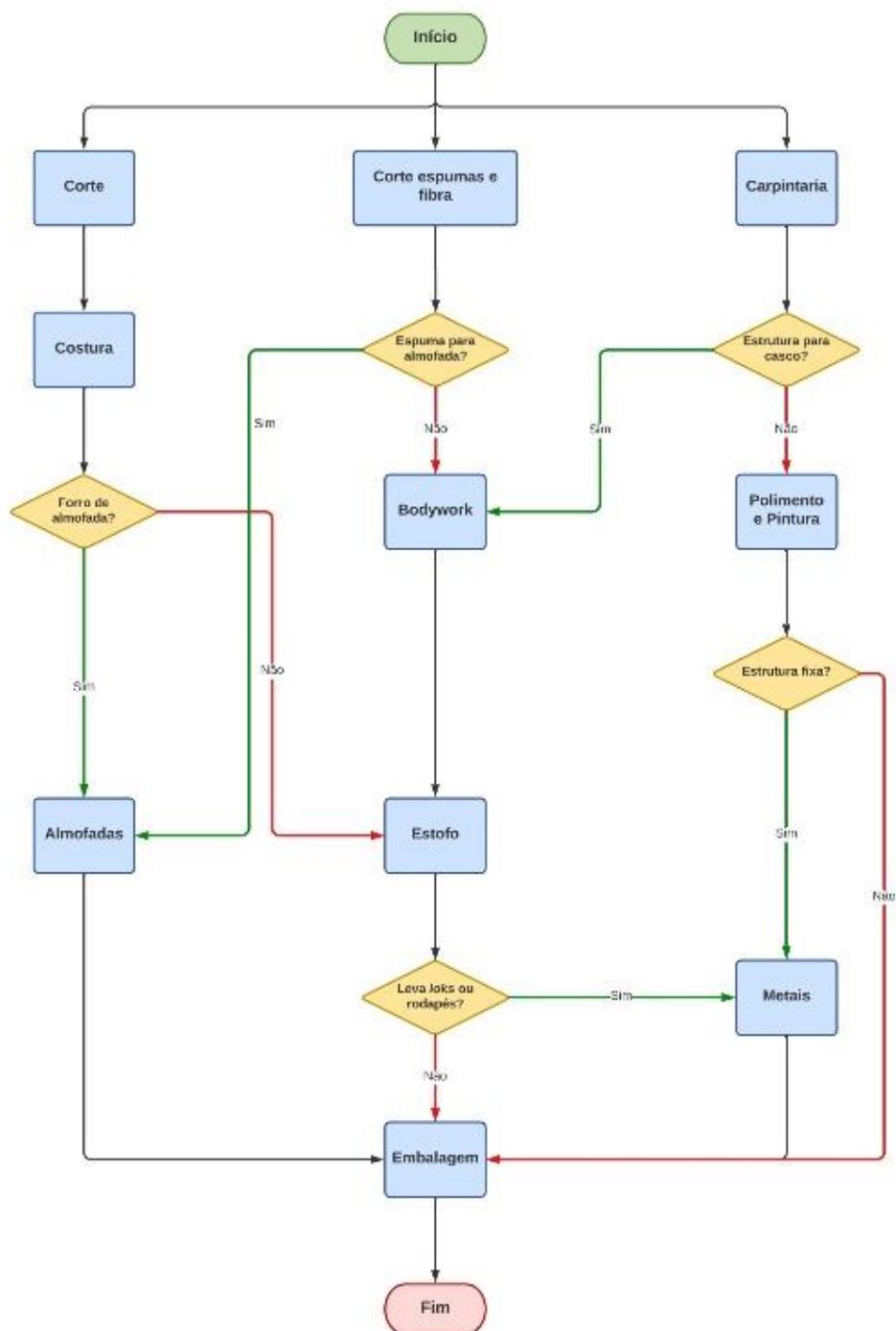
Caminho : DATI_CAD\OTTOMANS\PUFFS
 Modelo : PUFFS
 Descrição :

Info composição :
 DATI_CAD\PUFFS: OTTOMAN M02 - TECIDO - UNICO:1

Código :	Área tot : 2.64084 mt²
Artigo :	Perímetro tot : 33.397 mt
Idsx : 100.0%	Peso específico : 0.0 gr/mt²
Idsy : 100.0%	Peso bruto do corte : 0.0 gr
Data criação : 28/jun/2023 9:10	Peso líquido do corte : 0.0 gr
Data de última modificação : 2/ago/2023 16:51	Peso bruto do tamanho : 0.0 gr
Altura tecido : 1390.0 mm	Peso líquido do tamanho : 0.0 gr
Comprimento : 3.120 mt	Nr. moldes riscados : 12
Eficiência : 60.88%	Nr. total moldes : 19
Consumo por tamanho : 3.120 mt	Nr. toalhas : 1
	Consumo total de toalhas : 3.120 mt



APÊNDICE A



APÊNDICE B

Análise ABC - Lucro gerado				
Modelo	Lucro gerado nos anos 22/23 [€]	% Acumulada do lucro	% Acumulada de itens	Classe de artigo
MOD 04	3 069 460 €	32%	2%	A
MOD 02-3L	1 313 187 €	46%	4%	
MOD 02-2L	744 508 €	54%	5%	
MOD 01-3L	636 993 €	61%	7%	
MOD 05-3L	554 763 €	67%	9%	
MOD 05-1,5L	441 945 €	72%	11%	
MOD 01-2L	407 172 €	76%	13%	
MOD 05-2L	265 622 €	79%	15%	
MOD 01-1L	191 318 €	81%	16%	
MOD 02-1L	190 582 €	83%	18%	
MOD 06-BASE	176 455 €	85%	20%	
MOD 03-RIGHT	157 320 €	86%	22%	
MOD 03-LEFT	155 952 €	88%	24%	
MOD 02-OTT	146 338 €	89%	25%	
MOD 03-CORNER	108 929 €	91%	27%	
BED 02-KING	100 657 €	92%	29%	
MOD 03-MIDDLE	92 110 €	93%	31%	
MOD 06-BACK	90 783 €	94%	33%	
BED 02-DOUBLE	82 114 €	94%	35%	
BED 02-SUPER KING	75 140 €	95%	36%	
MOD 01-OTT	65 006 €	96%	38%	
MOD 06-ARM	54 648 €	96%	40%	
BED 01-DOUBLE	42 071 €	97%	42%	
MOD 05-OTT	40 187 €	97%	44%	
BED 01-KING	40 138 €	98%	45%	
MOD 07-3L	35 079 €	98%	47%	
MOD 03-OTT	30 584 €	98%	49%	
BED 01-SUPER KING	24 466 €	99%	51%	
STORAGE 02	21 960 €	99%	53%	
BED 02-SINGLE	21 462 €	99%	55%	
STORAGE 01	20 936 €	99%	56%	
BED 01-SINGLE	16 373 €	100%	58%	
MOD 07-2L	14 485 €	100%	60%	
MOD 03-ARMCHAIR	6 815 €	100%	62%	
MOD 07-1L	6 648 €	100%	64%	
STORAGE 03	6 429 €	100%	65%	
MOD 08-2L	2 102 €	100%	67%	
K9-02 MEDIUM	694 €	100%	69%	
K9-02 LARGE	470 €	100%	71%	
CUSHION 02	389 €	100%	73%	
MOD 07-OTT	259 €	100%	75%	
K9-03 LARGE	254 €	100%	76%	
MOD 08-1L	226 €	100%	78%	
K9-03 SMALL	225 €	100%	80%	
K9-02 SMALL	224 €	100%	82%	
K9-01 LARGE	187 €	100%	84%	
CHAIR 01-LARGE	126 €	100%	85%	
CHAIR 01-SMALL	103 €	100%	87%	
K9-01 MEDIUM	34 €	100%	89%	
MOD 09-3L	0 €	100%	91%	
MOD 09-2L	0 €	100%	93%	
MOD 09-1,5L	0 €	100%	95%	
K9-01 SMALL	0 €	100%	96%	
CUSHION 01	0 €	100%	98%	
CHAIR 02	0 €	100%	100%	
Total	9 453 927 €			

APÊNDICE E

Categorização de Não Conformidades

ANGORA
 MANUFACTURING

CATEGORIA	NÃO CONFORMIDADES	CÓDIGO
PUXÃO	Puxão Rebentado	101
	Falta Puxão	102
FECHO	Fecho Cosido no Tecido	201
	Fecho Fora das Medidas	202
	Falta Cursor no Fecho	203
	Fecho Não Conforme	204
	Fecho Cosido Pesponto	205
	Fecho Danificado	206
TECIDO	Tecido Manchado	301
	Tecido com Emenda	302
	Tecido com Perfurações	303
DESCOSIDO	Canto	401
	Pesponto	402
	TNT	403
	Fecho	404
	Vivo	405
	Tecido	406
	Pano Preto	407
FRANZIDO	Franzido nas Laterais	501
	Franzido na Barra Fecho	502
	Franzido no Canto	503
	Franzido no Redondo	504

CATEGORIA	NÃO CONFORMIDADES	CÓDIGO
GERAIS	Vivo Não Conforme	601
	Picado Não Conforme	602
	Tratamento Visível	603
	Sem Pesponto	604
	Costura Lado Errado	605
	Cantos Desnivelados	606
	Sem Etiqueta	607
	Pesponto Não Conforme	608
ESTOFO	Rasgo	701
	Engano	702
CORTE	Apanhou Ourela	801
	Erro Tamanho de Componentes	802
	Correr ao contrário	803
	Erro na CNC de Corte	804
ALMOFADAS	Rasgo	901

APÊNDICE G

ANGORA
MANUFACTURING

Registo de Produtos Não Conformes - COSTURA
- 2023 -

Dia:		Rubrica Team Leader:							
Não Conformidade	Modelo	Tamanho	Componente			Tecido	Pode ser reparado?		
			Estrutura	Almofada	Outro				
	<input type="checkbox"/> 01 <input type="checkbox"/> 05 <input type="checkbox"/> BED 01 <input type="checkbox"/> 02 <input type="checkbox"/> 06 <input type="checkbox"/> BED 02 <input type="checkbox"/> 03 <input type="checkbox"/> 07 <input type="checkbox"/> Storage 01 <input type="checkbox"/> 04 <input type="checkbox"/> 08 <input type="checkbox"/> Storage 02 <input type="checkbox"/> Storage 03	<input type="checkbox"/> 1L <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> 1,5L <input type="checkbox"/> Double <input type="checkbox"/> 2L <input type="checkbox"/> King <input type="checkbox"/> 3L <input type="checkbox"/> Super King <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Lombar <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Cabeceira <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Tampo <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Linho	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
	<input type="checkbox"/> 01 <input type="checkbox"/> 05 <input type="checkbox"/> BED 01 <input type="checkbox"/> 02 <input type="checkbox"/> 06 <input type="checkbox"/> BED 02 <input type="checkbox"/> 03 <input type="checkbox"/> 07 <input type="checkbox"/> Storage 01 <input type="checkbox"/> 04 <input type="checkbox"/> 08 <input type="checkbox"/> Storage 02 <input type="checkbox"/> Storage 03	<input type="checkbox"/> 1L <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> 1,5L <input type="checkbox"/> Double <input type="checkbox"/> 2L <input type="checkbox"/> King <input type="checkbox"/> 3L <input type="checkbox"/> Super King <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Lombar <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Cabeceira <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Tampo <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Linho	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
	<input type="checkbox"/> 01 <input type="checkbox"/> 05 <input type="checkbox"/> BED 01 <input type="checkbox"/> 02 <input type="checkbox"/> 06 <input type="checkbox"/> BED 02 <input type="checkbox"/> 03 <input type="checkbox"/> 07 <input type="checkbox"/> Storage 01 <input type="checkbox"/> 04 <input type="checkbox"/> 08 <input type="checkbox"/> Storage 02 <input type="checkbox"/> Storage 03	<input type="checkbox"/> 1L <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> 1,5L <input type="checkbox"/> Double <input type="checkbox"/> 2L <input type="checkbox"/> King <input type="checkbox"/> 3L <input type="checkbox"/> Super King <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Lombar <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Cabeceira <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Tampo <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Linho	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
	<input type="checkbox"/> 01 <input type="checkbox"/> 05 <input type="checkbox"/> BED 01 <input type="checkbox"/> 02 <input type="checkbox"/> 06 <input type="checkbox"/> BED 02 <input type="checkbox"/> 03 <input type="checkbox"/> 07 <input type="checkbox"/> Storage 01 <input type="checkbox"/> 04 <input type="checkbox"/> 08 <input type="checkbox"/> Storage 02 <input type="checkbox"/> Storage 03	<input type="checkbox"/> 1L <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> 1,5L <input type="checkbox"/> Double <input type="checkbox"/> 2L <input type="checkbox"/> King <input type="checkbox"/> 3L <input type="checkbox"/> Super King <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Lombar <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Cabeceira <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Tampo <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Linho	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
	<input type="checkbox"/> 01 <input type="checkbox"/> 05 <input type="checkbox"/> BED 01 <input type="checkbox"/> 02 <input type="checkbox"/> 06 <input type="checkbox"/> BED 02 <input type="checkbox"/> 03 <input type="checkbox"/> 07 <input type="checkbox"/> Storage 01 <input type="checkbox"/> 04 <input type="checkbox"/> 08 <input type="checkbox"/> Storage 02 <input type="checkbox"/> Storage 03	<input type="checkbox"/> 1L <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> 1,5L <input type="checkbox"/> Double <input type="checkbox"/> 2L <input type="checkbox"/> King <input type="checkbox"/> 3L <input type="checkbox"/> Super King <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Caixa <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Assento <input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Braço <input type="checkbox"/> Lombar <input type="checkbox"/> OTT	<input type="checkbox"/> Cabeceira <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Tampo <input type="checkbox"/> Base	<input type="checkbox"/> Veludo <input type="checkbox"/> Linho	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		

APÊNDICE H

Categoria Tecido	€ / Metro Linear	Qtd. Produtos	% Quantidade	% Monetária
Amatheon	15,30	37	0,16%	0,03
Comfy	7,00	38	0,17%	0,01
Eco-Velvet	9,75	170	0,75%	0,07
Everest	9,35	77	0,34%	0,03
Faux Leather	9,99	368	1,62%	0,16
Linen	5,55	7431	32,71%	1,82
Lovely	8,15	76	0,33%	0,03
Manhattan	9,95	219	0,96%	0,10
Manolo	8,55	117	0,52%	0,04
Matador	8,75	42	0,18%	0,02
Oxford	12,95	22	0,10%	0,01
Plush Velvet	6,20	14120	62,15%	3,85
SOMA	-	22718	100%	6,17 €

APÊNDICE I

Aproveitamento dos Planos de Corte					
Modelo	Comprimento[m]	Eficiência [%]	Consumo Total [m2]	Consumo Real [m2]	Desperdício [m2]
MOD1-1L	4,14	94,14%	5,67	5,33	0,46
MOD1-2L	8,21	88,57%	11,25	9,96	1,53
MOD1-3L	9,18	93,93%	12,58	11,81	1,04
MOD1-OTT	2,12	79,75%	2,90	2,31	0,65
MOD2-1L	3,93	93,99%	5,39	5,07	0,44
MOD2-2L	9,40	89,95%	12,88	11,59	1,58
MOD2-3L	9,78	95,46%	13,40	12,79	0,90
MOD2-OTT	2,19	80,82%	3,00	2,43	0,64
MOD3-Meios	3,89	67,78%	5,33	3,61	1,83
MOD3-Cantos	6,16	68,78%	8,43	5,80	2,82
MOD3-Direito	5,04	73,84%	6,90	5,10	1,96
MOD3-Esquerdo	5,04	73,84%	6,90	5,10	1,96
MOD3-OTT	2,62	54,77%	3,58	1,96	1,70
MOD4	9,65	94,76%	13,22	12,53	0,98
MOD5-2L	6,56	91,11%	8,99	8,19	1,00
MOD5-3L	7,22	91,82%	9,89	9,08	1,03
MOD5-LS	5,11	90,60%	7,00	6,34	0,81
MOD5-OTT	1,18	80,09%	1,62	1,30	0,36
MOD6-Base	2,87	79,15%	3,93	3,11	0,91
MOD6-Braços	2,20	56,03%	3,01	1,69	1,39
MOD6-Costas	2,65	63,58%	3,63	2,31	1,40
BED1-DBL	5,06	83,47%	6,93	5,79	1,30
BED1-KNG	5,49	83,78%	7,52	6,30	1,38
BED1-SGL	4,27	84,69%	5,85	4,96	1,02
BED1-SKG	6,56	90,08%	8,99	8,10	1,09
BED2-DBL	4,16	89,13%	5,70	5,08	0,74
BED2-KNG	4,52	87,58%	6,20	5,43	0,91
BED2-SGL	3,71	85,54%	5,09	4,35	0,85
BED2-SKG	4,79	90,09%	6,56	5,91	0,79
STORAGE1	2,50	69,47%	3,43	2,38	1,12
STORAGE2	1,84	93,78%	2,52	2,36	0,21
STORAGE3	1,47	53,41%	2,01	1,08	0,98
MOD7-1L	5,28	88,76%	7,24	6,43	0,97
MOD7-2L	9,53	88,15%	13,06	11,51	1,83
MOD7-3L	11,44	78,91%	15,67	12,37	3,65
MOD8-1L	6,58	88,58%	9,01	7,98	1,23
MOD8-2L	8,13	91,13%	11,13	10,15	1,23

APÊNDICE J

Tempo de Corte Atual Configuração Tecido Médio	
Modelo	TEMPO [s]
MOD1-1L	673
MOD1-2L	1105
MOD1-3L	1490
MOD1-OTT	250
MOD2-1L	655
MOD2-2L	1840
MOD2-3L	2100
MOD2-OTT	379
MOD3-MEIOS	330
MOD3-CANTO	514
MOD3-DIREITO	463
MOD3-ESQUERDO	463
MOD3-OTT	158
MOD4	1463
MOD5-LS	551
MOD5-2L	716
MOD5-3L	783
MOD5-OTT	57
MOD6-BASE	320
MOD6-BRAÇOS	124
MOD6-COSTAS	132
MOD7-1L	649
MOD7-2L	1088
MOD7-3L	1251
MOD8-1L	635
MOD8-2L	785
STORAGE1	255
STORAGE2	359
STORAGE3	172

APÊNDICE K

Dia	Número de Camadas	Experiência	Produto / Tamanho	Tempo Atual [s]	Tempo Novo [s]	Porcentagem Reduzida [%]	Nível de Conformidade
26/06/2023	3	V10 A2	STORAGE3	172	152	11,6%	✓
26/06/2023	7	V10 A2	MOD8-1L	635	594	6,5%	✓
26/06/2023	4	V10 A2	STORAGE2	359	327	8,9%	✓
26/06/2023	5	V10 A2	MOD8-2L	785	734	6,5%	✓
26/06/2023	11	V10 A2	MOD7-3L	1251	1106	11,6%	✓
26/06/2023	2	V10 A2	MOD7-1L	649	603	7,1%	✓
26/06/2023	2	V10 A2	MOD2-3L	2100	1977	5,9%	✓
26/06/2023	30	V10 A2	MOD4	1463	1232	15,8%	✓
27/06/2023	25	V10 A2	MOD2-3L	2100	1976	5,9%	✓
27/06/2023	14	V10 A2	MOD2-2L	1840	1714	6,8%	✓
28/06/2023	5	V10 A2	MOD3-ESQUERDO	463	445	3,9%	✓
28/06/2023	11	V10 A2	MOD2-OTT	379	361	4,7%	✓
28/06/2023	10	V10 A2	MOD2-1L	655	602	8,1%	✓
28/06/2023	8	V10 A2	MOD5-3L	783	729	6,9%	✓
28/06/2023	5	V10 A2	MOD5-2L	716	669	6,6%	✓
28/06/2023	6	V10 A2	MOD5-LS	551	503	8,7%	✓
28/06/2023	2	V10 A2	STORAGE1	255	238	6,7%	✓
28/06/2023	2	V10 A2	STORAGE3	172	152	11,6%	✓
28/06/2023	8	V10 A2	MOD1-3L	1490	1211	18,7%	✓
28/06/2023	8	V10 A2	MOD1-2L	1105	994	10,0%	✓
28/06/2023	7	V10 A2	MOD1-1L	673	632	6,1%	✓
28/06/2023	25	V10 A2	MOD6-BASE	320	279	12,8%	✓
28/06/2023	16	V10 A2	MOD6-COSTAS	132	120	9,1%	⚠
28/06/2023	2	V10 A2	MOD3-OTT	158	144	8,9%	✓
28/06/2023	6	V10 A2	MOD3-MEIOS	330	302	8,5%	✓
29/06/2023	6	V10 A3	MOD3-ESQUERDO	463	439	5,2%	⚠
29/06/2023	6	V10 A3	MOD3-DIREITO	463	441	4,8%	⚠
29/06/2023	18	V10 A3	MOD8-2L	785	674	14,1%	⚠
29/06/2023	5	V10 A3	MOD8-1L	635	514	19,1%	✓
29/06/2023	6	V10 A3	MOD7-1L	649	599	7,7%	⚠
30/06/2023	5	V10 A3	MOD7-3L	1251	967	22,7%	✓
30/06/2023	4	V10 A3	MOD7-2L	1088	892	18,0%	✓
30/06/2023	17	V10 A3	MOD2-OTT	379	346	8,7%	⚠
30/06/2023	19	V10 A3	MOD2-3L	2100	1846	12,1%	✓
30/06/2023	4	V10 A3	MOD2-1L	655	586	10,5%	✓
30/06/2023	6	V10 A3	MOD2-2L	1840	1632	11,3%	✓
30/06/2023	9	V10 A3	MOD5-3L	783	687	12,3%	✓

30/06/2023	3	V10 A3	MOD5-LS	551	455	17,4%	✓
30/06/2023	4	V10 A3	MOD5-OTT	57	49	14,0%	✓
03/07/2023	9	V10 A3	MOD5-2L	716	612	14,5%	✓
03/07/2023	20	V10 A4	MOD6-BASE	320	241	24,7%	✓
03/07/2023	26	V10 A4	MOD6-COSTAS	132	107	18,9%	!
03/07/2023	18	V10 A4	MOD6-BRAÇOS	124	101	18,5%	!
03/07/2023	7	V10 A4	MOD1-3L	1490	994	33,3%	!
03/07/2023	2	V10 A4	MOD1-1L	673	581	13,7%	✓
03/07/2023	7	V10 A4	MOD1-OTT	250	216	13,6%	✓
03/07/2023	3	V10 A4	MOD3-OTT	158	133	15,8%	!
03/07/2023	8	V10 A4	MOD3-MEIOS	330	267	19,1%	✓
03/07/2023	5	V10 A4	MOD3-DIREITO	463	429	7,3%	!
03/07/2023	4	V10 A4	MOD3-ESQUERDO	463	422	8,9%	!
03/07/2023	2	V10 A4	MOD2-1L	655	564	13,9%	!
04/07/2023	17	V10 A4	MOD8-2L	785	638	18,7%	!
04/07/2023	20	V10 A4	MOD4	1463	1103	24,6%	!
04/07/2023	5	V10 A4	MOD8-1L	635	493	22,4%	!
04/07/2023	4	V10 A4	MOD5-OTT	57	42	26,3%	!
04/07/2023	5	V10 A4	MOD5-LS	551	401	27,2%	!
04/07/2023	12	V10 A4	MOD5-3L	783	616	21,3%	!
04/07/2023	4	V10 A4	MOD5-2L	716	579	19,1%	!
04/07/2023	4	V10 A4	MOD2-1L	655	565	13,7%	✓
04/07/2023	3	V10 A4	MOD2-2L	1840	1521	17,3%	!
04/07/2023	15	V10 A4	MOD2-OTT	379	329	13,2%	!
04/07/2023	8	V10 A4	STORAGE3	172	138	19,8%	!
04/07/2023	2	V10 A4	STORAGE2	359	297	17,3%	!
05/07/2023	9	V20 A1	STORAGE1	255	230	9,8%	✓
05/07/2023	5	V20 A1	MOD1-OTT	250	230	8,0%	✓
05/07/2023	11	V20 A1	MOD1-3L	1490	1066	28,5%	✓
05/07/2023	3	V20 A1	MOD2-3L	2100	1788	14,9%	!
10/07/2023	17	V20 A1	MOD1-3L	1490	1066	28,5%	✓
10/07/2023	10	V20 A1	MOD1-2L	1105	876	20,7%	✓
10/07/2023	7	V20 A1	MOD1-1L	673	589	12,5%	✓
10/07/2023	16	V20 A1	MOD6-BASE	320	251	21,6%	✓
10/07/2023	14	V20 A1	MOD6-BRAÇOS	124	105	15,3%	✓
10/07/2023	7	V20 A1	MOD7-3L	1251	1001	20,0%	!
10/07/2023	19	V20 A1	MOD5-3L	783	669	14,6%	✓
11/07/2023	8	V20 A2	MOD5-2L	716	589	17,7%	✓
11/07/2023	5	V20 A2	MOD5-LS	551	403	26,9%	✓
11/07/2023	8	V20 A2	MOD5-OTT	57	43	24,6%	✓
11/07/2023	6	V20 A2	MOD3-OTT	158	141	10,8%	✓
10/07/2023	11	V20 A2	MOD3-MEIOS	330	272	17,6%	✓
10/07/2023	13	V20 A2	MOD3-CANTO	514	458	10,9%	✓
10/07/2023	6	V20 A2	MOD1-OTT	250	215	14,0%	!
10/07/2023	3	V20 A2	MOD2-OTT	379	340	10,3%	✓

Otimização do processo de corte e empacotamento bidimensional na indústria de mobiliário

10/07/2023	2	V20 A2	MOD2-3L	2100	1693	19,4%	✓
10/07/2023	19	V20 A2	MOD3-ESQUERDO	463	438	5,4%	✓
10/07/2023	2	V20 A2	MOD3-DIREITO	463	441	4,8%	✓
10/07/2023	17	V20 A2	STORAGE1	255	201	21,2%	✓
10/07/2023	9	V20 A2	MOD3-MEIOS	330	272	17,6%	✓
10/07/2023	4	V20 A2	MOD7-1L	649	527	18,8%	✓
13/07/2023	6	V20 A3	MOD1-2L	1105	788	28,7%	!
13/07/2023	11	V20 A3	MOD1-3L	1490	924	38,0%	!
13/07/2023	2	V20 A3	MOD7-2L	1088	794	27,0%	!
13/07/2023	4	V20 A3	MOD8-1L	635	464	26,9%	!
13/07/2023	18	V20 A3	MOD8-2L	785	608	22,5%	✓
14/07/2023	7	V20 A3	MOD6-BRAÇOS	124	95	23,4%	✓
14/07/2023	2	V20 A3	MOD6-COSTAS	132	102	22,7%	✓
14/07/2023	5	V20 A3	MOD6-BASE	320	197	38,4%	✓
14/07/2023	8	V20 A3	MOD1-OTT	250	176	29,6%	✓
17/07/2023	10	V20 A4	MOD5-3L	783	580	25,9%	!
17/07/2023	28	V20 A4	MOD4	1463	959	34,4%	!
17/07/2023	12	V20 A4	MOD8-2L	785	595	24,2%	!
17/07/2023	4	V20 A4	MOD8-1L	635	446	29,8%	!
17/07/2023	2	V20 A4	MOD5-OTT	57	41	28,1%	!
17/07/2023	17	V20 A4	MOD5-2L	716	525	26,7%	!
18/07/2023	20	V20 A4	MOD3-MEIOS	330	241	27,0%	!
18/07/2023	5	V20 A4	MOD3-CANTO	514	385	25,1%	!
18/07/2023	10	V20 A4	MOD3-OTT	158	130	17,7%	!
18/07/2023	14	V20 A4	MOD3-DIREITO	463	336	27,4%	!
18/07/2023	12	V30 A1	MOD3-ESQUERDO	463	397	14,3%	✓
18/07/2023	2	V30 A1	MOD3-OTT	158	138	12,7%	!
18/07/2023	3	V30 A1	MOD7-1L	649	560	13,7%	✓
18/07/2023	9	V30 A1	MOD7-3L	1251	993	20,6%	✓
18/07/2023	14	V30 A1	MOD6-BRAÇOS	124	101	18,5%	✓
18/07/2023	15	V30 A1	MOD6-COSTAS	132	107	18,9%	✓
18/07/2023	25	V30 A1	MOD6-BASE	320	237	25,9%	✓
18/07/2023	5	V30 A1	MOD1-OTT	250	185	26,0%	✓
18/07/2023	16	V30 A1	STORAGE1	255	216	15,3%	✓
18/07/2023	4	V30 A1	STORAGE2	359	308	14,2%	✓
19/07/2023	9	V30 A1	MOD5-OTT	57	46	19,3%	✓
19/07/2023	3	V30 A1	MOD5-LS	551	431	21,8%	!
19/07/2023	4	V30 A1	MOD5-2L	716	542	24,3%	✓
19/07/2023	4	V30 A1	MOD5-3L	783	645	17,6%	✓
19/07/2023	17	V30 A1	MOD4	1463	1086	25,8%	✓
19/07/2023	2	V30 A1	MOD8-1L	635	506	20,3%	!
19/07/2023	11	V30 A1	MOD1-OTT	250	185	26,0%	✓
19/07/2023	20	V30 A1	MOD2-OTT	379	318	16,1%	✓
19/07/2023	3	V30 A1	MOD2-1L	655	572	12,7%	!
19/07/2023	4	V30 A1	MOD2-2L	1840	1488	19,1%	✓

19/07/2023	25	V30 A1	MOD2-3L	2100	1723	18,0%	✓
19/07/2023	8	V30 A2	MOD1-1L	673	487	27,6%	✓
19/07/2023	3	V30 A2	MOD1-2L	1105	747	32,4%	!
19/07/2023	10	V30 A2	MOD1-3L	1490	905	39,3%	✓
19/07/2023	3	V30 A2	MOD7-2L	1088	827	24,0%	!
19/07/2023	9	V30 A2	MOD8-2L	785	617	21,4%	✓
20/07/2023	2	V30 A2	MOD8-1L	635	438	31,0%	!
20/07/2023	4	V30 A2	MOD3-CANTO	514	364	29,2%	✓
20/07/2023	15	V30 A2	MOD3-MEIOS	330	232	29,7%	✓
20/07/2023	11	V30 A2	MOD3-OTT	158	132	16,5%	✓
20/07/2023	17	V30 A2	MOD3-DIREITO	463	341	26,3%	✓
20/07/2023	21	V30 A2	MOD3-ESQUERDO	463	341	26,3%	✓
20/07/2023	13	V30 A2	MOD2-OTT	379	297	21,6%	✓
20/07/2023	7	V30 A2	MOD1-OTT	250	174	30,4%	✓
20/07/2023	8	V30 A2	MOD2-2L	1840	1398	24,0%	✓
20/07/2023	19	V30 A2	MOD2-3L	2100	1638	22,0%	✓
20/07/2023	2	V30 A2	MOD1-2L	1105	747	32,4%	!
20/07/2023	8	V30 A2	MOD1-3L	1490	905	39,3%	✗
21/07/2023	26	V30 A3	MOD4	1463	1017	30,5%	!
21/07/2023	2	V30 A3	MOD3-CANTO	514	360	30,0%	✗
21/07/2023	6	V30 A3	MOD5-2L	716	472	34,1%	✗
21/07/2023	8	V30 A3	MOD5-3L	783	560	28,5%	✗
21/07/2023	11	V30 A3	MOD5-LS	551	385	30,1%	!
21/07/2023	10	V30 A3	MOD6-COSTAS	132	98	25,8%	✗
21/07/2023	6	V30 A3	MOD6-BRAÇOS	124	93	25,0%	✗
21/07/2023	12	V30 A3	MOD6-BASE	320	185	42,2%	!
21/07/2023	2	V30 A3	MOD8-1L	635	426	32,9%	✗
21/07/2023	7	V30 A3	MOD8-2L	785	592	24,6%	!
21/07/2023	9	V30 A3	MOD7-3L	1251	841	32,8%	✓
21/07/2023	5	V30 A3	MOD5-LS	551	385	30,1%	!
21/07/2023	9	V30 A3	MOD5-OTT	57	38	33,3%	✓
21/07/2023	4	V30 A3	MOD5-2L	716	472	34,1%	!
21/07/2023	9	V30 A3	MOD5-3L	783	561	28,4%	✓
21/07/2023	2	V30 A3	MOD4	1463	1017	30,5%	✗
21/07/2023	30	V30 A3	MOD6-BASE	320	185	42,2%	!
22/07/2023	37	V30 A3	MOD6-COSTAS	132	98	25,8%	!
22/07/2023	32	V30 A3	MOD6-BRAÇOS	124	93	25,0%	✓
22/07/2023	38	V30 A3	MOD4	1463	1017	30,5%	!
22/07/2023	13	V30 A3	STORAGE3	172	130	24,4%	!
24/07/2023	8	V40 A1	STORAGE2	359	299	16,7%	!
24/07/2023	4	V40 A1	STORAGE1	255	214	16,1%	!
24/07/2023	14	V40 A1	MOD1-OTT	250	180	28,0%	✓
24/07/2023	21	V40 A1	MOD2-OTT	379	311	17,9%	✓
24/07/2023	2	V40 A1	MOD2-1L	655	568	13,3%	!
24/07/2023	9	V40 A1	MOD2-2L	1840	1453	21,0%	✓

Otimização do processo de corte e empacotamento bidimensional na indústria de mobiliário

24/07/2023	28	V40 A1	MOD2-3L	2100	1684	19,8%	✓
24/07/2023	2	V40 A1	MOD1-2L	1105	857	22,4%	!
24/07/2023	7	V40 A1	MOD1-2L	1105	857	22,4%	✓
24/07/2023	14	V40 A1	MOD1-3L	1490	983	34,0%	✓
24/07/2023	3	V40 A1	MOD4	1463	1032	29,5%	✓
25/07/2023	3	V40 A1	MOD3-CANTO	514	387	24,7%	✓
25/07/2023	3	V40 A1	MOD3-MEIOS	330	259	21,5%	✓
25/07/2023	2	V40 A1	MOD3-ESQUERDO	463	373	19,4%	✓
25/07/2023	2	V40 A1	MOD3-DIREITO	463	373	19,4%	!
25/07/2023	2	V40 A1	MOD7-2L	1088	849	22,0%	✓
25/07/2023	5	V40 A1	MOD7-3L	1251	983	21,4%	✓
25/07/2023	5	V40 A1	MOD8-1L	635	490	22,8%	✓
25/07/2023	14	V40 A1	MOD8-2L	785	702	10,6%	✓
25/07/2023	2	V40 A1	MOD7-1L	649	553	14,8%	!
25/07/2023	5	V40 A1	STORAGE3	172	151	12,2%	✓
25/07/2023	5	V40 A1	STORAGE2	359	298	17,0%	✓
25/07/2023	40	V40 A1	MOD4	1463	1032	29,5%	✓
25/07/2023	6	V40 A1	MOD5-3L	783	630	19,5%	!
25/07/2023	2	V40 A1	MOD5-LS	551	420	23,8%	!
25/07/2023	3	V40 A1	MOD5-OTT	57	44	22,8%	✓
25/07/2023	18	V40 A1	MOD6-COSTAS	132	104	21,2%	✓
25/07/2023	18	V40 A1	MOD6-BRAÇOS	124	96	22,6%	✓
25/07/2023	21	V40 A1	MOD6-BASE	320	223	30,3%	✓
25/07/2023	5	V40 A1	MOD2-OTT	379	311	17,9%	✓
26/07/2023	4	V40 A1	MOD1-OTT	250	180	28,0%	✓
26/07/2023	5	V40 A1	MOD2-1L	655	568	13,3%	✓
26/07/2023	18	V40 A2	MOD2-2L	1840	1376	25,2%	✓
26/07/2023	20	V40 A2	MOD2-3L	2100	1585	24,5%	✓
26/07/2023	6	V40 A2	MOD1-2L	1105	731	33,8%	✓
26/07/2023	3	V40 A2	MOD1-3L	1490	896	39,9%	✓
26/07/2023	2	V40 A2	MOD8-1L	635	451	29,0%	!
26/07/2023	3	V40 A2	MOD3-ESQUERDO	463	316	31,7%	✓
26/07/2023	5	V40 A2	MOD3-DIREITO	463	316	31,7%	✓
26/07/2023	4	V40 A2	MOD3-MEIOS	330	227	31,2%	✓
26/07/2023	2	V40 A2	MOD7-2L	1088	809	25,6%	!
26/07/2023	2	V40 A2	MOD6-BRAÇOS	124	95	23,4%	!
26/07/2023	2	V40 A2	MOD6-COSTAS	132	105	20,5%	✓
26/07/2023	4	V40 A2	MOD6-BASE	320	204	36,3%	✓
26/07/2023	3	V40 A2	STORAGE3	172	131	23,8%	✓
26/07/2023	3	V40 A2	STORAGE2	359	271	24,5%	!
27/07/2023	2	V40 A2	MOD5-3L	783	526	32,8%	✓
27/07/2023	6	V40 A2	MOD7-2L	1088	809	25,6%	✓
27/07/2023	5	V40 A2	MOD2-OTT	379	291	23,2%	✓
27/07/2023	4	V40 A2	MOD2-OTT	379	291	23,2%	✓
27/07/2023	4	V40 A2	MOD1-OTT	250	168	32,8%	✓

27/07/2023	7	V40 A2	STORAGE3	172	131	23,8%	✓
27/07/2023	2	V50 A1	MOD2-1L	655	561	14,4%	!
27/07/2023	8	V50 A1	MOD2-2L	1840	1442	21,6%	✓
27/07/2023	23	V50 A1	MOD2-3L	2100	1646	21,6%	✓
27/07/2023	9	V50 A1	MOD1-1L	673	470	30,2%	✓
27/07/2023	5	V50 A1	MOD1-2L	1105	775	29,9%	✓
28/07/2023	4	V50 A1	MOD1-3L	1490	970	34,9%	✓
28/07/2023	4	V50 A1	MOD6-BRAÇOS	124	93	25,0%	!
28/07/2023	4	V50 A1	MOD6-COSTAS	132	102	22,7%	✓
28/07/2023	6	V50 A1	MOD6-BASE	320	209	34,7%	✓
28/07/2023	7	V50 A1	MOD5-OTT	57	43	24,6%	✓
28/07/2023	8	V50 A1	MOD5-LS	551	401	27,2%	✓
28/07/2023	3	V50 A1	MOD5-3L	783	612	21,8%	!
28/07/2023	4	V50 A1	MOD5-2L	716	525	26,7%	✓
28/07/2023	9	V50 A1	MOD8-1L	635	472	25,7%	✓
28/07/2023	21	V50 A1	MOD8-2L	785	689	12,2%	✓
28/07/2023	3	V50 A1	MOD3-CANTO	514	374	27,2%	!
28/07/2023	19	V50 A1	MOD3-ESQUERDO	463	342	26,1%	✓
28/07/2023	19	V50 A1	MOD3-DIREITO	463	342	26,1%	✓
31/07/2023	22	V50 A1	MOD3-MEIOS	330	255	22,7%	✓
31/07/2023	7	V50 A2	MOD3-OTT	158	129	18,4%	✓
31/07/2023	2	V50 A2	MOD1-3L	1490	863	42,1%	!
31/07/2023	3	V50 A2	MOD1-2L	1105	695	37,1%	✓
31/07/2023	10	V50 A2	STORAGE3	172	128	25,6%	✓
31/07/2023	3	V50 A2	STORAGE2	359	267	25,6%	!
31/07/2023	4	V50 A2	STORAGE1	255	190	25,5%	✓
01/08/2023	12	V50 A2	MOD3-ESQUERDO	463	310	33,0%	✓
01/08/2023	16	V50 A2	MOD4	1463	889	39,2%	✓
01/08/2023	5	V50 A2	MOD1-1L	673	443	34,2%	✓
01/08/2023	3	V50 A2	MOD1-OTT	250	163	34,8%	✓
01/08/2023	6	V50 A2	MOD1-3L	1490	863	42,1%	✓
01/08/2023	2	V50 A2	MOD1-2L	1105	695	37,1%	✓
01/08/2023	10	V50 A2	MOD6-BRAÇOS	124	91	26,6%	✓
01/08/2023	15	V50 A2	MOD6-COSTAS	132	104	21,2%	✓
01/08/2023	7	V50 A2	MOD2-3L	2100	1512	28,0%	✓
02/08/2023	20	V50 A2	MOD6-BASE	320	183	42,8%	✓
02/08/2023	21	V50 A2	MOD3-MEIOS	330	224	32,1%	✓
02/08/2023	13	V65 A1	MOD3-OTT	158	127	19,6%	✓
02/08/2023	4	V65 A1	MOD3-CANTO	514	342	33,5%	!
02/08/2023	13	V65 A1	MOD3-ESQUERDO	463	322	30,5%	✓
02/08/2023	12	V65 A1	MOD3-DIREITO	463	322	30,5%	✓
02/08/2023	3	V65 A1	MOD5-OTT	57	40	29,8%	!
02/08/2023	5	V65 A1	MOD5-LS	551	376	31,8%	✓
02/08/2023	2	V65 A1	MOD5-2L	716	495	30,9%	!
02/08/2023	6	V65 A1	MOD5-3L	783	589	24,8%	✓

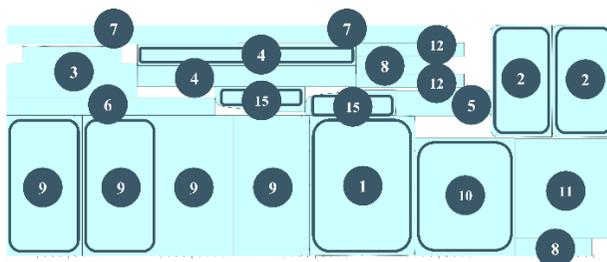
Otimização do processo de corte e empacotamento bidimensional na indústria de mobiliário

02/08/2023	5	V65 A1	MOD8-1L	635	441	30,6%	✓
02/08/2023	13	V65 A1	MOD8-2L	785	658	16,2%	✓
02/08/2023	3	V65 A1	MOD7-1L	649	537	17,3%	✓
02/08/2023	2	V65 A1	MOD7-2L	1088	806	25,9%	!
02/08/2023	4	V65 A1	MOD7-3L	1251	931	25,6%	✓
02/08/2023	6	V65 A1	STORAGE3	172	142	17,4%	✓
02/08/2023	3	V65 A1	STORAGE1	255	190	25,5%	✓
03/08/2023	3	V65 A1	MOD1-1L	673	447	33,6%	✓
03/08/2023	8	V65 A1	MOD1-2L	1105	758	31,4%	✓
03/08/2023	6	V65 A1	MOD1-3L	1490	912	38,8%	✓
03/08/2023	2	V65 A1	MOD7-2L	1088	805	26,0%	!
03/08/2023	5	V65 A1	MOD3-CANTO	514	342	33,5%	✓
04/08/2023	23	V65 A1	MOD6-BASE	320	194	39,4%	✓
04/08/2023	5	V65 A1	MOD8-2L	785	658	16,2%	✓
04/08/2023	4	V65 A1	MOD8-1L	635	439	30,9%	✓
04/08/2023	14	V65 A1	MOD4	1463	928	36,6%	✓
05/08/2023	2	V65 A1	STORAGE2	359	288	19,8%	✓
05/08/2023	3	V65 A1	STORAGE3	172	143	16,9%	✓
05/08/2023	11	V65 A1	MOD2-3L	2100	1627	22,5%	✓
05/08/2023	7	V65 A1	MOD2-2L	1840	1384	24,8%	✓
05/08/2023	12	V65 A1	MOD2-1L	655	530	19,1%	✓
07/08/2023	10	V65 A1	MOD1-3L	1490	912	38,8%	✓
07/08/2023	4	V65 A1	MOD1-1L	673	447	33,6%	!
07/08/2023	3	V65 A2	MOD1-2L	1105	683	38,2%	✓
07/08/2023	2	V65 A2	MOD4	1463	863	41,0%	✓
07/08/2023	6	V65 A2	MOD2-OTT	379	283	25,3%	!
07/08/2023	4	V65 A2	MOD5-OTT	57	39	31,6%	!
07/08/2023	6	V65 A2	MOD5-LS	551	352	36,1%	✓
07/08/2023	3	V65 A2	MOD5-2L	716	467	34,8%	!
07/08/2023	2	V65 A2	MOD5-3L	783	517	34,0%	✓
07/08/2023	10	V65 A2	MOD3-OTT	158	122	22,8%	✓
07/08/2023	2	V65 A2	MOD3-CANTO	514	333	35,2%	!
07/08/2023	11	V65 A2	MOD3-DIREITO	463	302	34,8%	✓
07/08/2023	20	V65 A2	MOD3-MEIOS	330	214	35,2%	✓
07/08/2023	4	V65 A2	MOD8-1L	635	412	35,1%	✓
08/08/2023	11	V65 A2	MOD8-2L	785	540	31,2%	✓
08/08/2023	2	V65 A2	MOD7-3L	1251	829	33,7%	✓
08/08/2023	3	V65 A2	MOD7-1L	649	467	28,0%	✓
08/08/2023	7	V65 A2	STORAGE3	172	126	26,7%	✓
08/08/2023	8	V65 A2	STORAGE2	359	265	26,2%	!
08/08/2023	6	V65 A2	MOD3-ESQUERDO	463	302	34,8%	✓
08/08/2023	14	V65 A2	MOD4	1463	863	41,0%	✓
08/08/2023	2	V65 A2	MOD5-OTT	57	39	31,6%	✓
08/08/2023	3	V65 A2	MOD5-LS	551	352	36,1%	✓
08/08/2023	13	V65 A2	MOD2-3L	2100	1473	29,9%	✓

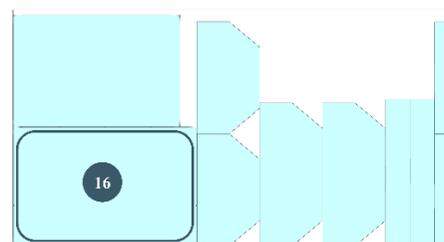
08/08/2023	9	V65 A2	MOD2-2L	1840	1297	29,5%	✓
08/08/2023	7	V65 A2	MOD2-OTT	379	283	25,3%	✓
08/08/2023	5	V65 A2	MOD2-1L	655	494	24,6%	✓
08/08/2023	2	V65 A2	MOD1-OTT	250	158	36,8%	!
08/08/2023	4	V65 A2	MOD1-2L	1105	683	38,2%	✓
08/08/2023	7	V65 A2	MOD1-3L	1490	794	46,7%	!
09/08/2023	2	V65 A2	MOD3-OTT	158	120	24,1%	!
09/08/2023	2	V65 A2	MOD3-MEIOS	330	214	35,2%	!
09/08/2023	3	V65 A2	MOD3-CANTO	514	333	35,2%	✓
09/08/2023	12	V65 A2	MOD3-ESQUERDO	463	302	34,8%	✓
09/08/2023	13	V65 A2	MOD3-DIREITO	463	302	34,8%	✓
09/08/2023	19	V65 A2	MOD6-BASE	320	176	45,0%	✓
09/08/2023	14	V65 A2	MOD6-BRAÇOS	124	88	29,0%	✓
09/08/2023	18	V65 A2	MOD6-COSTAS	132	95	28,0%	✓
09/08/2023	24	V65 A2	MOD8-2L	785	542	31,0%	✓
09/08/2023	8	V65 A2	MOD8-1L	635	413	35,0%	✓
09/08/2023	4	V65 A2	STORAGE3	172	127	26,2%	✓
09/08/2023	13	V65 A2	MOD4	1463	863	41,0%	✓
09/08/2023	4	V65 A2	MOD5-3L	783	517	34,0%	✓
09/08/2023	3	V65 A2	MOD5-2L	716	467	34,8%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	MOD5-OTT	57	38	33,3%	!
10/08/2023	4	V65 A2	MOD5-LS	551	352	36,1%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	MOD2-OTT	379	283	25,3%	!
10/08/2023	3	V65 A2	MOD2-3L	2100	1473	29,9%	!
10/08/2023	2	V65 A2	MOD1-OTT	250	158	36,8%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	MOD1-3L	1490	794	46,7%	✓
10/08/2023	4	V65 A2	MOD1-1L	673	402	40,3%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	MOD3-DIREITO	463	302	34,8%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	MOD3-ESQUERDO	463	302	34,8%	!
10/08/2023	2	V65 A2	MOD3-OTT	158	121	23,4%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	MOD3-CANTO	514	333	35,2%	!
10/08/2023	5	V65 A2	MOD3-MEIOS	330	214	35,2%	✓
10/08/2023	8	V65 A2	MOD6-BASE	320	177	44,7%	✓
10/08/2023	6	V65 A2	MOD6-BRAÇOS	124	87	29,8%	✓
10/08/2023	8	V65 A2	MOD6-COSTAS	132	94	28,8%	!
10/08/2023	2	V65 A2	MOD7-1L	649	466	28,2%	!
10/08/2023	2	V65 A2	MOD7-3L	1251	827	33,9%	!
10/08/2023	6	V65 A2	STORAGE1	255	183	28,2%	✓
10/08/2023	2	V65 A2	STORAGE2	359	265	26,2%	!
10/08/2023	4	V65 A2	STORAGE3	172	126	26,7%	✓
10/08/2023	3	V65 A2	MOD8-2L	785	541	31,1%	✓
10/08/2023	30	V65 A2	MOD4	1463	863	41,0%	✓

APÊNDICE L

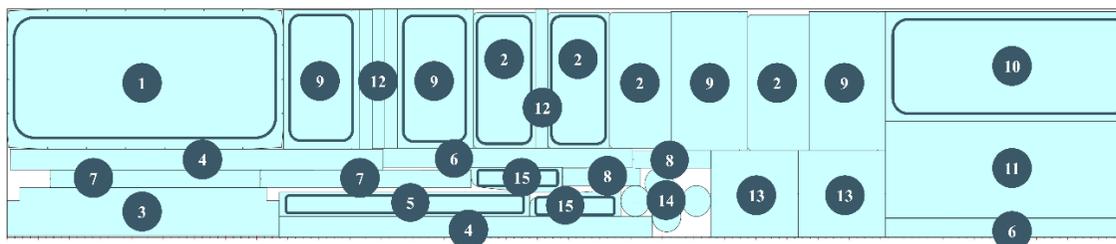
Modelo 2 - 1 Lugar



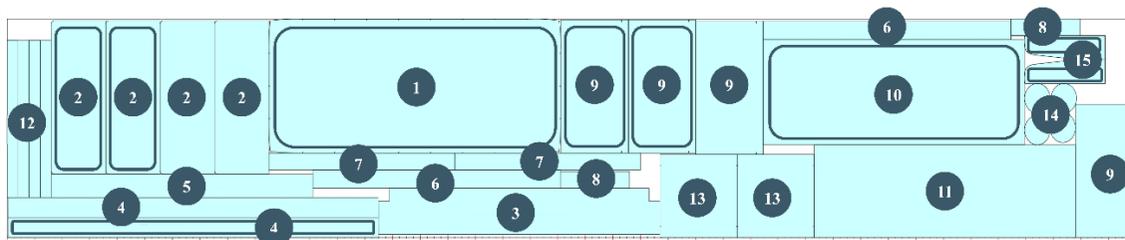
Modelo 2 - Ottoman



Modelo 2 - 2 Lugares



Modelo 2 - 3 Lugares



Legenda:

- 1 - Almofada Assento
- 2 - Almofada Costa
- 3 - Assento
- 4 - Barra Almofada Assento Grande
- 5 - Barra Almofada Assento Pequena
- 6 - Barra Almofada Costa
- 7 - Barra Braço Grande
- 8 - Barra Braço Pequena
- 9 - Braço
- 10 - Costa Anterior
- 11 - Costa Posterior
- 12 - Fecho Almofada Costa
- 13 - Rolinhos
- 14 - Rolos
- 15 - Voluta Costa
- 16 - Almofada Ottoman

APÊNDICE M

Procura dos Produtos do Modelo 2					
Tipo de Tecido	Preço [€/Metro Linear]	MOD02 3L [Unid]	MOD02 2L [Unid]	MOD02 1L [Unid]	MOD02 OTT [Unid]
Amatheon	15,30	3	3	1	1
Comfy	7,00	10	3	7	0
Eco-Velvet	9,75	24	14	4	1
Everest	9,35	5	2	7	0
Faux Leather	9,99	44	38	23	5
Linen	5,55	516	370	185	99
Lovely	8,15	13	6	1	1
Manhattan	9,95	14	3	2	2
Manolo	8,55	9	7	1	2
Matador	8,75	4	0	0	0
Oxford	12,95	0	0	2	0
Plush Velvet	6,20	1862	1132	418	279
Total [Unidade]		2504	1578	651	390
Percentagem do Consumo [€]		49%	31%	13%	8%

APÊNDICE N

Consumo e Custo Associado aos Planos de Corte Atuais do Modelo 2								
Categorização do Tecido	MOD02 3L		MOD02 2L		MOD02 1L		MOD02 OTT	
	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]
Amatheon	29	444	28	428	6	89	4	64
Comfy	98	686	28	196	41	285	0	0
Eco-Velvet	235	2291	132	1287	23	227	4	41
Everest	49	458	19	178	41	381	0	0
Faux Leather	430	4296	357	3566	134	1338	21	208
Linen	5042	27983	3482	19325	1075	5965	412	2286
Lovely	127	1035	56	456	6	47	4	34
Manhattan	137	1363	28	279	12	116	8	83
Manolo	88	752	66	564	6	50	8	71
Matador	39	341	0	0	0	0	0	0
Oxford	0	0	0	0	12	151	0	0
Plush Velvet	18210	112902	10640	65968	2435	15096	1161	7196
Total	24484	152 552 €	14836	92 248 €	3789	23 746 €	1622	9 982 €

Consumo e Custo Associado aos Planos de Corte do Modelo 2 Vivos Dimensionados na Diagonal								
Categorização do Tecido	MOD02 3L		MOD02 2L		MOD02 1L		MOD02 OTT	
	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]
Amatheon	28	428	25	383	5	77	3	47
Comfy	93	651	25	175	33	231	0	0
Eco-Velvet	223	2174	117	1141	19	185	3	30
Everest	46	430	17	159	33	309	0	0
Faux Leather	409	4086	317	3167	107	1069	15	152
Linen	4791	26590	3087	17133	858	4762	301	1671
Lovely	121	986	50	408	5	41	3	25
Manhattan	130	1294	25	249	9	90	6	61
Manolo	84	718	58	496	5	43	6	52
Matador	37	324	0	0	0	0	0	0
Oxford	0	0	0	0	9	117	0	0
Plush Velvet	17303	107279	9434	58491	1945	12059	848	5260
Total	23265	144 960 €	13155	81 800 €	3028	18 981 €	1186	7 297 €

APÊNDICE O

Consumo e Custo Associado aos Planos de Corte do Modelo 2 Vivos Dimensionados na Horizontal								
Categorização do Tecido	MOD02 3L		MOD02 2L		MOD02 1L		MOD02 OTT	
	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]
Amatheon	27	411	24	366	4	66	3	48
Comfy	90	627	24	168	30	212	0	0
Eco-Velvet	215	2097	112	1089	17	169	3	30
Everest	45	419	16	149	30	284	0	0
Faux Leather	394	3939	303	3028	100	996	16	156
Linen	4621	25649	2954	16396	799	4437	309	1714
Lovely	117	950	48	390	4	35	3	25
Manhattan	125	1248	24	238	9	86	6	62
Manolo	81	690	56	477	4	37	6	53
Matador	36	314	0	0	0	0	0	0
Oxford	0	0	0	0	9	112	0	0
Plush Velvet	16690	103479	9027	55969	1811	11229	870	5397
Total	22441	139 824 €	12588	78 270 €	2819	17 664 €	1217	7 486 €

APÊNDICE P

Consumo e Custo Associado aos Planos de Corte do Modelo 2 Plano de Corte Exclusivo para Vivos do <i>Ottoman</i>								
Categorização do Tecido	MOD02 3L		MOD02 2L		MOD02 1L		MOD02 OTT	
	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]	Consumo [m lineares]	Custo [€]
Amatheon	27	411	24	366	4	66	2	37
Comfy	90	627	24	168	30	212	0	0
Eco-Velvet	215	2097	112	1089	17	169	2	24
Everest	45	419	16	149	30	284	0	0
Faux Leather	394	3939	303	3028	100	996	12	121
Linen	4621	25649	2954	16396	799	4437	240	1333
Lovely	117	950	48	390	4	35	2	20
Manhattan	125	1248	24	238	9	86	5	48
Manolo	81	690	56	477	4	37	5	41
Matador	36	314	0	0	0	0	0	0
Oxford	0	0	0	0	9	112	0	0
Plush Velvet	16690	103479	9027	55969	1811	11229	677	4197
Total	22441	139 824 €	12588	78 270 €	2819	17 664 €	946	5 822 €

APÊNDICE Q

Aproveitamento dos Planos de Corte							
Modelo	Largura [m]	Comprimento [m]	Eficiência [%]	Consumo Total [m2]	Consumo Real [m2]	Desperdício [m2]	Desperdício [%]
MOD1-1L	1,4	4,185	94,00%	5,86	5,51	0,35	6%
MOD1-1L	1,5	3,872	94,67%	5,81	5,50	0,31	5%
MOD1-1L	1,6	3,701	92,75%	5,92	5,49	0,43	7%
MOD1-1L	1,7	3,450	93,53%	5,87	5,49	0,38	6%
MOD1-1L	1,8	3,221	94,52%	5,80	5,48	0,32	5%
MOD1-1L	1,9	3,105	92,82%	5,90	5,48	0,42	7%
MOD1-1L	2	2,955	92,57%	5,91	5,47	0,44	7%
MOD1-2L	1,4	8,203	88,84%	11,48	10,20	1,28	11%
MOD1-2L	1,5	7,228	93,97%	10,84	10,19	0,65	6%
MOD1-2L	1,6	6,618	96,09%	10,59	10,17	0,41	4%
MOD1-2L	1,7	6,301	94,87%	10,71	10,16	0,55	5%
MOD1-2L	1,8	5,961	94,63%	10,73	10,15	0,58	5%
MOD1-2L	1,9	5,542	94,64%	10,53	9,97	0,56	5%
MOD1-2L	2	5,376	94,27%	10,75	10,14	0,62	6%
MOD1-3L	1,4	9,180	93,93%	12,85	12,07	0,78	6%
MOD1-3L	1,5	8,463	94,96%	12,69	12,05	0,64	5%
MOD1-3L	1,6	7,884	95,45%	12,61	12,04	0,57	5%
MOD1-3L	1,7	7,478	94,61%	12,71	12,03	0,69	5%
MOD1-3L	1,8	6,997	95,39%	12,59	12,01	0,58	5%
MOD1-3L	1,9	6,659	93,87%	12,65	11,88	0,78	6%
MOD1-3L	2	6,333	94,69%	12,67	11,99	0,67	5%
MOD1-OTT	1,4	2,478	68,10%	3,47	2,36	1,11	32%
MOD1-OTT	1,5	1,914	82,17%	2,87	2,36	0,51	18%
MOD1-OTT	1,6	1,725	85,35%	2,76	2,36	0,40	15%
MOD1-OTT	1,7	1,725	80,24%	2,93	2,35	0,58	20%
MOD1-OTT	1,8	1,720	75,93%	3,10	2,35	0,75	24%
MOD1-OTT	1,9	1,654	74,72%	3,14	2,35	0,79	25%
MOD1-OTT	2	1,305	89,90%	2,61	2,35	0,26	10%
MOD2-1L	1,4	4,333	95,53%	6,07	5,80	0,27	4%
MOD2-1L	1,5	4,219	91,42%	6,33	5,79	0,54	9%
MOD2-1L	1,6	4,219	85,59%	6,75	5,78	0,97	14%
MOD2-1L	1,7	4,219	80,47%	7,17	5,77	1,40	20%
MOD2-1L	1,8	4,219	75,92%	7,59	5,77	1,83	24%
MOD2-1L	1,9	4,129	71,86%	7,85	5,64	2,21	28%
MOD2-1L	2	4,219	66,21%	8,44	5,59	2,85	34%
MOD2-2L	1,4	7,957	96,02%	11,14	10,70	0,44	4%
MOD2-2L	1,5	7,368	96,64%	11,05	10,68	0,37	3%
MOD2-2L	1,6	7,002	95,22%	11,20	10,67	0,54	5%
MOD2-2L	1,7	6,516	96,18%	11,08	10,65	0,42	4%
MOD2-2L	1,8	6,106	96,85%	10,99	10,64	0,35	3%
MOD2-2L	1,9	5,795	96,59%	11,01	10,64	0,38	3%
MOD2-2L	2	5,535	95,99%	11,07	10,63	0,44	4%
MOD2-3L	1,4	8,987	95,22%	12,58	11,98	0,60	5%
MOD2-3L	1,5	8,440	94,50%	12,66	11,96	0,70	6%
MOD2-3L	1,6	7,880	94,77%	12,61	11,95	0,66	5%
MOD2-3L	1,7	7,443	94,32%	12,65	11,93	0,72	6%
MOD2-3L	1,8	6,900	96,00%	12,42	11,92	0,50	4%
MOD2-3L	1,9	6,542	95,84%	12,43	11,91	0,52	4%
MOD2-3L	2	6,184	96,23%	12,37	11,90	0,47	4%
MOD2-OTT	1,4	2,270	78,04%	3,18	2,48	0,70	22%
MOD2-OTT	1,5	1,968	83,88%	2,95	2,48	0,48	16%
MOD2-OTT	1,6	1,785	86,60%	2,86	2,47	0,38	13%
MOD2-OTT	1,7	1,785	81,42%	3,03	2,47	0,56	19%

Otimização do processo de corte e empacotamento bidimensional na indústria de mobiliário

MOD2-OTT	1,8	1,785	76,82%	3,21	2,47	0,74	23%
MOD2-OTT	1,9	1,740	74,58%	3,31	2,47	0,84	25%
MOD2-OTT	2	1,575	78,22%	3,15	2,46	0,69	22%
MOD3-CANTO	1,4	6,165	68,91%	8,63	5,95	2,68	31%
MOD3-CANTO	1,5	4,707	84,11%	7,06	5,94	1,12	16%
MOD3-CANTO	1,6	4,026	92,09%	6,44	5,93	0,51	8%
MOD3-CANTO	1,7	3,889	89,63%	6,61	5,93	0,69	10%
MOD3-CANTO	1,8	3,494	94,11%	6,29	5,92	0,37	6%
MOD3-CANTO	1,9	3,489	89,20%	6,63	5,91	0,72	11%
MOD3-CANTO	2	3,184	92,79%	6,37	5,91	0,46	7%
MOD3-ESQ-DRT	1,4	5,037	74,13%	7,05	5,23	1,82	26%
MOD3-ESQ-DRT	1,5	3,856	90,23%	5,78	5,22	0,57	10%
MOD3-ESQ-DRT	1,6	4,708	84,10%	7,53	6,34	1,20	16%
MOD3-ESQ-DRT	1,7	3,495	87,63%	5,94	5,21	0,73	12%
MOD3-ESQ-DRT	1,8	3,091	93,49%	5,56	5,20	0,36	7%
MOD3-ESQ-DRT	1,9	2,902	94,25%	5,51	5,20	0,32	6%
MOD3-ESQ-DRT	2	2,937	91,52%	5,87	5,38	0,50	8%
MOD3-MEIOS	1,4	3,894	67,98%	5,45	3,71	1,75	32%
MOD3-MEIOS	1,5	3,384	72,89%	5,08	3,70	1,38	27%
MOD3-MEIOS	1,6	2,701	85,51%	4,32	3,70	0,63	14%
MOD3-MEIOS	1,7	2,690	80,73%	4,57	3,69	0,88	19%
MOD3-MEIOS	1,8	2,385	85,89%	4,29	3,69	0,61	14%
MOD3-MEIOS	1,9	2,356	82,30%	4,48	3,68	0,79	18%
MOD3-MEIOS	2	2,173	84,72%	4,35	3,68	0,66	15%
MOD3-OTT	1,4	2,669	53,88%	3,74	2,01	1,72	46%
MOD3-OTT	1,5	2,592	51,71%	3,89	2,01	1,88	48%
MOD3-OTT	1,6	1,410	88,98%	2,26	2,01	0,25	11%
MOD3-OTT	1,7	1,410	83,66%	2,40	2,01	0,39	16%
MOD3-OTT	1,8	1,410	78,93%	2,54	2,00	0,53	21%
MOD3-OTT	1,9	1,141	74,71%	2,17	1,62	0,55	25%
MOD3-OTT	2	1,141	70,92%	2,28	1,62	0,66	29%
MOD4	1,4	9,619	95,07%	13,47	12,80	0,66	5%
MOD4	1,5	8,959	95,13%	13,44	12,78	0,65	5%
MOD4	1,6	8,407	94,91%	13,45	12,77	0,68	5%
MOD4	1,7	7,901	94,94%	13,43	12,75	0,68	5%
MOD4	1,8	7,426	95,32%	13,37	12,74	0,63	5%
MOD4	1,9	7,079	94,63%	13,45	12,73	0,72	5%
MOD4	2	6,665	95,42%	13,33	12,72	0,61	5%
MOD5-LS	1,4	5,140	90,09%	7,20	6,48	0,71	10%
MOD5-LS	1,5	4,730	91,24%	7,10	6,47	0,62	9%
MOD5-LS	1,6	4,571	88,41%	7,31	6,47	0,85	12%
MOD5-LS	1,7	4,174	91,02%	7,10	6,46	0,64	9%
MOD5-LS	1,8	3,951	90,72%	7,11	6,45	0,66	9%
MOD5-LS	1,9	4,156	92,14%	7,90	7,28	0,62	8%
MOD5-LS	2	3,552	90,66%	7,10	6,44	0,66	9%
MOD5-2L	1,4	6,562	91,11%	9,19	8,37	0,82	9%
MOD5-2L	1,5	7,070	92,65%	10,61	9,83	0,78	7%
MOD5-2L	1,6	6,664	92,04%	10,66	9,81	0,85	8%
MOD5-2L	1,7	6,356	90,72%	10,81	9,80	1,00	9%
MOD5-2L	1,8	6,196	87,80%	11,15	9,79	1,36	12%
MOD5-2L	1,9	5,613	91,75%	10,66	9,78	0,88	8%
MOD5-2L	2	5,368	91,06%	10,74	9,78	0,96	9%
MOD5-3L	1,4	7,441	91,40%	10,42	9,52	0,90	9%
MOD5-3L	1,5	8,114	91,20%	12,17	11,10	1,07	9%
MOD5-3L	1,6	7,409	93,51%	11,85	11,09	0,77	6%
MOD5-3L	1,7	7,068	92,16%	12,02	11,07	0,94	8%
MOD5-3L	1,8	6,789	90,53%	12,22	11,06	1,16	9%
MOD5-3L	1,9	6,284	92,57%	11,94	11,05	0,89	7%
MOD5-3L	2	5,981	92,32%	11,96	11,04	0,92	8%
MOD5-OTT	1,4	1,184	80,09%	1,66	1,33	0,33	20%
MOD5-OTT	1,5	1,184	75,73%	1,78	1,34	0,43	24%
MOD5-OTT	1,6	1,184	70,90%	1,89	1,34	0,55	29%
MOD5-OTT	1,7	1,184	66,66%	2,01	1,34	0,67	33%
MOD5-OTT	1,8	1,184	62,89%	2,13	1,34	0,79	37%

MOD5-3L	2	5,981	92,32%	11,96	11,04	0,92	8%
MOD5-OTT	1,4	1,184	80,09%	1,66	1,33	0,33	20%
MOD5-OTT	1,5	1,184	75,73%	1,78	1,34	0,43	24%
MOD5-OTT	1,6	1,184	70,90%	1,89	1,34	0,55	29%
MOD5-OTT	1,7	1,184	66,66%	2,01	1,34	0,67	33%
MOD5-OTT	1,8	1,184	62,89%	2,13	1,34	0,79	37%
MOD5-OTT	1,9	1,184	59,53%	2,25	1,34	0,91	40%
MOD5-OTT	2	1,184	56,51%	2,37	1,34	1,03	43%
MOD6-BASE	1,4	3,090	66,24%	4,33	2,87	1,46	34%
MOD6-BASE	1,5	3,089	61,76%	4,63	2,86	1,77	38%
MOD6-BASE	1,6	2,742	65,14%	4,39	2,86	1,53	35%
MOD6-BASE	1,7	2,296	73,13%	3,90	2,85	1,05	27%
MOD6-BASE	1,8	2,150	73,70%	3,87	2,85	1,02	26%
MOD6-BASE	1,9	2,100	71,42%	3,99	2,85	1,14	29%
MOD6-BASE	2	1,922	74,05%	3,84	2,85	1,00	26%
MOD6-BRAÇOS	1,4	2,200	56,03%	3,08	1,73	1,35	44%
MOD6-BRAÇOS	1,5	2,200	53,36%	3,30	1,76	1,54	47%
MOD6-BRAÇOS	1,6	2,200	49,96%	3,52	1,76	1,76	50%
MOD6-BRAÇOS	1,7	1,200	86,12%	2,04	1,76	0,28	14%
MOD6-BRAÇOS	1,8	1,200	81,26%	2,16	1,76	0,40	19%
MOD6-BRAÇOS	1,9	1,200	76,91%	2,28	1,75	0,53	23%
MOD6-BRAÇOS	2	1,200	73,01%	2,40	1,75	0,65	27%
MOD6-COSTA	1,4	2,650	63,58%	3,71	2,36	1,35	36%
MOD6-COSTA	1,5	2,650	60,56%	3,98	2,41	1,57	39%
MOD6-COSTA	1,6	2,650	56,70%	4,24	2,40	1,84	43%
MOD6-COSTA	1,7	2,650	53,30%	4,51	2,40	2,10	47%
MOD6-COSTA	1,8	2,650	50,29%	4,77	2,40	2,37	50%
MOD6-COSTA	1,9	1,400	90,11%	2,66	2,40	0,26	10%
MOD6-COSTA	2	1,400	85,54%	2,80	2,40	0,40	14%
MOD7-1L	1,4	5,349	86,06%	7,49	6,44	1,04	14%
MOD7-1L	1,5	4,855	88,36%	7,28	6,43	0,85	12%
MOD7-1L	1,6	4,524	88,79%	7,24	6,43	0,81	11%
MOD7-1L	1,7	4,161	90,75%	7,07	6,42	0,65	9%
MOD7-1L	1,8	3,939	90,44%	7,09	6,41	0,68	10%
MOD7-1L	1,9	3,719	90,68%	7,07	6,41	0,66	9%
MOD7-1L	2	3,590	89,16%	7,18	6,40	0,78	11%
MOD7-2L	1,4	9,849	81,70%	13,79	11,27	2,52	18%
MOD7-2L	1,5	8,083	89,26%	12,12	10,82	1,30	11%
MOD7-2L	1,6	7,804	86,56%	12,49	10,81	1,68	13%
MOD7-2L	1,7	6,914	91,86%	11,75	10,80	0,96	8%
MOD7-2L	1,8	6,498	92,22%	11,70	10,79	0,91	8%
MOD7-2L	1,9	6,146	92,28%	11,68	10,78	0,90	8%
MOD7-2L	2	5,850	92,03%	11,70	10,77	0,93	8%
MOD7-3L	1,4	11,461	79,69%	16,05	12,79	3,26	20%
MOD7-3L	1,5	10,742	84,91%	16,11	13,68	2,43	15%
MOD7-3L	1,6	10,060	84,90%	16,10	13,67	2,43	15%
MOD7-3L	1,7	9,356	85,82%	15,91	13,65	2,26	14%
MOD7-3L	1,8	8,147	92,99%	14,66	13,64	1,03	7%
MOD7-3L	1,9	7,798	91,94%	14,82	13,62	1,19	8%
MOD7-3L	2	7,379	92,23%	14,76	13,61	1,15	8%
MOD7-OTT	1,4	2,120	79,65%	2,97	2,36	0,60	20%
MOD7-OTT	1,5	2,120	74,23%	3,18	2,36	0,82	26%
MOD7-OTT	1,6	2,095	70,31%	3,35	2,36	1,00	30%
MOD7-OTT	1,7	1,820	76,11%	3,09	2,35	0,74	24%
MOD7-OTT	1,8	1,820	71,81%	3,28	2,35	0,92	28%
MOD7-OTT	1,9	1,700	72,77%	3,23	2,35	0,88	27%
MOD7-OTT	2	1,495	78,54%	2,99	2,35	0,64	21%
MOD8-1L	1,4	5,988	93,76%	8,38	7,86	0,52	6%
MOD8-1L	1,5	5,616	93,19%	8,42	7,85	0,57	7%
MOD8-1L	1,6	5,316	92,17%	8,51	7,84	0,67	8%
MOD8-1L	1,7	4,961	92,85%	8,43	7,83	0,60	7%
MOD8-1L	1,8	4,786	90,80%	8,61	7,82	0,79	9%
MOD8-1L	1,9	4,423	93,00%	8,40	7,82	0,59	7%
MOD8-1L	2	4,287	91,08%	8,57	7,81	0,76	9%
MOD8-2L	1,4	8,115	91,33%	11,36	10,38	0,98	9%
MOD8-2L	1,5	7,537	91,65%	11,31	10,36	0,94	8%

Otimização do processo de corte e empacotamento bidimensional na indústria de mobiliário

MOD8-2L	1,6	7,080	91,35%	11,33	10,35	0,98	9%
MOD8-2L	1,7	6,505	93,47%	11,06	10,34	0,72	7%
MOD8-2L	1,8	6,239	91,95%	11,23	10,33	0,90	8%
MOD8-2L	1,9	5,823	93,24%	11,06	10,32	0,75	7%
MOD8-2L	2	5,587	92,25%	11,17	10,31	0,87	8%
MOD8-2.5L	1,4	8,922	91,95%	12,49	11,49	1,01	8%
MOD8-2.5L	1,5	8,390	91,14%	12,59	11,47	1,12	9%
MOD8-2.5L	1,6	7,822	91,52%	12,52	11,45	1,06	8%
MOD8-2.5L	1,7	7,180	93,73%	12,21	11,44	0,77	6%
MOD8-2.5L	1,8	6,885	92,23%	12,39	11,43	0,96	8%
MOD8-2.5L	1,9	6,539	91,92%	12,42	11,42	1,00	8%
MOD8-2.5L	2	6,182	92,28%	12,36	11,41	0,95	8%
STORAGE 1	1,4	1,199	69,47%	1,68	1,17	0,51	31%
STORAGE 1	1,5	2,292	73,37%	3,44	2,52	0,92	27%
STORAGE 1	1,6	2,242	70,22%	3,59	2,52	1,07	30%
STORAGE 1	1,7	2,000	74,04%	3,40	2,52	0,88	26%
STORAGE 1	1,8	1,845	75,76%	3,32	2,52	0,81	24%
STORAGE 1	1,9	1,818	72,70%	3,45	2,51	0,94	27%
STORAGE 1	2	1,781	70,46%	3,56	2,51	1,05	30%
STORAGE 2	1,4	1,840	93,78%	2,58	2,42	0,16	6%
STORAGE 2	1,5	1,833	87,75%	2,75	2,41	0,34	12%
STORAGE 2	1,6	1,828	82,37%	2,92	2,41	0,52	18%
STORAGE 2	1,7	1,816	77,94%	3,09	2,41	0,68	22%
STORAGE 2	1,8	1,815	73,59%	3,27	2,40	0,86	26%
STORAGE 2	1,9	1,812	69,75%	3,44	2,40	1,04	30%
STORAGE 2	2	1,810	66,30%	3,62	2,40	1,22	34%
STORAGE 3	1,4	1,470	53,41%	2,06	1,10	0,96	47%
STORAGE 3	1,5	1,470	49,78%	2,21	1,10	1,11	50%
STORAGE 3	1,6	1,470	46,61%	2,35	1,10	1,26	53%
STORAGE 3	1,7	1,470	41,34%	2,50	1,03	1,47	59%
STORAGE 3	1,8	1,470	39,13%	2,65	1,04	1,61	61%
STORAGE 3	1,9	1,470	43,82%	2,79	1,22	1,57	56%
STORAGE 3	2	1,470	37,14%	2,94	1,09	1,85	63%