



## Otimização de Processos e Logística Interna numa Empresa da Indústria de Mobiliário

**NUNO LUÍS RIBEIRO DA ROCHA**  
outubro de 2025

# OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS E LOGÍSTICA INTERNA NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA DE MOBILIÁRIO

Nuno Luís Ribeiro da Rocha

**2025**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

# OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS E LOGÍSTICA INTERNA NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA DE MOBILIÁRIO

Nuno Luís Ribeiro da Rocha

Estudante n.º 1200982

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão da Cadeia de Abastecimento, realizada sob a orientação da Professora Doutora Marisa João Guerra Pereira

**2025**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, à Professora Doutora Marisa João Guerra pela orientação, disponibilidade e dedicação, assim como pelas observações e encorajamento que foram decisivos para a concretização desta dissertação. À Professora Doutora Maria Teresa, manifesto igualmente o meu reconhecimento pela orientação inicial e pela recomendação que permitiu o acompanhamento posterior da Professora Doutora Marisa João Guerra.

À LASKASAS, manifesto o meu agradecimento pela oportunidade de desenvolvimento do projeto em ambiente industrial. Estendo este agradecimento ao Engenheiro João Fernandes pela confiança, liderança e apoio na viabilização das atividades em campo, bem como na articulação com as equipas.

Aos colegas e amigos do mestrado, pela partilha e pelas longas horas de estudo, obrigado. À minha família, pela presença, apoio contínuo e pela criação de oportunidades que tornaram este percurso possível. À minha namorada Carolina, deixo um especial reconhecimento pelas palavras certas nos momentos difíceis e pelo incentivo em tudo a que me proponho.

Por fim, a todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta dissertação, o meu sincero obrigado.

página propositadamente em branco

## RESUMO

Atualmente, a indústria do mobiliário em Portugal tem vindo a evoluir tanto nos seus produtos como na sua capacidade produtiva. Para responder a um mercado cada vez mais competitivo e exigente, as empresas devem procurar melhorar os seus processos e eliminar atividades que não acrescentam valor. Neste contexto, este projeto de estágio foi desenvolvido na Laskasas, uma marca de referência no mobiliário de luxo em Portugal.

O principal objetivo deste projeto foi a otimização de processos e da logística interna no sistema produtivo da empresa. A identificação de ineficiências, a proposta de soluções de melhoria e o suporte à criação de bases sólidas para um sistema de produção mais eficiente foram etapas centrais do trabalho. Estas ações incidiram sobre os setores de marcenaria e de embalagem, onde, através de observação direta, entrevistas com operadores e recolha de dados de produção, foi possível diagnosticar e identificar pontos de melhoria.

Para responder aos problemas identificados, foram aplicadas ferramentas *Lean* como 5S, SMED, *Kaizen*, Gestão Visual, diagramas de *spaghetti* e normalização de operações. Estas técnicas permitiram mapear desperdícios, estudar tempos de *setup*, compreender fluxos logísticos e apoiar propostas de alteração de *layout*. A investigação revelou problemas como excesso de trabalho em curso, desorganização dos postos de trabalho, fluxos de transporte ineficientes e ausência de métodos normalizados. Para dar resposta a estas limitações, foram implementadas medidas como a criação de zonas de WIP, a introdução de um armazém móvel, a reorganização das bancadas de embalagem e a redefinição do layout no setor de montagem/embalagem.

No setor da folha, o corte foi identificado como o principal gargalo. Foi proposto um armazém móvel, concebido como um carro, que reduziu os *setups* a apenas um por turno e aumentou a taxa de corte por hora em cerca de 20%. Na embalagem, foi realizada uma reorganização profunda do espaço e dos postos de trabalho. A realocação dos materiais de embalagem para o armazém de ferragens libertou 78 m<sup>2</sup>, a redistribuição das bases de cama libertou mais 16 m<sup>2</sup> e a revisão do processo de caixas de exportação reduziu significativamente a área ocupada. Em conjunto, estas medidas libertaram mais de 90 m<sup>2</sup> de espaço útil para operações críticas, reduziram movimentações e transportes de matérias-primas e componentes e promoveram uma cultura de organização distinta da anterior.

Estes resultados significam que a empresa passou a beneficiar de maior eficiência, melhor aproveitamento do espaço e uma nova perspetiva sobre o *Lean Thinking*. No entanto, também evidenciam a necessidade de trabalhos futuros para garantir a sustentabilidade destas melhorias, em particular através da monitorização contínua e da manutenção sistemática das práticas *Lean*.

### PALAVRAS-CHAVE

Produção *Lean*; Otimização de Processos; Logística Interna; *Layout* Fabril; Indústria do Mobiliário

página propositadamente em branco

## ABSTRACT

Nowadays, the furniture industry in Portugal has been evolving both in its products and in its production capacity. To respond to an increasingly competitive and demanding market, companies must seek to improve their processes and eliminate activities that do not add value. In this context, this internship project was developed at Laskasas, a leading name in luxury furniture in Portugal.

The main objective of this project was the optimization of processes and internal logistics in the company's production system. The identification of inefficiencies, the proposal of improvement solutions, and the support for building a solid foundation for a more efficient production system were all stages of this project. These actions focused on the carpentry and packaging sectors, where, through direct observation, interviews with operators, and the collection of production data, it was possible to diagnose and identify points for improvement.

To address the problems found, Lean tools such as 5S, SMED, Kaizen, Visual Management, *spaghetti* diagrams and standardization of operations were applied. These techniques made it possible to map waste, study setup times, understand logistics flows, and support proposals for layout changes. The investigation revealed problems such as excess work-in-progress, disorganization of workstations, inefficient transport flows, and the absence of standardized methods. To respond to these limitations, measures were implemented such as the creation of WIP zones, the introduction of a mobile warehouse, the reorganization of packaging workbenches, and the redefinition of the layout in the assembly/packaging sector.

In the veneer sector, cutting was identified as the main bottleneck. A mobile warehouse, designed as a cart, was proposed, which reduced setups to only one per shift and increased the cutting rate per hour by around 20%. In packaging, a deep reorganization of space and workstations was carried out. The relocation of packaging materials to the hardware warehouse freed up 78 m<sup>2</sup>, the redistribution of bed bases freed up an additional 16 m<sup>2</sup>, and the revision of the export box process significantly reduced the area occupied. Together, these measures released more than 90 m<sup>2</sup> of useful space for critical operations, reduced movements and transports of raw materials and components, and promoted a culture of organization different from the previous one.

These results mean that the company now benefits from greater efficiency, better use of space, and a new view on Lean Thinking. However, they also highlight the need for future work to ensure the sustainability of these improvements, particularly through continuous monitoring and the systematic maintenance of Lean practices.

## KEYWORDS

Lean Production; Process Optimization; Internal Logistics; Factory Layout; Furniture Industry

página propositadamente em branco

# ÍNDICE

RESUMO .....	I
ABSTRACT .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	XIII
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS .....	15
1. INTRODUÇÃO .....	17
1.1. Enquadramento e Pertinência .....	17
1.2. Questão e Objetivos de Investigação .....	18
1.3. Opções Metodológicas .....	18
1.4. Apresentação da Empresa .....	20
1.4.1. Laskasas .....	20
1.4.2. Estrutura da Empresa .....	21
1.4.3. Estratégia Produtiva .....	22
1.4.4. Setor da Marcenaria .....	24
1.4.5. Tipos de Acabamento .....	25
1.4.6. Setor dos Estofos .....	26
1.5. Estrutura do Trabalho .....	28
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	30
2.1. <i>Lean Manufacturing</i> .....	30
2.1.1. Origem do <i>Lean</i> .....	30
2.1.2. Princípios do <i>Lean Manufacturing</i> .....	31
2.1.3. Os Sete Desperdícios ( <i>Muda</i> ) .....	32
2.2. Ferramentas e Metodologias <i>Lean</i> .....	32
2.2.1. <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) .....	32
2.2.2. Gestão Visual .....	33
2.2.3. 5S .....	33
2.2.4. Diagrama de <i>Spaghetti</i> .....	34
2.2.5. <i>Standard Work</i> .....	34
2.2.6. <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) .....	35
2.2.7. <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED) .....	36
3. MÉTODOS E APLICAÇÃO .....	39
3.1. Descrição da Marcenaria .....	39
3.1.1. Setor do Corte .....	39
3.1.2. Folha .....	41
3.1.3. CNC .....	41
3.1.4. Orladora .....	42

---

3.1.5. Calibradora .....	43
3.1.6. Marceneiro.....	43
3.1.7. Verificação Pré-Acabamento .....	44
3.2. Diagnóstico da Marcenaria.....	44
3.2.1. Situação dos Postos de Trabalho; .....	45
3.2.2. Layout Desatualizado .....	54
3.3. Descrição da Área de Aplicação da Folha.....	56
3.3.1. Descrição das Operações .....	57
3.4. Diagnóstico da área da Folha .....	61
3.4.1. Situação dos Postos de Trabalho .....	61
3.4.2. Tipos de Desperdícios .....	65
3.4.3. Identificação das Operações .....	68
3.4.4. Diagrama de <i>Spaghetti</i> .....	70
3.5. Descrição da Área de Embalagem .....	70
3.5.1. Armazéns de Matéria-Prima .....	71
3.5.2. Fluxo de Produção.....	72
3.5.3. Processo de Embalagem .....	74
3.6. Diagnostico do Setor de Embalagem .....	75
3.6.1. Situação dos Postos de Trabalho .....	75
3.6.2. Armazéns de Matéria-prima .....	78
3.6.3. Oportunidades de Melhoria Encontradas.....	80
3.7. Auditoria 5S.....	81
3.7.1. Cenário Atual Marcenaria .....	83
3.7.2. Cenário Atual da Embalagem.....	85
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	89
4.1. Proposta de Melhoria na Zona da Folha .....	89
4.1.1. Redução do Tempo de <i>Setup</i> .....	89
4.1.2. Avaliação dos Cenários Propostos .....	100
4.1.3. Implementação das Soluções.....	104
4.1.4. Proposta de Novo Layout.....	109
4.2. Proposta de Melhoria no Setor da Marcenaria.....	111
4.2.1. Marcação de Zonas de WIP e Produto Acabado.....	111
4.3. Proposta de Melhoria no Setor da Embalagem .....	113
4.3.1. Bancada de Embalagem.....	113
4.3.2. Armazéns do Setor de Embalagem .....	116
4.3.3. Produto Embalado .....	117
4.3.4. Caixas de Exportação .....	118
4.3.5. Proposta de Alteração do Layout do Setor de Embalagem .....	118
4.4. Análise e Discussão de Resultados da Folha .....	121
4.4.1. Corte de Folha.....	121
4.4.2. Costura de Folha .....	123

---

4.4.3. Discussão de Resultados da Zona da Folha.....	124
4.5. Análise e Discussão de Resultados no Setor da Marcenaria .....	126
4.5.1. Implementação das Marcações .....	126
4.5.2. Manutenção das Marcações .....	128
4.5.3. Auditoria 5S no Setor da Marcenaria.....	130
4.5.4. Discussão de Resultados do Setor da Marcenaria .....	131
4.6. Análise e Discussão de Resultados no Setor de Embalagem .....	131
4.6.1. Melhoria e Standardização das Bancadas do Posto de Embalagem.....	131
4.6.2. Implementação do Novo Layout.....	133
4.6.3. Auditoria 5S no Setor de Embalagem .....	137
4.6.4. Discussão de Resultados do Setor de Embalagem.....	138
5. CONCLUSÃO .....	141
5.1. Conclusões Finais.....	141
5.2. Limitações e Investigação Futuras.....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	145
APÊNDICE A - Diagrama de <i>Spaghetti</i> Corte de Folha.....	148
APÊNDICE B - Diagrama de <i>Spaghetti</i> Costura de Folha .....	149
APÊNDICE C - Diagrama de <i>Spaghetti</i> Aplicação de Folha 1 .....	150
APÊNDICE D - Diagrama de <i>Spaghetti</i> Aplicação DE FOLHA 2 .....	151
APÊNDICE E - Layout Atualizado Laskasas.....	152
APÊNDICE F - Proposta de Layout Vista Cima .....	153
APÊNDICE G - Auditoria 5S no Setor da Marcenaria .....	154
APÊNDICE H - Auditoria 5S no Setor da Embalagem.....	155

página propositadamente em branco

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Vista Satélite Polo 1.....	20
Figura 2 - Organograma Laskasas.....	21
Figura 3 - Layout Polo 1 (Piso 0).....	23
Figura 4 - Layout Polo 1 (Piso -1).....	23
Figura 5 - Exemplos de móveis Laskasas.....	24
Figura 6 - Fluxograma de produção de móveis.....	25
Figura 7 - Exemplo de Acabamentos.....	26
Figura 8 - Exemplos de estofos Laskasas.....	26
Figura 9 - Fluxograma de produção dos Estofos.....	27
Figura 10 - Casa TPS retirada do documento Produção Lean.....	30
Figura 11 - Layout do setor da Marcenaria.....	39
Figura 12 - Fluxo de materiais e processos de corte.....	40
Figura 13 - Fluxo de materiais e processos de Folha.....	41
Figura 14 - Esquema do processo de CNC.....	42
Figura 15 - Esquema do processo de Orla.....	42
Figura 16 - Esquema do processo de Calibradora.....	43
Figura 17 - Operações do posto de Marceneiro.....	44
Figura 18 – Lote de MDF rodeado de placas Cortadas.....	45
Figura 19 - Placas sobrepostas a Lote de OSB.....	45
Figura 20 - Placas apoio ao Corte.....	46
Figura 21 - Placas de Apoio ao Corte 2.....	46
Figura 22 - Lote de Abastecimento MDF 19.....	47
Figura 23 – WIP da CNC Rover K.....	48
Figura 24 - Carrinho de Apoio.....	48
Figura 25 - WIP Orladora 1.....	49
Figura 26 – Zona de Acesso a Rack de Orlas.....	49
Figura 27 - Bancada do Encarregado.....	50
Figura 28 - WIP Orladora 2.....	50
Figura 29 - Corredor entre CNCs.....	51
Figura 30 - Orladora.....	51
Figura 31 - Estante de Orlas.....	52
Figura 32 - Rack de Orlas.....	52
Figura 33 - Máquina Inutilizada 1.....	53
Figura 34 - Máquina Inutilizada 2.....	53
Figura 35 - Estrutura do layout.....	55
Figura 36 - Layout do setor da Marcenaria.....	55
Figura 37 - Layout zona de Folha.....	56
Figura 38 - Armazém de Folha.....	57
Figura 39 - Postos de Trabalho da zona da Folha.....	57
Figura 40 - Defeitos na Folha.....	58
Figura 41 - Processo de Casar Folha.....	58
Figura 42 - Carrinho de Folha Cortada.....	59

Figura 43 - Folha Cortada .....	59
Figura 44 - Máquina de Costura 1 .....	59
Figura 45 - Folha Costurada .....	59
Figura 46 - Máquina de Cola .....	60
Figura 47 - Mesa de Apoio à prensagem.....	60
Figura 48 - Placas Folheadas .....	61
Figura 49 - Carrinho de Apoio Folha.....	62
Figura 50 - Armazém de Folha congestionado.....	62
Figura 51 - Lotes de Folha Dispersos.....	63
Figura 52 - Proteção das Paletes de Folha .....	63
Figura 53 - Máquina de Costura 2 .....	64
Figura 54 - Corredor na zona de Folha.....	64
Figura 55 - Acumulação de PA do corte .....	64
Figura 56 - Escala da Máquina de Cola.....	64
Figura 57 - Tapete de Rolos ocupado.....	65
Figura 58 - Diagrama Ishikawa Corte de Folha.....	66
Figura 59 - Layout do Setor de Embalagem .....	71
Figura 60 - Suporte de Pedras .....	71
Figura 61 - Suporte de Vidros.....	71
Figura 62 - Rack de Metais .....	71
Figura 63 - Posto de Controlo de Qualidade .....	72
Figura 64 - Bancada de Montagem .....	73
Figura 65 - Bancada de Embalagem .....	73
Figura 66 - Fluxograma do processo de Acabamento .....	74
Figura 67 - Instrução de Embalagem - Móvel .....	74
Figura 68 - Instrução de Embalagem - Prateleiras .....	75
Figura 69 - Instrução de Embalagem - Pés e Ferragens .....	75
Figura 70 - Exemplo de tempo maior do que o Carrinho.....	76
Figura 71 - Bancada Desorganizada .....	77
Figura 72 - Material de Embalagem em cima da Bancada .....	77
Figura 73 - Zona de Caixas de Exportação.....	77
Figura 74 - Stock de Estrados .....	78
Figura 75 - Material de Embalagem .....	79
Figura 76 - Stock de Quadros .....	79
Figura 77 - Desarrumação na zona de material de Embalagem .....	80
Figura 78 - Estrutura do Sistema de Auditorias 5S.....	82
Figura 79 - Dashboard de Auditoria 5S .....	83
Figura 80 - Resultados de Auditoria 5S do setor da Marcenaria de março .....	84
Figura 81 - Resultados de Auditoria 5S do setor da Montagem & Embalagem de abril.....	85
Figura 82 – Esboço em 3D do carrinho de transporte de folha .....	91
Figura 83 - Esboço de layout proposto para a Aplicação de Folha .....	98
Figura 84 – Ensaio 1.....	104
Figura 85 - Ensaio 2 .....	104
Figura 86 - Desenho e Medidas do Carrinho de Folha .....	106
Figura 87 - Quadro de Gestão Visual para a costura de folha.....	107

Figura 88 - Disposição dos processos nos carrinhos de WIP .....	108
Figura 89 - Mesa de apoio móvel .....	108
Figura 90 - Proposta de Layout da zona da Folha .....	109
Figura 91 - Vista 1 do layout da zona da folha .....	110
Figura 92 - Vista 2 do layout da zona da folha .....	111
Figura 93 - Vista 1 do setor da Marcenaria .....	112
Figura 94 - Vista 2 do setor da Marcenaria .....	112
Figura 95 - Resultado dos materiais e ferramentas utilizados pelo operador .....	114
Figura 96 - Esboço da bancada de Embalagem .....	114
Figura 97 - Resultado da bancada de Embalagem .....	115
Figura 98 - Esboço final da bancada de Embalagem .....	115
Figura 99 - Layout do setor de Embalagem - Armazém e Posto de Controlo de Qualidade.....	119
Figura 100 - Layout do setor de Embalagem - Vista de Cima.....	119
Figura 101 - Layout do setor de Embalagem - Embalagem e WIP de acabamentos .....	120
Figura 102 - Carrinho de folha temporário .....	123
Figura 103 - Sistema de Gestão Visual temporário.....	124
Figura 104 - Exemplo de etiquetas identificadoras de zonas.....	127
Figura 105 - WIP Calibradora .....	127
Figura 106 - WIP CNC .....	127
Figura 107 - WIP Marceneiro .....	127
Figura 108 - Exemplos de zonas marcadas.....	128
Figura 109 – Desgaste de fita em zonas de WIP .....	129
Figura 110 - Danos e sujidade acumulados.....	129
Figura 111 - Etiqueta danificada .....	129
Figura 112 - Bancada standard do Posto de Embalagem,.....	132
Figura 113 - Replicação da bancada de embalagem .....	132
Figura 114 - Nova localização de Vidros, Espelhos e Metais.....	134
Figura 115 - Armazém de Mármore e Cerâmicas .....	134
Figura 116 - Marcação de diferentes áreas.....	134
Figura 117 - Nova localização do posto de Controlo de Qualidade da pintura .....	134
Figura 118 - Área de espera por componentes subcontratados.....	135
Figura 119 - Nova disposição do posto de Embalagem .....	135
Figura 120 - Zona de Carrinhos .....	135
Figura 121 - Nova disposição do posto de Montagem.....	135
Figura 122 - Vista panorâmica anterior à alteração do Layout .....	136

página propositadamente em branco

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Causas de Ineficiências por Posto de Trabalho .....	68
Tabela 2 - Operações Corte de Folha .....	69
Tabela 3 - Operações Costura de Folha .....	69
Tabela 4 - Operações Aplicação de Folha .....	69
Tabela 5 - Categorização de Operações do Cenário Atual do Corte de Folha .....	90
Tabela 6 - Categorização de Operações do Cenário 1 do Corte de Folha .....	90
Tabela 7 - Parâmetros do Cenário Atual Corte de Folha.....	93
Tabela 8 - Categorização de Operações do Cenário Atual da Costura de Folha .....	93
Tabela 9 - Categorização de Operações do Cenário 1 da Costura de Folha .....	94
Tabela 10 - Parâmetros do Cenário Atual de Costura de Folha .....	96
Tabela 11 - Categorização de Operações do Cenário Atual da Aplicação de Folha .....	96
Tabela 12 - Categorização de Operações do Cenário 1 da Aplicação de Folha .....	97
Tabela 13 - Parâmetros do Cenário Atual de Aplicação de Folha .....	99
Tabela 14 - Parâmetros do cenário de Melhoria do Corte de Folha .....	101
Tabela 15 - Parâmetros do cenário de Melhoria da Costura de Folha .....	102
Tabela 16 - Parâmetros do cenário de Melhoria da Aplicação de Folha .....	103
Tabela 17 - Análise ABC dos tipos de Folha.....	105
Tabela 18 - Parâmetros do cenário de Ajuste do Corte de Folha .....	122
Tabela 19 - Resumo dos Parâmetros do Corte de Folha.....	122
Tabela 20 - Resultados operacionais na zona da folha .....	125
Tabela 21 - Ganhos em Deslocação (segundos).....	138

página propositadamente em branco

## LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

### Lista de Siglas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto	-
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto	-
MTO	<i>Make-To-Order</i>	Produção por Encomenda
MDM	Móveis por Desenho/Medida	-
WIP	<i>Work in Progress</i>	Trabalho em Curso
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>	Mapeamento do Fluxo de Valor
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>	Troca Rápida de Ferramenta
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>	Manutenção Produtiva Total
JIT	<i>Just-In-Time</i>	Na Hora Exata
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	Eficiência Global do Equipamento
PA	Produto Acabado	-
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>	Controlo Numérico Computarizado
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>	Seleção, Organização, Limpeza, Conservação e Autodisciplina
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>	Ciclo de Melhoria Contínua
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>	Indicador-Chave de Desempenho
TPS	<i>Toyota Production System</i>	Sistema de Produção da Toyota

### Lista de Símbolos

$m^2$	Área	Metro quadrado
$T$	Temperatura	°C
min	Tempo	Minuto
kg	Massa	Quilograma

página propositadamente em branco

# 1. INTRODUÇÃO

Este projeto tem como foco a otimização de processos e da logística interna numa empresa da indústria do mobiliário, procurando responder a desafios atuais de eficiência e personalização que marcam o setor. Na introdução são apresentados o contexto e a pertinência do estudo, os objetivos gerais e específicos, bem como a questão central que orienta a investigação. Explicam-se ainda as opções metodológicas, destacando a adoção de uma abordagem de investigação-ação, adequada ao caráter prático e colaborativo do projeto. Por fim, o capítulo encerra com a descrição da estrutura do documento, antecipando de forma sucinta o conteúdo dos capítulos seguintes e preparando a leitura integral do trabalho.

## 1.1. Enquadramento e Pertinência

A Laskasas é uma empresa da indústria do mobiliário e design de interiores, fundada em 2004 por Celso Laskasas e com sede em Rebordosa, Paredes. A marca especializa-se na produção de móveis e estofos, destacando-se pela sua forte componente artesanal, a personalização dos seus produtos e o seu design contemporâneo (b). Este projeto é desenvolvido na Laskasas, no departamento de desenvolvimento do produto e está alinhado com a exploração de novos métodos e modelos produtivos que permitam criar valor para a empresa e melhorar a experiência do cliente.

A indústria do mobiliário tem vindo a sofrer grandes mudanças, onde é cada vez mais exigido às empresas um equilíbrio entre a eficiência e a personalização (Skorupińska et al., 2024). Atualmente, os métodos de produção tradicional focam-se em produzir por encomenda, que por muitas vezes estão associados a custos e tempos de produção elevados. A Laskasas enquadra-se no mercado do mobiliário e da decoração, com proposta de valor orientada para segmentos premium e forte ênfase na personalização do produto e do serviço. A atividade combina o design, o fabrico e a comercialização de coleções próprias e soluções completas para contextos residenciais e comerciais, sustentando uma oferta diferenciada por flexibilidade, qualidade e exclusividade.

O modelo produtivo assenta numa lógica *make-to-order* (MTO), articulada em três vertentes: artigos *standard* com opções de customização, artigos alterados que ampliam as especificações de base e projetos totalmente exclusivos por desenho/medida (MDM). Esta abordagem conjuga saber-fazer artesanal e recursos tecnológicos, permitindo adaptar estética e funcionalidade às preferências de cada cliente e às exigências de projetos de maior escala. Para suportar esta diversidade, a produção organiza-se em modalidade interna, externa e parcial (integração de componentes adquiridos no fluxo próprio), assegurando amplitude de portefólio, mas garantindo o controlo de qualidade do acabamento.

A motivação para o projeto decorre diretamente deste posicionamento. Num portefólio amplo, com elevada customização e rotatividade de artigos, pequenas ineficiências diárias acumulam-se e impactam o desempenho operacional. Torna-se, por isso, crítico normalizar métodos, tornar o espaço legível e simplificar a logística local, para reduzir variabilidade e desperdícios, aumentando a previsibilidade do fluxo e a reprodutibilidade dos resultados nos setores analisados (de Oliveira-Dias et al., 2023).

O *Lean Manufacturing* constitui o enquadramento sistémico para a otimização de processos e da logística interna em ambientes MTO característicos da indústria do mobiliário. Enquanto sistema sociotécnico integrado, o *Lean* orienta a criação de valor com mínimo desperdício, promovendo fluxo estável, redução de variabilidade e melhor previsibilidade operacional por via de práticas complementares como trabalho-padrão, VSM para diagnóstico e priorização, SMED para redução de *setups*, JIT/pull com Kanban e supermercados e gestão visual—fundamentos associados, na literatura, à diminuição de *lead time* e WIP, maior confiabilidade de prazos e melhoria da qualidade na fonte (Shah & Ward, 2007).

Este enquadramento sustenta a questão de investigação e os objetivos do estudo: identificar quais as mudanças de método, de organização do espaço e de logística de posto que são suficientes para elevar a eficiência e a estabilidade do fluxo sem alterações estruturais pesadas. Em concreto, pretende-se: normalizar operações críticas, encurtar tempos de *setup* e movimentações através de organização e SMED, e ritmar o abastecimento e o escoamento com mecanismos pull (*Kanban/supermercados/rotas*), e medir o impacto em *lead time*, WIP e cumprimento de prazos.

## 1.2. Questão e Objetivos de Investigação

O objetivo principal deste projeto consiste em implementar e avaliar um conjunto de intervenções leves de melhoria contínua, garantindo a otimização dos processos e da logística interna do sistema de produção.

Desta forma, os objetivos específicos deste projeto são:

- Aumentar a capacidade de produção na zona da folha;
- Reduzir tempos de *setup* e variabilidade de ciclo;
- Implementar layout legível na marcenaria para otimizar o fluxo interno;
- Criar fluxo único e padronizar postos e processos no setor da embalagem;
- Sustentar e validar as melhorias através de ferramentas *Lean*.

## 1.3. Opções Metodológicas

O projeto desenvolvido assenta na Investigação-Ação, entendida como uma intervenção colaborativa no terreno que alterna, de forma cíclica, entre ação e reflexão crítica para melhorar práticas reais. É uma abordagem sistemática, autorreflexiva e participativa, adequada a contextos onde se pretende mudar fazendo e aprender medindo (Santos et al., 2013). Esta metodologia adequa-se com o projeto da seguinte forma:

- Participativa e colaborativa — Envolvimento dos operadores e responsáveis dos setores;
- Prática e interventiva — Intervenções diretas nos locais de estudo;
- Cíclica — Vários ciclos curtos de diagnosticar, planear, intervir, avaliar, refletir/ajustar, permitindo corrigir rumo e escalar apenas o que funciona;
- Crítica — A equipa atua como comunidade crítica: identifica restrições, desafia soluções e incorpora feedback rápido;

- Auto-avaliativa — Cada alteração é acompanhada por indicadores simples (tempos, deslocamentos, ocorrências, estabilidade de ciclo) e por registo qualitativo (observação, notas de campo), suportando ajustes contínuos.

O projeto foi conduzido em sete passos organizados em espiral, combinando intervenção no terreno com avaliação contínua. Começou pela definição dos objetivos e do desenho metodológico: clarificou-se o objetivo geral — implementar intervenções leves para otimizar processos e logística interna — e estabeleceram-se objetivos específicos por área: aumentar a capacidade na zona da folha sem realocar recursos, definir áreas e tornar o espaço legível na marcenaria para otimizar o fluxo interno e criar um fluxo único na embalagem, reduzindo desperdícios de transporte e padronizando postos e processos. Optou-se pela Investigação-Ação como abordagem central e fixaram-se critérios de sucesso e métricas simples para acompanhar cada ciclo.

Seguiu-se uma revisão focalizada dos conceitos estritamente necessários para suportar as decisões no posto: práticas *Lean*, SMED e 5S, gestão visual, princípios de layout e de logística interna. Esta leitura orientada serviu para construir regras de WIP, convenções de codificação visual e princípios básicos de ergonomia a aplicar na operação.

Com essa base, avançou-se para a análise e o diagnóstico do estado atual. Através de observação direta e registos operacionais, caracterizou-se a zona da folha (corte–costura–aplicação) mapeando tarefas internas e externas, frequências, perdas por *setups*, procura e movimentações; na marcenaria identificaram-se percursos e cruzamentos, ausência de marcações e de parqueamentos; na embalagem registou-se a dispersão de consumíveis, reabastecimentos reativos e manuseamentos e deslocamentos sem valor acrescentado.

A partir do diagnóstico, definiu-se e planeou-se taticamente o conjunto de ações de melhoria, privilegiando soluções leves e testáveis. Na folha, preparação externa, *standard work*, organização do WIP e sequências internas coerentes; na marcenaria, marcações normalizadas, corredores, áreas de estacionamento e regras simples de circulação; na embalagem, centralização e identificação de consumíveis, suportes dedicados, *kanban* local e redesenho para um fluxo único. Nesta fase foi ainda elaborada uma proposta de layout; embora não tenha sido executada na íntegra no período do estudo, foram definidos cenários alternativos para teste controlado em contexto real.

A implementação decorreu em ciclos curtos, com pilotos no posto e envolvimento direto dos operadores. Sempre que uma alteração estrutural de layout não foi viável, recorreram-se a cenários ajustados, realocações pontuais, redefinição temporária de áreas e trajetos, que permitiram validar, com baixo risco, a direção das melhorias.

Concluída cada iteração, procedeu-se à avaliação crítica dos resultados. Compararam-se situações antes/depois com indicadores diretos: tempos de *setup* e de ciclo, deslocamentos, incidências e estabilidade do fluxo local, complementados por evidência qualitativa recolhida no terreno. Esta leitura sustentou a consolidação do que funcionou e a identificação de desvios residuais e oportunidades de refinamento.

Por fim, sistematizaram-se e formalizaram-se as práticas estabilizadas: *checklists* de qualidade, regras de WIP, codificação de cores e mapas de áreas e parqueamentos, bem como as principais lições aprendidas. A proposta de layout manteve-se validada por cenários e ficou preparada para uma implementação faseada quando as condições o permitirem. Desta forma, cada passo

alimentou o seguinte, fechando ciclos de aprendizagem e assegurando que as melhorias se tornaram repetíveis, auditáveis e sustentáveis no dia a dia.

## 1.4. Apresentação da Empresa

Nesta secção aprofundo a apresentação institucional e operacional da Laskasas, enfatizando os aspetos que condicionam direta e imediatamente as opções de melhoria de processo, layout e organização da produção.

### 1.4.1. Laskasas

LASKASAS S.A. — empresa central do grupo LASKASAS é uma empresa portuguesa dedicada ao design, fabrico e comercialização de mobiliário e artigos de decoração. Fundada a 1 de novembro de 2004, tem a sua sede em Rebordosa, distrito do Porto, e desenvolve a sua atividade através de um modelo que integra conceção, produção própria e distribuição de artigos ligados ao ramo do mobiliário em mercados nacionais e internacionais. A figura 1 mostra a vista satélite do Polo 1.



*Figura 1 - Vista Satélite Polo 1*

A LASKASAS conta com mais de 400 colaboradores e com uma rede física que ultrapassa os 40 espaços (lojas e showrooms) em diversos países, o que evidencia uma presença comercial alargada e capacidade operacional para suportar projetos de maior escala. A atividade central da empresa abrange o desenvolvimento de coleções próprias, a produção de mobiliário por medida e a comercialização de soluções completas de decoração para segmentos residenciais e comerciais.

A identidade da LASKASAS assenta na combinação entre saber-fazer artesanal e recursos tecnológicos, procurando oferecer uma proposta de valor diferenciada no segmento premium. A missão concentra-se na personalização: conceber e produzir artigos que respondam às especificidades estéticas e funcionais de cada cliente ou projeto, garantindo qualidade, durabilidade e apelo estético. A marca enaltece a sua assinatura 100% portuguesa, desde o desenho até à produção, como elemento distintivo de rastreabilidade e controlo de qualidade em todos os projetos de decoração e produção customizada.

A visão corporativa define uma ambição clara de crescimento e reconhecimento: “Ser uma das 50 maiores marcas de mobiliário e decoração da europa, e defender além-fronteiras, a assinatura criativa e o design de alta qualidade portugueses.”

Os princípios orientadores da LASKASAS estão formalizados através de um conjunto de valores que se refletem em todas as dimensões da atividade — desde o contacto com o cliente até ao chão de fábrica — e que reforçam a coerência entre estratégia, operações e cultura organizacional.

- Foco – A Laskasas foca-se nas necessidades dos seus clientes, oferecendo uma assistência personalizada no presente e no futuro, proporcionando a melhor experiência de compra.
- Atitude – Atitude na Laskasas significa proatividade, disponibilidade, ambição, sagacidade, interiorizar que o todo é maior que a soma das partes.
- Dedicção – A dedicação na Laskasas não é um estado de espírito circunstancial, é uma forma de estar na vida que se faz notar nas relações humanas, nos processos e no valor do que entregamos aos nossos clientes.
- Persistência – "ACREDITAR SEMPRE E NUNCA DESISTIR" - Celso Lascasas
- Inovação – Procuramos as últimas inovações, a fim de criar produtos mais sustentáveis e adaptáveis às tendências do mercado, às necessidades dos clientes e a melhorar a vida das pessoas que trabalham na e com a Laskasas.
- Rigor – Qualquer que seja o caminho, a excelência é sempre a prioridade.

### 1.4.2. Estrutura da Empresa

A estrutura organizacional da empresa está representada na figura 2.

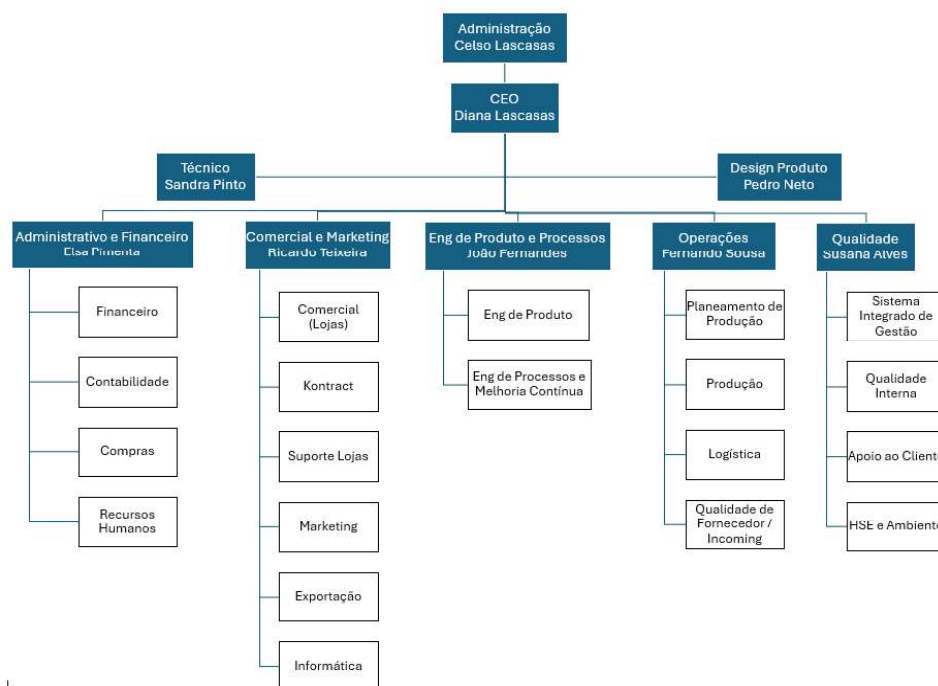


Figura 2 - Organograma Laskasas

### 1.4.3. Estratégia Produtiva

O modelo de negócio da LASKASAS estrutura-se em torno de uma lógica *make-to-order* (MTO), que privilegia a personalização e a adaptação às exigências de cada cliente. Esta abordagem permite à empresa posicionar-se de forma diferenciada no mercado do mobiliário e da decoração, onde a flexibilidade, a exclusividade e a capacidade de resposta são fatores críticos de sucesso. Assim, a produção não se limita a coleções pré-definidas, mas antes articula três grandes vertentes: artigos *standard* com opções de customização, artigos alterados que ampliam as especificações de base, e projetos totalmente exclusivos de móveis por desenho e medida (MDM).

Este modelo, assente na combinação entre artesanato especializado e recursos tecnológicos, traduz-se numa oferta ampla e de elevado valor acrescentado. A capacidade de adaptação, tanto a nível estético como funcional, garante que cada peça possa refletir as preferências individuais dos clientes ou responder às especificidades de um projeto de maior escala, seja no setor residencial ou comercial.

Para dar resposta à diversidade de produtos e soluções, a LASKASAS organiza a sua produção em três modalidades distintas:

- Produção interna, realizada integralmente nas suas instalações, garantindo total controlo sobre os processos e padrões de qualidade.
- Produção externa, em que determinados artigos ou componentes são adquiridos de fornecedores, assegurando agilidade e amplitude de portfólio.
- Produção parcial, que resulta da combinação de contributos internos e externos, integrando componentes adquiridos (como estruturas metálicas, vidro ou pedra) no fluxo de fabrico próprio, ou incorporando móveis subcontratados em fases finais de acabamento.

Esta diversidade de formas de produção, aliada à capacidade de customização, reflete-se diretamente na proposta de valor da marca: flexibilidade, qualidade e exclusividade. O cliente encontra não apenas peças de mobiliário, mas soluções ajustadas ao seu gosto, ao espaço disponível e às exigências de cada projeto. Num mercado dinâmico e competitivo, marcado pela rápida evolução das tendências e das preferências dos consumidores, esta estratégia de diferenciação tem permitido à LASKASAS conquistar reconhecimento e fidelização. A aposta na proximidade com o cliente, no rigor produtivo e na inovação constante constitui a base de um modelo sustentável, capaz de responder tanto às exigências da personalização como aos desafios de uma operação industrial em expansão global.

Para sustentar este modelo de negócio assente na customização e na flexibilidade produtiva, a LASKASAS dispõe de uma infraestrutura industrial concebida para garantir simultaneamente rigor técnico e adaptabilidade às diferentes características do produto. A integração entre produção interna, externa e parcial exige uma organização eficiente dos recursos, de modo a assegurar consistência de qualidade e fluidez nos fluxos operacionais. Nesse sentido, a empresa estruturou o seu polo produtivo em áreas funcionais especializadas, capazes de responder às especificidades de cada etapa do fabrico, desde a transformação inicial da madeira até aos acabamentos finais e à logística de expedição.

A estrutura produtiva da empresa organiza-se no Polo 1, distribuído por diferentes áreas funcionais que asseguram a totalidade do processo de fabrico. No piso 0 (figura 3) encontra-se a área principal, com cerca de 9 500 m<sup>2</sup>, repartida entre quatro secções fundamentais: marcenaria (1), acabamentos (2), montagem/embalagem (3) e estofos (4).

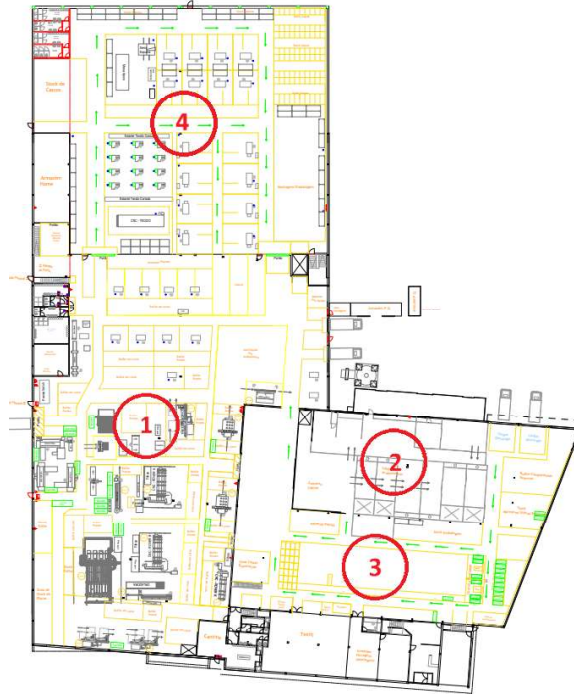


Figura 3 - Layout Polo 1 (Piso 0)

Já o apoio logístico localiza-se no piso -1 (figura 4), com uma área de aproximadamente 3 500 m<sup>2</sup>, equipada com quatro cais de carga (dois para viaturas ligeiras e dois para viaturas pesadas), além de zonas específicas de armazenamento de produto acabado.



Figura 4 - Layout Polo 1 (Piso -1)

Na marcenaria (3 600 m<sup>2</sup>), desenvolvem-se operações de corte de placa, corte e colagem de folha, orladoras, maquinaria CNC, calibração de placas, detalhes por marceneiros, bem como verificação

pré-acabamento. A área de acabamentos e montagem/embalagem (2 400 m<sup>2</sup>) integra cabines de verniz e lacagem, controlo de qualidade e linha final de montagem. Por sua vez, a secção de estofos (3 000 m<sup>2</sup>) reúne atividades de corte de tecido por CNC, costura, enchimento de almofadas, aplicação de espuma, estofagem e montagem.

#### 1.4.4. Setor da Marcenaria

O capítulo que se segue descreve a área da marcenaria e os produtos nela produzidos. Esta área da fábrica é responsável pela transformação de placas de MDF em móveis complexos. Nesta encontra-se uma linha de produção complexa, onde se produzem tanto artigos *standard* quanto artigos MDM, desenhados e pensados de acordo com as intenções do cliente. Para tal, este tem de conseguir responder a tamanha personalização e diversidade. Por isso mesmo, a área da marcenaria contém os setores de Corte, Folha, CNC, Orla, Lixagem, Marceneiro, Verificação Pré-Acabamento. Cada setor conta com mão de obra qualificada juntamente com maquinaria versátil o suficiente para produzir todos os artigos no catálogo da empresa.

Tal como foi abordado no parágrafo anterior, os artigos produzidos exigem uma combinação de precisão dimensional e diversidade de componentes diferentes. O catálogo da Laskasas conta com uma ampla variedade de artigos de mobiliário, incluindo roupeiros, mesas de jantar, aparadores, estantes, cómodas/gaveteiros e móveis de TV, entre outros. Cada tipo apresenta características próprias que influenciam diretamente os processos de fabrico. Na figura 5, apresentam-se alguns dos produtos de mobiliário atualmente disponíveis no portfólio da Laskasas.



Figura 5 - Exemplos de móveis Laskasas

Com o lançamento de novas coleções, alguns artigos menos procurados são retirados, promovendo a rotatividade do portfólio e exigindo constante adaptação do layout fabril e dos processos produtivos. Desta forma, a empresa mantém um catálogo atualizado e alinhado com as tendências de design e preferências de mercado, garantindo a capacidade de produção de todos os componentes necessários.

O fluxograma presente na figura 6 constitui uma representação sequencial e estruturada da rota produtiva da marcenaria, oferecendo uma visão imediata do que entra e do que sai em cada etapa, bem como dos pontos de controlo e das interligações entre operações. É um instrumento essencial

para compreender o fluxo físico e informacional na fábrica, permitindo entender o percurso e os processos da produção e a gestão de materiais. Apesar de cobrir a grande parte das operações correntes, existem componentes mais complexos que exigem rotas alternativas e operações adicionais, implicando o ajuste da rota e processos específicos.

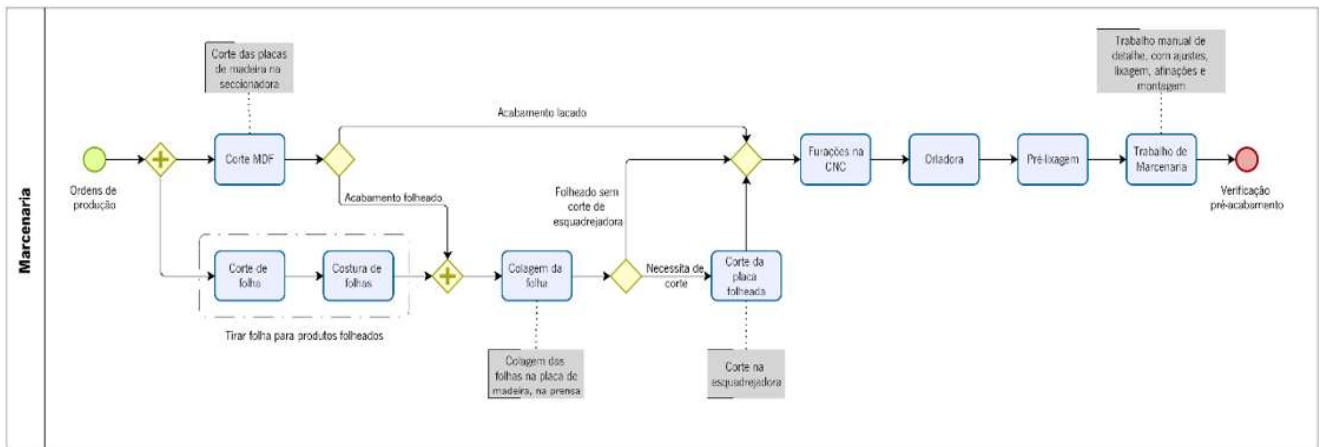


Figura 6 - Fluxograma de produção de móveis

Apesar de cobrir a grande parte das operações correntes, existem componentes mais complexos que exigem rotas alternativas e operações adicionais, implicando o ajuste da rota e processos específicos.

#### 1.4.5. Tipos de Acabamento

Os acabamentos são feitos numa etapa final do processo produtivo dos móveis, responsável por conferir proteção, estética e características funcionais às superfícies dos componentes. Este processo define propriedades essenciais do produto final, tais como resistência ao desgaste, impermeabilidade, estabilidade dimensional, cor e aspeto tátil que, conseqüentemente, condicionam a durabilidade do equipamento, condicionando assim a percepção de qualidade por parte do cliente. Na compra do artigo, o cliente pode optar por dois tipos de móvel, sendo estes folheados, protegidos e selados por verniz, e lacados, obtidos por aplicação de filme contínuo (laca) sobre o suporte. Cada acabamento pode variar, por exemplo, nos diferentes graus de brilho (brilho ou mate), permitindo combinar características estéticas e de desempenho segundo as especificações do produto.

Na figura 7 estão alguns exemplos das 25 alternativas possíveis para os artigos Laskasas.



*Figura 7 - Exemplo de Acabamentos*

Os processos responsáveis pela aplicação desses acabamentos são realizados na cabine de pintura. No capítulo 3.5 é realizada uma breve descrição dos processos de acabamento dos artigos de mobiliário.

#### 1.4.6. Setor dos Estofos

O capítulo que se segue descreve o setor dos estofos. Esta área da fábrica é responsável pela transformação de matérias-primas como tecidos, espumas e cascos em estofos de luxo. Os processos associados a esta zona são o corte de tecido, costura, corte e aplicação de espuma, estofagem e montagem/embalagem de estofos. A diversidade de operações nestes processos permite a produção tanto de artigos *standard* quanto de artigos MDM, desenhados e pensados de acordo com as intenções do cliente. A figura 8 mostra alguns dos artigos de estofos, disponíveis no catálogo da Laskasas.



*Figura 8 - Exemplos de estofos Laskasas*

O fluxograma da figura 9 ilustra o percurso dos materiais e componentes na produção de estofos. Este procura ilustrar o fluxo de produção da secção dos estofos, juntamente com alguns processos paralelos, destacando como cada componente é transformado até à obtenção do produto final embalado.

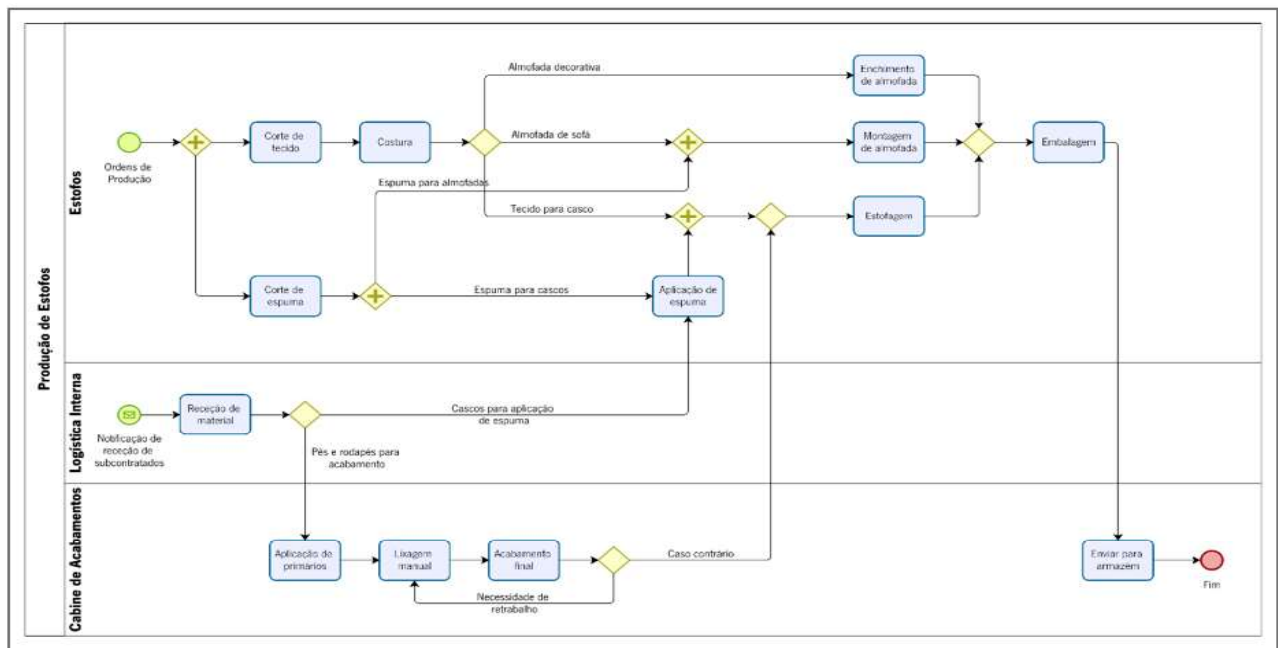


Figura 9 - Fluxograma de produção dos Estofos

O fluxo começa com a receção de componentes subcontratados, desde cascos, a pés, rodapés. Se o casco for visível, o material segue para a área de acabamentos, onde as madeiras sofreram pelos diferentes processos abordados num dos subcapítulos anteriores. No fim desse processo, os artigos seguem para as zonas dos estofos onde encontram os restantes componentes necessários para a criação de artigos de estofos.

Paralelamente, outros componentes estão a ser produzidos na secção dos estofos. Os diferentes setores que a compõem são: corte de tecido (CNC), costura, corte de espuma e enchimento/montagem de almofadas, estofagem e montagem/embalagem de estofos.

No setor de corte de tecido, os tecidos são cortados com alta precisão através de uma CNC. De seguida, o tecido é costurado, podendo produzir tecido para cascos ou tecido para almofadas. Por vezes o tecido não chega a ser cortado, pelo que há aproveitamento na totalidade da largura do rolo. Paralelamente, o setor de corte de espuma corta também espuma para cascos e espuma para almofadas.

No setor de aplicação de espuma, o operador aplica a espuma previamente cortada aos cascos, sejam eles acabados ou cascos para interior de estofos. Neste setor também se aplicam as precintas em áreas sem apoios e que por norma suportam peso, como por exemplo, assentos e costas de cadeiras que só tenham estrutura.

No posto de trabalho dos estofadores aplica-se a parte têxtil nos cascos com espuma e são também adicionados detalhes, tais como aplicação de vivos, pés e rodapés previamente acabados e/ou metais.

Paralelamente, a operadora responsável pelas almofadas enche as almofadas decorativas de acordo com as especificações do pedido. As almofadas de sofá requerem uma montagem mais rigorosa, em que usam tecido + espuma, previamente colado e cosido e seguindo as especificações do artigo, estas são revestidas pelas fronhas e capa.

No setor da montagem/embalagem, o operador monta o artigo, verificando as ferragens, tecidos, espumas e qualidade dos artigos. Depois desta triagem, o operador embala o artigo e este segue para o armazém de PA.

## 1.5. Estrutura do Trabalho

Este projeto organiza-se em 5 capítulos. O capítulo 1 contextualiza o tema, a motivação e o enquadramento da empresa no seu mercado e tipo de produção. Explicita a questão de investigação, objetivo geral e objetivos específicos, delimitando o âmbito do projeto. Apresenta a metodologia (investigação-ação) e resume a estrutura do documento.

O capítulo 2 aborda o *Lean*, os seus princípios e principais ferramentas. Discute-se também a evidência e boas práticas relevantes para ambientes MTO/MDM e logística de posto. Sustenta teoricamente as escolhas metodológicas e as intervenções propostas.

O capítulo 3 caracteriza o estado inicial nas áreas foco: zona da folha, marcenaria e embalagem. Identifica desperdícios, gargalos, percursos, *setups* e problemas de organização/fluxo. Estabelece a linha de base e os critérios para comparação antes/depois.

O capítulo 4 discrimina as ações implementadas por área. Inclui testes de cenários ajustados de layout quando a implementação integral não foi possível. Apresenta resultados com indicadores simples e análise crítica dos efeitos observados.

Por fim, o capítulo 5, sintetiza os principais achados e o grau de cumprimento dos objetivos por área. Evidencia contributos organizacionais, implicações práticas e lições aprendidas. Aponta limitações do estudo e linhas de continuidade para trabalhos futuros.

página propositadamente em branco

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. *Lean Manufacturing*

#### 2.1.1. Origem do *Lean*

A origem do que hoje conhecemos como *Lean* está profundamente associada ao desenvolvimento do *Toyota Production System* (TPS) ao longo do século XX, sobretudo nas décadas que se seguiram ao pós-guerra. Como descreve a *Toyota Motor Corporation*, as inovações que estiveram na base do TPS nasceram de melhorias tecnológicas e organizacionais introduzidas pela família *Toyoda* e foram sendo continuamente aperfeiçoadas em resposta a restrições de recursos, à necessidade de maior flexibilidade e à procura de uma qualidade consistente. Foi nesse contexto que se consolidou uma filosofia orientada para a eliminação do desperdício e para a sincronização do fluxo produtivo, ou seja, produzir apenas o necessário e no momento certo, em vez de acumular inventários ou maximizar lotes.

Neste percurso, (Gil-Vilda et al., 2021) mostram como práticas de origem eminentemente industrial foram sistematizadas e incorporadas na terminologia académica, destacando-se dois pilares fundamentais: o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jidoka*. O primeiro visa alinhar a produção com a procura, reduzindo stocks intermédios e nivelando a carga de trabalho. Já o segundo introduz no próprio processo mecanismos de deteção e paragem automática perante qualquer anomalia, de modo a garantir a resolução imediata das causas. Em conjunto, JIT e *Jidoka* traduzem uma lógica de complementaridade entre gestão do fluxo e qualidade integrada, que se materializa em ferramentas como o *Kanban*, *Heijunka*, *Standard Work*, *SMED* ou *Andon*. Mais do que instrumentos isolados, estas ferramentas constituem um sistema coerente de visibilidade e resposta rápida, e é precisamente essa articulação que, como salientam diferencia o TPS de soluções pontuais de melhoria. A figura 10 mostra uma representação encontrada da casa TPS.



Figura 10 - Casa TPS retirada do documento *Produção Lean*

Importa ainda sublinhar que a construção prática do TPS não surgiu de um modelo teórico pré-definido, mas de um processo contínuo de experimentação e de resposta a problemas concretos do chão de fábrica. Estudos recentes sobre *Taiichi Ohno* mostram que a sua capacidade de identificar desperdícios e organizá-los nos conhecidos “sete desperdícios” decorreu de um modelo mental sistemático, alicerçado na observação direta, na padronização do trabalho e em ciclos repetidos de tentativa, erro e aprendizagem. (Yarbrough et al., 2022) evidenciam como esta abordagem foi decisiva para a formulação das práticas que hoje constituem o núcleo do *Lean*. Quando o TPS se expandiu para além do Japão, traduziu-se em *Lean Thinking* e foi simplificado por estudos comparativos e publicações que sintetizaram princípios fundamentais, como definição de valor, identificação da cadeia de valor, criação de um fluxo contínuo, implementação de um sistema de produção *pull* e a melhoria contínua. Contudo, essa mesma tradução implicou riscos: como alertam (Gil-Vilda et al., 2021), a adoção fragmentada de ferramentas, sem a coerência de uma filosofia de base, conduz frequentemente a resultados inconsistentes. Por isso, a literatura recente insiste que o *Lean* deve ser compreendido como um sistema integrado, no qual o diagnóstico rigoroso e o alinhamento cultural são condições necessárias para o sucesso e a sustentabilidade das práticas.

### 2.1.2. Princípios do *Lean Manufacturing*

A definição de valor constitui o ponto de partida operativo do pensamento *Lean*: valor é aquilo que, do ponto de vista do cliente, merece ser pago e que justifica a permanência de uma atividade no processo produtivo. A formulação clara do valor permite distinguir atividades que de facto acrescentam valor das que são desperdício ou necessárias por requisitos regulamentares, orientando assim decisões de eliminação, simplificação ou controlo de atividades. A literatura recente de revisão indica que uma definição de valor bem construída é também crucial quando se procura integrar objetivos de sustentabilidade ou requisitos personalizados do cliente, porque altera as métricas que se escolhem para priorizar melhorias (Gil-Vilda et al., 2021).

A identificação da cadeia de valor transforma a definição de valor em diagnóstico operativo: mapear o conjunto sequencial de atividades e fluxos de informação desde a matéria-prima até à entrega permite quantificar tempos de ciclo, tempos de espera, WIP e identificar gargalos e fontes de desperdício. Revisões sistemáticas recentes sublinham que o *Value Stream Mapping* (VSM) continua a ser a ferramenta mais eficaz para este diagnóstico em manufatura discreta, e que tem vindo a ser adaptada para considerar aspetos ambientais e dinâmicos (Batwara et al., 2023)

A criação de fluxo contínuo visa eliminar tempos de espera entre operações, aproximando o processo de uma sequência contínua e sem interrupções. Implementar fluxo contínuo exige frequentemente redesenho de layout, balanceamento de operações e redução de *setups*, e a literatura empírica recente mostra que esses elementos só são eficazes quando precedidos por diagnóstico do fluxo e por medidas de padronização do trabalho (Gil-Vilda et al., 2021; Batwara et al., 2023).

O sistema de produção *pull* procura evitar sobreprodução e produzir apenas o necessário, quando é necessário. Revisões recentes sobre a aplicação de *Kanban* e sistemas *pull* documentam variantes híbridas e a transposição da ferramenta para domínios distintos (ex.: construção, serviços), salientando que o sucesso do *pull* depende de parametrização adequada dos limites de WIP e de robustez no abastecimento interno (Fuentes-Del-Burgo et al., 2024).

### 2.1.3. Os Sete Desperdícios (Muda)

O conceito de muda, sistematizado por Taiichi Ohno na Toyota, permanece um pilar do pensamento *Lean*. Os sete desperdícios clássicos — sobreprodução, espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos — são atividades que consomem recursos sem criar valor para o cliente. Na prática, esta categorização sustenta diagnósticos visuais (VSM, *gemba walks*) e planos de melhoria (*kaizen*).

- A sobreprodução, considerada o desperdício mais crítico, surge quando se produz além da procura real, gerando inventários elevados e risco de obsolescência;
- O desperdício de espera resulta de dependências entre operações sequenciais: sempre que materiais aguardam em filas, consomem espaço, aumentam o *lead time* e estão sujeitos a danos (Haapatalo et al., 2023);
- O desperdício de transporte ocorre quando materiais percorrem distâncias desnecessárias devido a layouts funcionais ou armazenamentos intermédios mal dimensionados. Movimentações em excesso aumentam também a probabilidade de danos e retrabalho.
- O excesso de processamento corresponde a etapas que não acrescentam valor — medições redundantes, operações duplicadas ou inspeções excessivas. Em contextos de alta variabilidade, este desperdício emerge quando falta normalização dos processos, levando cada equipa a adotar “boas práticas” próprias que multiplicam passos desnecessários.
- O desperdício de inventário surge como consequência direta da sobreprodução e da variabilidade de procura. Inventários elevados escondem ineficiências, aumentam o espaço ocupado e os custos de movimentação, além de gerarem riscos de deterioração (Bhamu & Sangwan, 2014).
- O desperdício de movimento refere-se a deslocações desnecessárias de operadores — procurar ferramentas, manipular peças pesadas ou executar gestos ergonómicos ineficientes.
- Os defeitos são críticos, pois implicam retrabalho ou sucata, com impacto direto em custos e prazos.

Posteriormente, foi ainda identificado um oitavo desperdício, relativo ao subaproveitamento de potencial humano, onde as competências não são utilizadas por algum motivo externo ou interno (Womack & Jones, 1996).

## 2.2. Ferramentas e Metodologias *Lean*

### 2.2.1. Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma das ferramentas centrais do *Lean*, criada para diagnosticar e visualizar o fluxo de materiais e informação ao longo do processo produtivo. A sua função principal é identificar etapas que acrescentam valor e distinguir aquelas que representam desperdício, permitindo desenhar um “estado futuro” mais eficiente (Rother et al., 1999). A literatura recente reforça que o VSM não é apenas uma técnica gráfica, mas um instrumento

análítico que integra tempos de ciclo, tempos de espera, lead time, inventários intermédios e fluxos de informação, funcionando como ponto de partida para planos de melhoria contínua (Batwara et al., 2023).

No contexto específico da indústria do mobiliário, o VSM tem-se mostrado particularmente relevante para lidar com variabilidades de produto elevadas e *lead times* longos. Pesquisas recentes demonstram que a aplicação do VSM neste setor facilita a identificação de desperdícios ligados a espera, transporte e inventário, que tendem a ser mais acentuados em layouts funcionais e em linhas com forte personalização (Fuentes-Del-Burgo et al., 2024). Além disso, o autor aponta que o VSM ajuda a priorizar esforços de redução de *setups*, gestão visual e balanceamento de linhas, elementos críticos em linhas de produção de mobiliário.

O VSM funciona também como ferramenta de comunicação e alinhamento, funcionando como linguagem comum entre engenheiros, operadores e gestores, permitindo construir consenso sobre problemas prioritários e oportunidades de melhoria. Isto é particularmente importante em projetos *Lean*, onde o envolvimento transversal da organização é condição de sucesso, e o VSM visualiza de forma simples problemas que poderiam ficar escondidos em relatórios numéricos (Haapatalo et al., 2023).

### 2.2.2. Gestão Visual

A gestão visual é um princípio *Lean* que constitui um conjunto de dispositivos, sinais e representações gráficas destinados a tornar o estado das operações explicitamente perceptível a qualquer interveniente no chão de fábrica, permitindo deteção rápida de desvios e ações corretivas imediatas. A gestão visual pode aparecer tanto como ferramenta de suporte ao trabalho normalizado como mecanismo de ligação entre diagnóstico e resposta operacional, reduzindo tempos de procura, erros de identificação de materiais e a necessidade de supervisão contínua. A gestão visual, quando integrada com *Standard Work* e 5S, favorece a autonomia dos operadores e acelera a resolução de não conformidades (Womack & Jones, 1996).

### 2.2.3. 5S

Os 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) configuram-se como uma metodologia sistemática para criar condições físicas e comportamentais que suportem estabilidade, segurança e produtividade nos postos de trabalho. Os estudos de caso mostram ganhos mensuráveis em pontuações de auditoria 5S e correlação com redução de não conformidades internas. Assim, os 5S funcionam como infraestrutura operacional básica para a otimização de processos e melhoria das organizações (Kanojiya, 2021).

- *Seiri* (Eliminar): começa por separar o essencial do supérfluo e retirar do posto tudo o que não é preciso. Menos tralha, menos distrações.
- *Seiton* (Organizar): arruma o que ficou de forma lógica e acessível. Cada coisa tem o seu lugar — e volta para lá depois de usada.
- *Seiso* (Limpar): limpa a fundo e com regularidade. A limpeza revela fugas, folgas, desgaste — problemas que passam despercebidos no meio da sujidade.

- *Seiketsu* (Normalizar): transforma o que resultou nos três primeiros S em normas simples e visuais para manter a rotina e alinhar postos semelhantes.
- *Shitsuke* (Disciplinar): cria hábitos. Todos seguem os padrões, cobram-se mutuamente e melhoram um pouco todos os dias.

Para que os 5S se mantenham no tempo e os ganhos não se percam, é essencial que passem a fazer parte da rotina diária e não como ações pontuais. Isto consegue-se integrando tarefas nos rituais diários, realizando auditorias 5S regulares para medir o nível de implementação e procurando continuamente novas melhorias. A definição de indicadores 5S e o uso de quadros de gestão visual ajudam a dar transparência e disciplina ao processo (Kanabar et al., 2024).

#### 2.2.4. Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *spaghetti* é uma ferramenta simples para visualizar como pessoas, materiais ou informação se deslocam dentro de um posto ou entre diferentes estações de trabalho. Ao desenhar os percursos reais dos operadores, conseguimos ver rapidamente onde existem movimentos desnecessários — e, por isso, oportunidades de melhoria. Há, no entanto, limitações: o diagrama mostra apenas o que foi observado naquele momento. Situações pouco frequentes ou excecionais podem não aparecer. Por isso, o ideal é analisar o processo em diferentes condições operacionais para obter um retrato mais fiel do sistema (Deshmukh et al., 2022).

O diagrama de *spaghetti* é particularmente útil quando queremos comparar alternativas de layout e medir o impacto de deslocações. Por exemplo, (Jessome, 2020) aplicou a ferramenta num serviço de imagiologia hospitalar: mapearam os percursos de doentes e profissionais sobre o layout atual e depois sobre um layout proposto, identificando cruzamentos, retrocessos e zonas de espera que geravam percursos longos. Com base nessa análise, realocaram salas de preparação e materiais de suporte mais perto dos pontos de uso, o que reduziu deslocações desnecessárias e tornou o fluxo mais direto. A comparação antes e depois do diagrama facilita decisões de alteração do espaço com evidência visual simples e comparável.

#### 2.2.5. *Standard Work*

A uniformização de processos e atividades é um pilar central do *Lean*. Na prática, significa que todos trabalham da mesma forma: mesmas operações, mesmas ferramentas, mesmo modo operativo. O ganho imediato é um processo mais previsível, com menos desvios e, por isso, custos mais baixos.

Os *standards* são a base da qualidade e do ciclo de melhoria contínua, tornando a produção *Lean* possível. Servem para manter os resultados já conquistados e impedir que os processos retrocedam. No *standard work*, existem três elementos que não podem falhar: tempo de ciclo, sequência de trabalho e níveis de stock intermédios (Productivity Press Development Team, 2002).

Importa sublinhar: *standard* não é rigidez. É simplesmente a melhor forma conhecida até agora — a mais simples, segura e eficiente, normalmente construída a partir das boas práticas já existentes. Quando surge uma melhoria, o *standard* atualiza-se. Assim, o processo evolui e passa a ser o novo padrão.

### 2.2.6. Total Productive Maintenance (TPM)

O TPM evoluiu de um sistema de gestão do processo produtivo para uma das ferramentas nucleares do *Lean Manufacturing*. O seu propósito central é maximizar a rentabilidade dos equipamentos, processos e competências humanas, por via da eliminação sistemática de perdas e desperdícios, com envolvimento transversal das equipas operacionais e técnicas (Nakajima, 1988).

A monitorização do desempenho no TPM assenta, primariamente, no indicador de Efetividade Global do Equipamento (Overall Equipment Effectiveness, OEE). O OEE expressa a eficiência operacional em percentagem e decompõe-se em três dimensões que permitem identificar e priorizar fontes de ineficiência (Muchiri & Pintelon, 2008):

- Disponibilidade, afetada por paragens planeadas e não planeadas;
- Performance, associada a ritmos de produção inferiores ao nominal e paragens;
- Qualidade, relativa às perdas por defeitos e retrabalho. Esta decomposição fornece a base analítica para o diagnóstico das causas-raiz e para a definição de intervenções.

A implementação do TPM estrutura-se em pilares complementares, orientados para a prevenção de falhas, a estabilização do processo e a aprendizagem organizacional (Ahuja & Khamba, 2008):

- Manutenção Autónoma: desenvolvimento de competências nos operadores para execução de rotinas de limpeza, inspeção e pequenos ajustes, assegurando a conformidade com padrões e a deteção precoce de anomalias.
- Manutenção Planeada (Preventiva): planeamento e execução periódica de atividades de manutenção destinadas a prevenir avarias e degradação do desempenho.
- Melhorias Específicas (*Kobetsu Kaizen*): aplicação de metodologias de resolução de problemas para eliminar perdas críticas de eficiência e otimizar a manutenibilidade dos equipamentos.
- Formação e Treino: capacitação contínua de operadores e técnicos, promovendo domínio técnico, padronização de boas práticas e partilha de conhecimento tácito.
- Manutenção da Qualidade: definição e controlo de condições de equipamento que impeçam a geração de defeitos, assegurando a estabilidade do processo e a conformidade do produto.
- Controlo Inicial: gestão do ciclo inicial de vida de equipamentos e alterações de processo, incluindo prevenção de manutenção desde o projeto, redução de variabilidade no arranque e incorporação sistemática de lições aprendidas.
- Segurança e Higiene: integração de requisitos de segurança e ergonomia, garantindo que nenhuma intervenção compromete a integridade física das pessoas ou a conformidade ambiental.

O TPM mantém uma ligação direta com práticas de organização do trabalho, em particular com o 5S, na medida em que limpeza, inspeção e ordenação do posto constituem pré-condições para a fiabilidade operacional. Em termos de resultados esperados, a literatura e a experiência industrial convergem na observação de aumentos de produtividade e qualidade, melhorias de segurança e reduções de custos operacional.

### 2.2.7. *Single Minute Exchange of Die (SMED)*

A metodologia SMED, desenvolvida por Shigeo (Shingo, 2019) é uma abordagem de melhoria focada em encurtar drasticamente as mudanças de ferramenta, molde ou produto, com a ambição de as trazer para menos de dez minutos. Em vez de comprar mais máquinas para contornar paragens longas, o SMED prova que é possível transformar o *setup* até este deixar de ser um gargalo. O princípio é simples e poderoso: observar, separar, converter, simplificar, padronizar e continuar a melhorar (Shingo, 2019).

O ponto de viragem nasce da observação cuidada do processo de mudança. Ao filmar e cronometrar cada passo, descobre-se algo decisivo: muitas tarefas que se faziam com a máquina parada podem ser deslocadas para antes ou depois da paragem. Surge, então, a distinção central entre atividades internas e externas. Internas são as que só se realizam com o equipamento imobilizado (por exemplo, trocar uma ferramenta ou um molde). Externas são as que se podem executar enquanto a máquina produz, ou logo após o recomeço (preparar ferramentas, conferir documentos, pré-aquecer componentes, trazer materiais) (Valle et al., 2015).

A partir desta base, as etapas fluem de forma lógica:

- Estudo do trabalho. Regista-se o método tal como é, sem pressupostos. Vídeos, cronometrias e folhas de observação ajudam a identificar todas as atividades e a sua sequência real. Nesta fase, internas e externas estão misturadas.
- Separação de internas e externas. Reorganiza-se o trabalho para que o máximo possível aconteça fora da paragem. Só este exercício costuma gerar reduções imediatas do tempo de *setup*.
- Conversão de internas em externas. Tudo o que puder ser antecipado, antecipa-se: pré-aquecer um molde, pré-montar conjuntos, preparar kits de ferramentas, posicionar materiais, validar parâmetros. Cada conversão subtrai minutos ao tempo improdutivo.
- Redução e eliminação das internas remanescentes. Ataca-se o que sobra: eliminar apertos desnecessários, reduzir ajustes, introduzir dispositivos de posicionamento, referências visuais, engates rápidos, guias, batentes e soluções à prova de erro. O objetivo é fazer certo à primeira e sem microafinações.
- Otimização das externas. Mesmo não afetando a paragem, estas tarefas consomem tempo e recursos. Melhora-se a logística de preparação e de pós-setup, normaliza-se o reabastecimento, organiza-se o armazenamento e asseguram-se listas de verificação claras.
- Padronização e treino. Consolida-se o novo método em instruções visuais, checklists e procedimentos simples, que sustentem o trabalho *standard* e o treino. A padronização não fecha o ciclo; cria a base para o próximo salto de melhoria.

Os ganhos vão muito além da redução do tempo de troca. Menos *setup* significa mais flexibilidade, menor *lead time*, redução de stocks e de defeitos, maior produtividade, melhor utilização dos recursos e maior satisfação do cliente. E há um benefício cultural importante: o SMED é, por natureza, colaborativo. Valoriza o conhecimento de quem opera as máquinas, promove equipas multifuncionais e estimula a experimentação prática no *gemba*.

Para empresas que pretendem trabalhar em *just-in-time* e com inventários mínimos, *setups* rápidos são críticos. Facilitam a mudança frequente de modelo, evitam produzir para stock “por precaução” e libertam capacidade sem investimentos pesados. Ao expor e atacar atividades difíceis, morosas e desperdiçadoras, o SMED torna a operação mais leve e previsível (Womack & Jones, 1996).

página propositadamente em branco

## 3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

### 3.1. Descrição da Marcenaria

Neste capítulo procede-se à apresentação e descrição das diferentes zonas da marcenaria.

Esta área da fábrica é composta por 7 áreas de trabalho. A zona do corte, da folha, das CNCs, das Orladoras, das Calibradoras, dos Marceneiros e da verificação Pré-Acabamento. Nestas zonas, a matéria-prima é transformada em móveis, que após a verificação e desmontagem no último posto, ficam prontos para os acabamentos.

A figura 11 mostra o layout da zona da Marcenaria, juntamente com as máquinas utilizadas, postos de trabalho, zonas de apoio ao WIP e armazéns de Matéria-Prima.



Figura 11 - Layout do setor da Marcenaria

#### 3.1.1. Setor do Corte

Este setor dá início ao processo produtivo da marcenaria. O corte do placado é realizado numa seccionadora industrial (*Schelling*), onde o operador escolhe a placa adequada e programa os cortes para extrair todos os componentes artigo a artigo. Neste processo são cortadas apenas placas de MDF, de espessuras variadas, obtendo-se placas de MDF adequadas às dimensões necessárias. A máquina funciona automaticamente, onde o operador carrega a máquina com MDF de espessura

19mm, e manualmente, onde o operador, com a ajuda do empilhador, corta manualmente as placas de diferentes espessuras. No caso do artigo ser lacado, as placas cortadas vão diretamente para a área de CNC, caso seja folheado, este terá de passar pelo setor da folha, onde será aplicada uma folha natural ou composta (na minoria das vezes), dando um aspeto mais orgânico ao móvel. As folheadas podem corresponder a mais do que componente e, nesses casos, essas placas são cortadas nas dimensões desejadas, garantindo assim o mesmo padrão folheado nos restantes componentes da mesma placa. De seguida, estas partes seguem para a zona das CNC, tal como está ilustrado na figura 12.

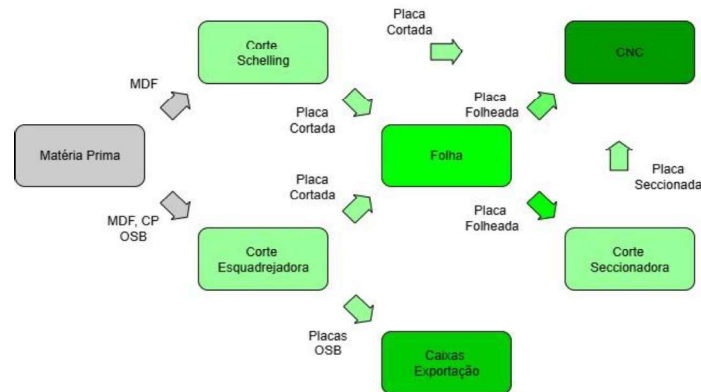


Figura 12 - Fluxo de materiais e processos de corte

Paralelamente, a esquadrejadora manual trata de peças menores, principalmente interiores de gaveta e do “fatiamento” final de placas já folheadas. Para os interiores de gaveta folheados, o Operador desta máquina vai cortar uma placa com dimensão o suficiente para o interior das gavetas de um artigo. Após isso, este emite uma ordem de produção para o setor da folha, que tem a função de folhear essa mesma placa. O processo termina quando este secciona essa placa nos diferentes componentes relativos ao placado forro. De seguida, estes serão agregados com o resto do placado respetivo a cada artigo.

Neste processo faz-se também o corte de contraplacado e OSB. Esta área é também responsável pelo corte de placas OSB, destinadas à construção de caixas de exportação.

### 3.1.2. Folha

O termo “folha” é dado a uma camada muito fina de madeira natural, de espessura entre 0,3 mm e 3 mm. Esta área de produção concentra as operações que, através da aplicação dessa folha, permitem às placas de MDF obter a estética natural da madeira maciça a um preço significativamente inferior, assegurando simultaneamente a redução do consumo de matéria-prima nobre e uma maior estabilidade dimensional do produto final.

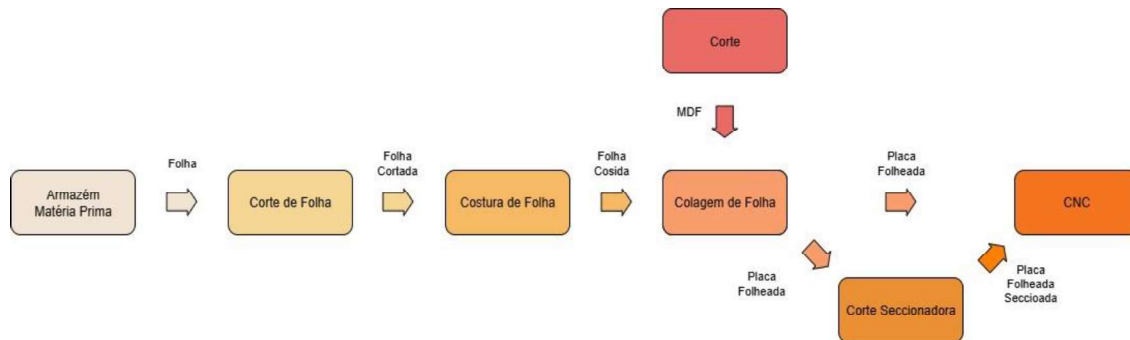


Figura 13 - Fluxo de materiais e processos de Folha

As operações principais deste processo são o corte, a costura e a colagem de folha, como se pode ver na figura 13. As operações iniciam-se com o corte das folhas naturais em guilhotinas, obtendo dimensões adequadas para cada peça. Quando necessário, as folhas cortadas são unidas em máquinas de costura, formando painéis maiores ou com a direção de veio adequada. Em seguida, procede-se à aplicação de cola branca, com o auxílio de uma máquina aplicadora, onde o MDF recebe adesivo em ambas as faces de forma uniforme. A etapa seguinte é a prensagem a quente, que fixa a folha ao substrato, garantindo aderência e estabilidade. Por fim, as placas folheadas seguem para o corte seccionador ou diretamente para a área de CNC.

### 3.1.3. CNC

Este setor é responsável pelas operações de furação, corte e desbaste de alta precisão que transformam as placas de MDF em componentes maquinados. As atividades incluem posicionamento e fixação das placas de MDF na mesa, carregamento do programa gerado pelo CAM, execução das sequências de furação, ranhuras e fresagens e, por fim, libertação e inspeção das peças. Após a maquinagem, os componentes são colocados numa palete e, assim que concluídos, estes são encaminhados conforme o plano de produção. O esquema do processo de CNC pode ser observado na figura 14.

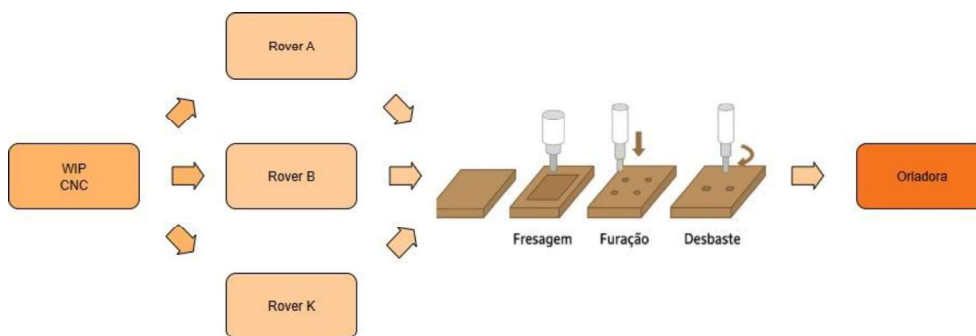


Figura 14 - Esquema do processo de CNC

A distribuição do trabalho entre as três CNC (Rover A, B e K) faz-se de forma prática — em função da disponibilidade, da complexidade do serviço e do tamanho das peças. O operador carrega o programa, verifica apoios e referências, executa um arranque manual de verificação e arranca com o programa CAM. Este deve reajustar os apoios e repetir estes passos até concluir todos os componentes do artigo. Manutenção de ferramentas, controlo de desgaste e o estado dos componentes devem ser verificados antes e depois da maquinagem, permitindo assim reduzir retrabalhos e garantir qualidade.

### 3.1.4. Orladora

Antes de iniciar a operação, procede-se à seleção dos artigos e à verificação da compatibilidade dimensional e superficial: escolhem-se componentes com espessura homogénea e acabamento equivalente, dentro dos limites técnicos da orla. De seguida, prepara-se a orla adequada, ajusta-se o cabeçote aplicador e alimenta-se a máquina, regulando parâmetros críticos (velocidade de alimentação, temperatura de fusão da cola, pressão de contacto e tensão da orla) e calibrando guias e offsets.

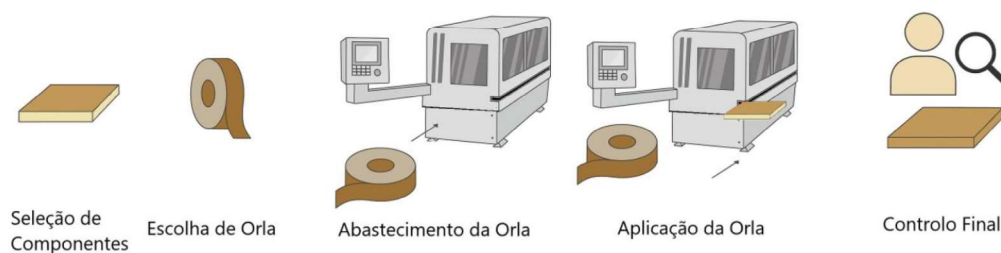


Figura 15 - Esquema do processo de Orla

A máquina atua com processos de lixagem, limpeza e aplicação de orla nas faces laterais da placa. Com o apoio de um segundo operador, este retira o material à saída da máquina onde as peças são sujeitas a uma inspeção visual e manual. Este processo, observado na figura 15, repete-se até todas as faces da placa necessárias estarem orladas. Todo o processo é repetido até os componentes estarem concluídos.

### 3.1.5. Calibradora

Este processo começa com a escolha do(s) artigo(s) a processar e a identificação dos componentes de igual garantindo uniformidade no acabamento. Em seguida, seleciona-se a(s) lixa(s) adequadas e a dimensão correta para o perfil e a área das peças, de modo a otimizar a qualidade e a eficiência da lixagem. Posto isto, os componentes são introduzidos na calibradora de acordo com a sequência de produção pensada. Por norma, um segundo operador retira os componentes calibrados e, depois de verificada a qualidade, devolve-os com a face lixada voltada para baixo, posicionando-os no lado de entrada da calibradora para a operação seguinte. O operador responsável repete o mesmo processo para a face ainda por lixar, alternando as operações conforme necessário.



Figura 16 - Esquema do processo de Calibradora

No funcionamento normal em linha, um operador retira os componentes calibrados e, depois de verificada a qualidade, devolve-os com a face lixada voltada para baixo, posicionando-os no lado de entrada da calibradora para a operação seguinte. Estas etapas estão representadas na figura 16 e, são repetidas ciclicamente até que o artigo inteiro tenha todos os componentes calibrados, garantindo consistência no acabamento. O produto final pode seguir para o marceneiro, que dará seguimento aos processos.

### 3.1.6. Marceneiro

Este setor é composto por marceneiros, ferramentas e maquinaria especializada. Distribuídos por 10 bancadas, os marceneiros são responsáveis por operações diversas, pelo que o trabalho é distribuído consoante a sua função. O processo começa quando o marceneiro procede à análise dos componentes, conferindo peças e medições, verificando o trabalho anteriormente feito. Segue-se a verificação de furos, no caso de artigos folheados, é verificado o estado da folha e da orla para detetar e corrigir eventuais não-conformidades. Quando o artigo é folheado, realiza-se a lixagem manual para uniformizar a superfície e melhorar o acabamento. De seguida, aplica-se as ferragens e componentes necessários e efetua-se a montagem do artigo, verificando o estado dos mesmos (figura 17).



Figura 17 - Operações do posto de Marceneiro

A distribuição do trabalho organiza-se em sete bancadas que executam as operações acima mencionadas, duas bancadas que, além do trabalho *standard*, são especializadas em folhear artigos com formas orgânicas e em acabamentos manuais de contornos irregulares, e uma bancada dedicada que não realiza as tarefas *standard* mas se ocupa exclusivamente da aplicação de orlas em superfícies curvas, da aplicação de folha em peças com formas orgânicas e da operação da prensa de membrana, funções que exigem equipamento e competências específicas.

### 3.1.7. Verificação Pré-Acabamento

Neste setor, o artigo é submetido à verificação pré-acabamento. O processo inicia-se com a análise da lixagem e a verificação da aplicação das ferragens, conferindo peças, medições e a conformidade do trabalho previamente executado. Segue-se a verificação do estado dos componentes, em que são inspecionados elementos estruturais, pontos de fixação, folheados e orlas de modo a filtrar más conformidades e evitar retrabalhos.

Se forem identificadas irregularidades superficiais, procede-se a resolver o problema na própria bancada, onde o operador recorre à lixagem manual para a uniformização da superfície e a melhoria do acabamento. Após o retrabalho, efetua-se uma nova verificação do estado dos componentes. Concluídas as verificações, procede-se à desmontagem dos artigos para as operações subsequentes de acabamento.

Neste setor realiza-se também a receção e o controlo de componentes subcontratados, tanto para a marcenaria como para os cascos destinados aos estofos, incluindo verificação documental, análise dimensional, inspeção visual de acabamento e verificação de más conformidades. Por constituir o último ponto de controlo antes dos acabamentos, seja para os componentes produzidos na fábrica ou subcontratados, a verificação pré-acabamento exige um nível de rigor elevado e é atribuída a pessoal com qualificação técnica específica, diminuindo assim a probabilidade de acabar um componente NOK.

## 3.2. Diagnóstico da Marcenaria

O diagnóstico deste setor foi realizado através da observação dos postos de trabalho e com a colaboração de operadores dos diferentes setores. Em diálogos com estes, foi possível observar uma série de oportunidades de melhoria, mas também vários problemas com necessidades de intervenção imediatas.

### 3.2.1. Situação dos Postos de Trabalho;

Numa primeira volta pela marcenaria, foram encontrados problemas evidentes que condicionam as operações. O trabalho em curso (WIP) encontra-se desorganizado e sem ordem, marcações pouco claras ou contraditórias, acumulação de artigos que não acrescentam valor e uma presença persistente de pó e resíduos. Estes sintomas não são apenas uma questão estética, pois estes afetam diretamente a eficiência operacional, a qualidade das peças, a segurança dos trabalhadores e a longevidade das máquinas. De modo a identificar estes problemas zona a zona, com a colaboração dos operadores e através de observações, no seguimento deste texto vai-se listar oportunidades de melhoria acompanhadas por imagens de cada posto de trabalho.



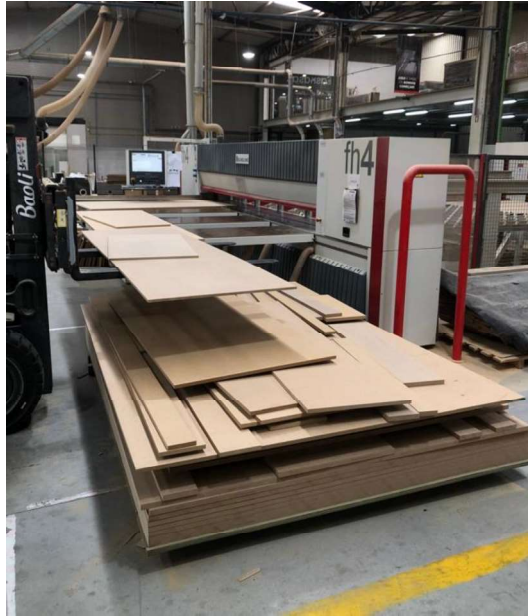
*Figura 18 – Lote de MDF rodeado de placas Cortadas*



*Figura 19 - Placas sobrepostas a Lote de OSB*

Numa primeira fase, identificou-se desorganização no armazém de matéria-prima de placas. Na figura 18, os lotes de MDF estão rodeados de placas cortadas, impedindo o acesso aos mesmos, sem primeiro as retirar. O acesso ao armazém de MP acontece a toda a hora, inclusive, pelos

operadores dos postos associados ao corte, e no caso destes precisarem de retirar alguma placa com o empilhador, teriam de sair do mesmo e retirar as placas que rodeiam o lote, causando desperdício de tempo e aumentando o tempo de *setup*. Na figura 19, está um lote de OSB, fora da zona devida, que terá de ser arrumado assim que for necessário a abertura deste portão. Nessa mesma imagem, pode-se observar várias placas sobrepondo esse lote que, sem identificação ou ordem visível, acrescentam uma etapa, no caso de ser necessário aceder a placas de OSB.



*Figura 20 - Placas apoio ao Corte*



*Figura 21 - Placas de Apoio ao Corte 2*

Na figura 20 é possível observar as placas de apoio ao corte do placado na seccionadora. Neste processo, o operador mantém alguma matéria-prima perto da máquina, de modo a reduzir o tempo de acesso à mesma. Neste lote tem várias espessuras de placa de MDF mais utilizadas, e com o empilhador, eleva as que precisa até a altura da máquina, para manualmente operar o corte. Nisto,

o operador, sempre que precisa de uma nova espessura, tem de perder imenso tempo a manobrar o empilhador, tarefa que demora mais do que o corte automático da máquina. Além desse desperdício, o operador coloca as placas de MDF no meio do corredor, como podemos ver na figura 21, dificultando o acesso à zona de armazém de folha. Nenhuma dessas zonas está identificada claramente, e caso outro operador o tenha de substituir, existe uma série de placas desordenadas e não identificadas.

No lado sul da seccionadora existe uma área de abastecimento da máquina onde o operador coloca a placa de espessura 19 mm, sendo esta a mais utilizada. Desta forma, todos os cortes em placado desta espessura podem ser feitos automaticamente. Na figura 22 é possível ver um lote de placas em frente a essa zona de abastecimento. No caso, o operador realizou o abastecimento e não retirou os apoios ao lote. Este comportamento não provoca perdas diretas ao processo de abastecimento realizado, mas sim em processos futuros. Esta desorganização no armazém e no ambiente de corte cria atrito a este posto de trabalho, mas também aos que recorram a esta zona.



*Figura 22 - Lote de Abastecimento MDF 19*

Os postos de trabalho relativos ao corte, colagem e aplicação de folha foram detalhados em maior detalhe no capítulo seguinte. A descrição e o diagnóstico detalhados do mesmo foram motivados pelas diversas observações e entrevistas aos operadores do mesmo. Apesar de ser um processo complicado e com elevado rigor, visto que é a superfície de certos artigos de mobiliário, a matéria-prima encontra-se em condições microclimáticas propícias a comprometer a qualidade do exterior do móvel. Os processos associados a este posto mostram elevada complexidade, desde a escolha e corte da folha até a sua aplicação.

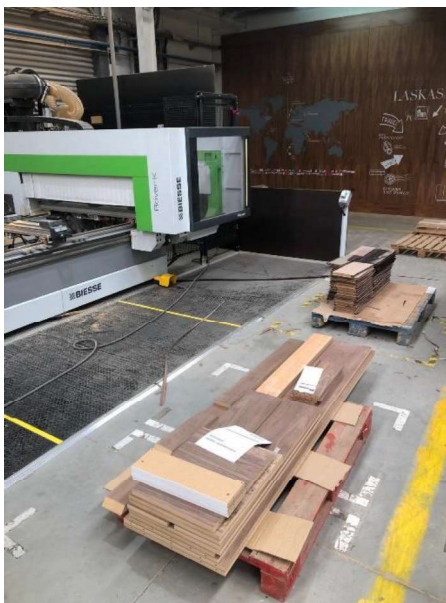


Figura 23 – WIP da CNC Rover K

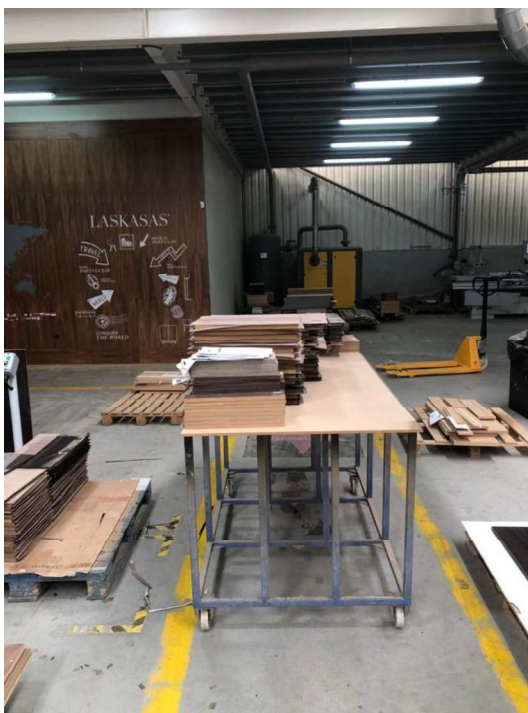


Figura 24 - Carrinho de Apoio

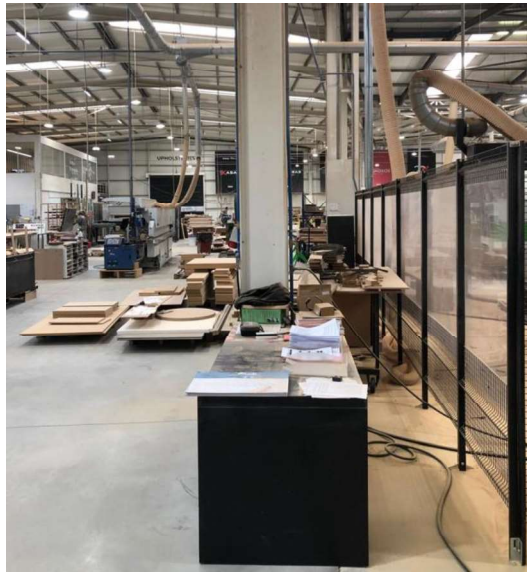
A figura 23 mostra a área de operação de uma das CNC. Nela podemos ver a marcação do WIP, mas não nenhuma identificação que distinga o produto em curso do produto acabado. A figura 24 mostra o encarregado da fábrica a fazer a organização dos diferentes componentes que vinham na mesma paleta. Por vezes existe a necessidade de reorganizar as mesmas devido a grandes quantidades de peças na mesma encomenda. Esta prática poderia ser evitada se no processo anterior já tivesse sido feita a separação e identificação.



*Figura 25 - WIP Orladora 1*

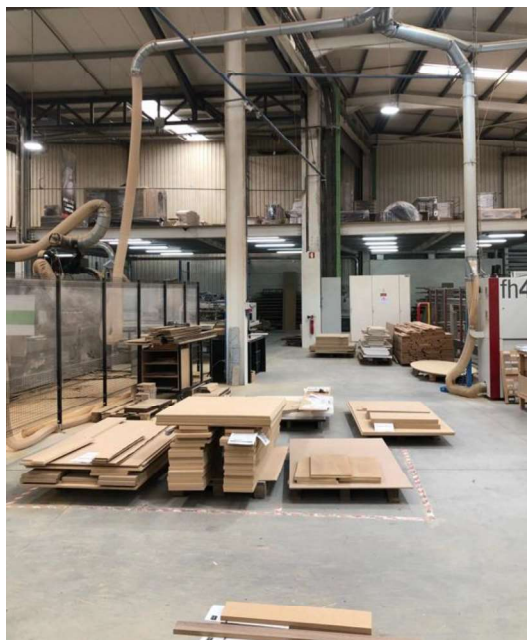


*Figura 26 – Zona de Acesso a Rack de Orlas*

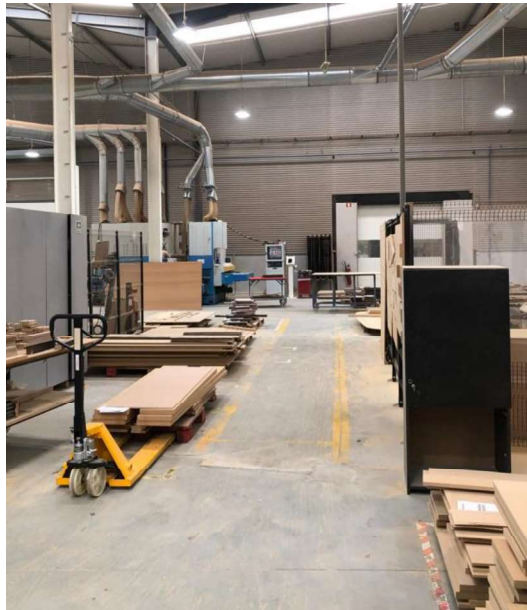


*Figura 27 - Bancada do Encarregado*

A figura 25 apresenta a zona onde existe uma acumulação de WIP de Orladoras, CNC e Esquadrejadora. Não existem marcações visíveis, o que pode complicar o trabalho do operador que tiver de organizar e repartir o trabalho. Na figura 26, pode-se ver a zona da orladora. O WIP acumulado e a disposição da máquina dificultam o acesso ao stock de orlas. A acumulação de lixo é visível, mas reduzida e apenas na área das máquinas. Na figura 27 pode ser ver a parte traseira da CNC Rover B, que demonstra uma quantidade maior de lixo indicando possíveis problemas na potência da aspiração. Como é uma zona de acesso reduzido, os operadores negligenciam este tipo de acumulação de resíduos.



*Figura 28 - WIP Orladora 2*



*Figura 29 - Corredor entre CNCs*

Nas figuras 28 e 29, é possível perceber uma acumulação de WIP em zonas marcadas ou fora dos corredores. No fim desse corredor, começa uma área comum a CNCs, furadoras e orladoras, e a falta de marcações de áreas de operação dificulta a identificação direta de que zona colocar o produto acabado e o produto em curso, que zona é destinada à fresadora e que zona é destinada à orladora. A falta de padrões de organização pode provocar demoras no transporte de matéria-prima, causando embaraçamento em áreas centrais, colocando em causa não apenas um setor, mas vários.



*Figura 30 - Orladora*



*Figura 31 - Estante de Orlas*



*Figura 32 - Rack de Orlas*

Nas figuras 31 e 32 estão, respetivamente, o stock intermédio e o stock em rack de orlas. Estas duas imagens estão na zona da segunda orladora (figura 30). Aqui é possível observar que anteriormente existiu uma identificação e posição para cada uma das estantes, organizadas por espessura e por tipo de orla. Atualmente, percebe-se que esse cuidado já não existe e que as orlas são colocadas sem ordem específica, preenchendo apenas os slots vazios à medida que se vão utilizando as mesmas. Esta desorganização contribui para acréscimos no tempo de escolha de matéria-prima cada vez que há a alteração para um novo tipo de orla ou espessura e pode até impossibilitar a operação para operadores menos experientes.



*Figura 33 - Máquina Inutilizada 1*



*Figura 34 - Máquina Inutilizada 2*

Na zona de marcenaria mais artesanal, responsável por aplicação manual de folha, colagem e orla curva, existem duas máquinas que estão inutilizadas. Anteriormente existia um operador responsável por este posto de trabalho, mas atualmente, os processos que antes seriam realizados nestas máquinas são feitos manualmente, inutilizando as máquinas das figuras 33 e 34. Isto sustenta a ideia de que a normalização e criação de instruções de trabalho para cada posto e tarefa específica são de extrema importância na industrialização de processos. Além disso, a realização manual das tarefas aumenta o tempo de operação para cada tarefa, compromete a consistência nos resultados e aumenta o risco de defeitos.

Nos restantes processos, os problemas encontrados foram semelhantes aos abordados no resto deste capítulo. De forma sucinta, as principais deficiências identificadas são a desorganização e acumulação de WIP, a existência de marcações de zonas/armazéns confusas ou até mesmo a sua inexistência, acessos bloqueados a matérias-primas, equipamentos inativos que forçam operações manuais e a falta de normalização das tarefas necessárias para a realização de processos. Todos estes factos identificados contribuem para ineficiências no fluxo de produção e contrariam um ambiente de melhoria e mudança.

### 3.2.2. Layout Desatualizado

Em conversa com o encarregado da área da marcenaria, percebeu-se que a disposição atual das máquinas estava de acordo com a instalação das condutas de aspiração. Isto resultou num layout adaptado a condicionantes externas à eficiência operacional, provocando desperdícios em deslocações, transportes e postos de trabalho desorganizados.

Daí surgiu a dúvida de como estaria organizado o fluxo de produção pensado para este layout, de que modo a localização dos armazéns condiciona a matéria-prima que contém e como está definido o acesso a ela e, não menos importante, como seria possível calcular e estudar o aproveitamento do espaço. Numa pesquisa inicial nos arquivos da rede da empresa, reparou-se que o layout disponível estava desatualizado. As máquinas disponíveis estavam desenhadas, mas a disposição não era a atual. De modo a avaliar melhor os indicadores mencionados atrás, procedeu-se à atualização do Layout Atual.

A atualização do layout fez-se em AutoCAD. Inicialmente, realizou-se a limpeza do interior do layout antigo, aproveitando as máquinas, a estrutura da fábrica e o aproveitamento total das áreas de Estofa e Montagem/Embalagem, que estava muito semelhante ao atual. De seguida, para proceder à atualização do layout da marcenaria, houve um estudo de quais pontos de referência se poderiam utilizar.

A área sul desta zona é composta por um mezanino, que, através da medida dos dois pontos de interceção deste com a parede, conseguiu-se traçar o primeiro ponto de referência. Seguiu-se com a medição da distância entre os suportes dessa estrutura e a sua implementação no layout. Ao analisar as paredes e vigas principais da fábrica, reparou-se num alinhamento de 3 vigas, num ângulo perpendicular à parede de separação entre a zona de Estofa e Marcenaria. A terceira viga, por sua vez, seria colinear com o traçado de um dos suportes do mezanino, com vigas principais, no centro da fábrica. Após proceder à medida de distâncias entre cada um destes pontos de referência, traçaram-se as linhas de apoio necessárias, e finalizou-se a estrutura principal deste layout (figura 35).

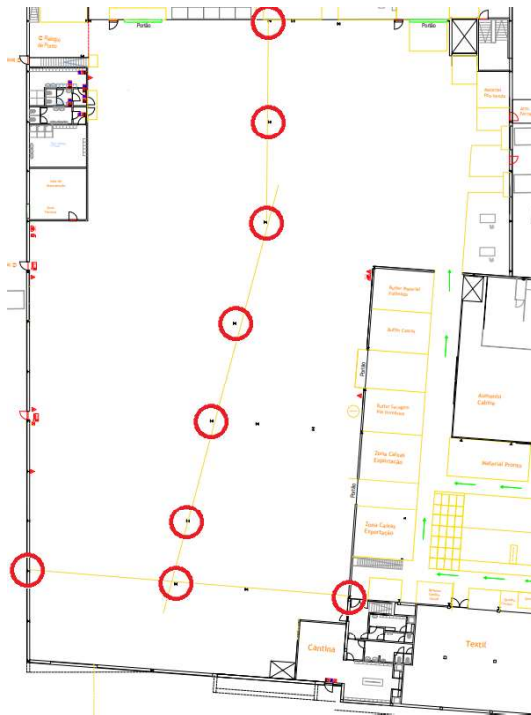


Figura 35 - Estrutura do layout

O primeiro passo foi traçar os corredores. Através de uma medição exaustiva de pontos de referência, distâncias e ângulos, posto a posto, traçaram-se os principais corredores e áreas para os postos de trabalho, máquinas e armazéns. Com essas zonas definidas, adicionou-se a maquinaria e postos de trabalho, previamente disponíveis no layout desatualizado. Por fim, definiram-se os WIPs necessários ao fluxo de produção da marcenaria, obtendo o resultado observado na figura 36.



Figura 36 - Layout do setor da Marcenaria

O *layout* final está idêntico à situação atual da Marcenaria, mas conta com a implementação adicional de zonas de WIP, devidamente identificadas. No apêndice E é possível observar o *layout* atualizado da fábrica.

### 3.3. Descrição da Área de Aplicação da Folha

A área da aplicação da folha segue o processo do corte do placado. Como referido no capítulo da marcenaria, esta área é responsável pelas operações de corte, costura e aplicação da folha. Este setor é constituído por 4 áreas: armazém de folha (1), corte de folha (2), costura de folha (3), aplicação de folha (4).

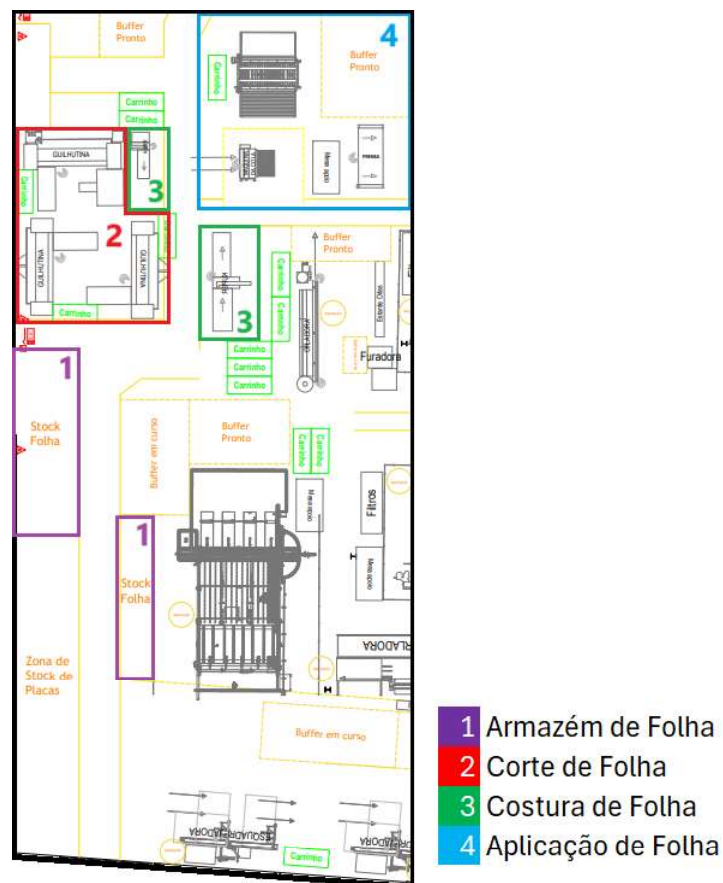


Figura 37 - Layout zona de Folha

A figura 37 legenda o layout da zona de folha. No armazém (1), as folhas estão dispostas em paletes, onde os lotes estão sobrepostos uns aos outros, sem uma ordem específica. Existe também um *rack* com alguns tipos de folha menos utilizados. Cada palete de folha está coberto com uma camada de plástico polietileno, evitando a exposição contínua da folha à luz. Na figura 38, pode-se observar a situação no armazém de folha.



Figura 38 - Armazém de Folha

A área de corte de folha (2) é composta por 3 postos de trabalho, dois deles compostos por guilhotinas industriais e duas mesas de apoio, respetivamente. O último posto tem uma guilhotina industrial de maior dimensão, que permite um corte em dois lados do painel de folha, e uma outra guilhotina de menor dimensão, que permite cortar em comprimento. Existem também dois carrinhos de apoio onde os operadores podem armazenar a matéria-prima restante das operações.

Na área da costura (3) existem duas máquinas de costura de folha e cada uma tem duas mesas de apoio. Junto às mesas existem carrinhos de apoio para produto acabado e produto a costurar.

Por último, a área de aplicação de folha (4) é composta por 2 postos de trabalho onde está uma máquina responsável por aplicação de cola e duas prensas, uma a quente e uma a frio. No meio da área está uma mesa de apoio que ajuda ao processo. Na figura 39 estão legendados os postos de trabalho da zona da Folha.



**Armazém de Folha (1)**



**Corte de Folha (2)**



**Costura (3) e Aplicação de Folha (4)**

Figura 39 - Postos de Trabalho da zona da Folha

### 3.3.1. Descrição das Operações

O processo começa na área de corte de folha (2). Os operadores reúnem-se para distribuir o trabalho, onde organizam as ordens de produção por tipo de artigo e acabamento. Cada operador organiza o trabalho designado por tipo de folha, seguido de um estudo dos componentes dos artigos a cortar. Após a análise, segue até o armazém de folha (1).

No armazém, o operador desloca-se até a paleta onde tem a folha pretendida, onde este mede a largura do lote e avalia o estado da folha. A escolha da folha pode ser um processo complicado, visto que a matéria-prima é natural e de largura reduzida (entre 10 e 40 cm). Nos lotes de folha podem-se encontrar defeitos que podem condicionar lotes na totalidade. Por isso, o operador deve avaliar e medir a dimensão das folhas, garantindo que consegue aproveitar o lote ao máximo, com o mínimo de desperdício possível. Posterior à escolha, o operador deve retirar o lote da paleta e, se necessário, voltar a repor os lotes posteriores que impediam a observação inicial. No fim, o operador leva o lote para o corte no respetivo posto. Alguns exemplos de defeitos encontrados estão representados na figura 40.



Figura 40 - Defeitos na Folha

Na área de corte de folha (2), o operador organiza o lote, onde procura defeitos e faz o estudo do aproveitamento da folha. Os lotes de folha têm uma largura menor do que o comprimento total da maioria dos componentes, pelo que o corte de folha deve ser feito através de cortes de comprimento igual à largura do componente objetivo e largura igual ao valor que, multiplicado pelo número total de folhas cortadas, seja o comprimento do componente objetivo. Os cortes são feitos em todo o perímetro de folha, permitindo assim exatidão dos padrões, esquadria no alinhamento da folha e contornar alguns defeitos nas extremidades. Na medida do corte, o operador deve escrever indicações de como os cortes de folha casam uns com os outros, garantindo um padrão único e natural (figura 41).



Figura 41 - Processo de Casar Folha

O operador deve então cortar os restantes componentes de acordo com as dimensões e quantidades designadas na ficha técnica. No fim, o operador organiza as folhas cortadas, como se pode ver na figura 42 e, juntamente com o processo, coloca no carrinho de produto acabado (figura 43). O operador retorna ao posto e organiza o mesmo, colocando folhas de menor qualidade e sem aproveitamento no carrinho de apoio, que as guarda para folhear componentes de placado forro,

por exemplo, interiores de gavetas e partes do artigo sem visibilidade. Se necessário, volta ao armazém para buscar um novo lote de folha, repetindo todo o processo para os artigos designados.



Figura 43 - Folha Cortada



Figura 42 - Carrinho de Folha Cortada

O processo de costura da folha (3) é feito paralelamente ao corte de folha. Neste processo, o operador procura um dos carrinhos com placas cortadas e respetivas fichas técnicas. De seguida, este vai ao carrinho ou à zona de folha cortada e tenta encontrar o(s) processo(s) respetivo(s). Após trazer a respetiva folha, o operador prossegue com a costura da mesma, seguindo a ficha técnica e as indicações deixadas pelos operadores do processo anterior. O casamento das folhas é feito no processo em que o operador encosta uma folha à outra, sem sobrepor, e introduz na máquina de costura. Esta máquina está representada na figura 44.



Figura 44 - Máquina de Costura 1

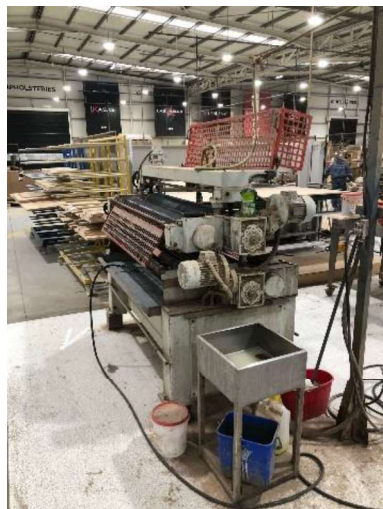


Figura 45 - Folha Costurada

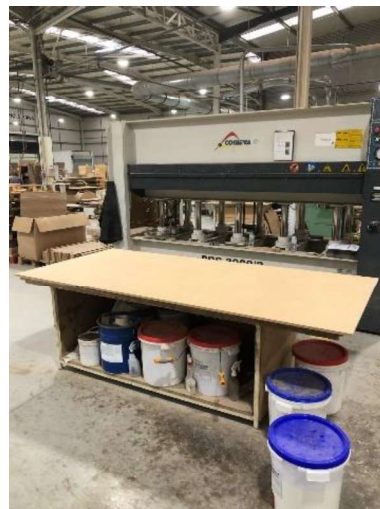
Através de um fio e cola, a máquina vai aplicar um ponto em *zig-zag*, unindo as folhas de madeira, como se pode ver na figura 45. O processo é repetido até o componente objetivo ficar completo respeitando o padrão das folhas. As folhas costuradas devem ser colocadas no carrinho, juntamente

com o componente(s) a folhear. O mesmo deve ser feito para os restantes componentes. Assim que o operador conclui um artigo, ele deve procurar o processo do artigo seguinte e repetir os passos anteriores. Ao concluir o carrinho, o operador do posto seguinte deve levá-lo até a máquina aplicadora de cola, para começar o processo seguinte.

Na área de aplicação de folha (4), o operador analisa os processos dos artigos no carrinho com o placado e a folha costurada e escolhe aqueles com mais componentes em comum. De seguida organiza os processos junto da máquina de cola (figura 46), onde os coloca alinhados e define a ordem que a operação vai tomar. Depois do plano de ação definido, o segundo operador deve disponibilizar a mesa de apoio (figura 47) para colocar uma das camadas de folha, aproveitando ao máximo o espaço da mesa.



*Figura 46 - Máquina de Cola*



*Figura 47 - Mesa de Apoio à prensagem*

De seguida, o operador alimenta a máquina com cola e calibra a mesma à medida ajustada para a espessura das placas de MDF a introduzir. Os dois operadores levam as placas em conjunto, sobrepondo as mesmas em cima da respetiva folha pousada na mesa de apoio. De seguida, sobrepõe-se a segunda camada de folha por cima da respetiva placa de MDF. Os artigos estão prontos para serem colocados na prensa, da mesma disposição que estavam na mesa, uma vez que a placa da prensa tem a mesma dimensão que a mesa de apoio. A partir da aplicação da cola, estes têm cerca de 8 minutos até iniciar a prensagem, onde estes devem ficar pelo menos 2 minutos. Enquanto a prensa opera, os operadores preparam os próximos componentes a serem prensados. No fim, as placas folheadas são retiradas da prensa e colocadas num buffer de produto acabado, onde aguardam os restantes componentes, completando o artigo (figura 48).



*Figura 48 - Placas Folheadas*

### **3.4. Diagnóstico da área da Folha**

Após uma descrição detalhada da área de aplicação de Folha, este capítulo passa por analisar e diagnosticar a mesma. Recorrendo a observações ao local de trabalho e a entrevistas aos trabalhadores e encarregados, foram identificadas algumas ineficiências nos processos que tinham impacto nos setores seguintes. O diagnóstico começa por identificar os principais problemas encontrados juntamente com as suas causas.

#### **3.4.1. Situação dos Postos de Trabalho**

Numa primeira conversa com os operadores, identificaram-se diversas condicionantes no posto de trabalho do corte de folha. A área destinada ao corte é muito reduzida, o que dificulta as movimentações entre o posto e o armazém, trajetos esses que são frequentes. As bancadas de apoio ao corte são insuficientes e os lotes de folha chegam a ficar no chão, como se pode ver na figura 49, chegando mesmo a limitar a circulação e interferindo no próprio processo de corte. As lâminas das guilhotinas são substituídas quando de intervenções de manutenção noutras áreas da fábrica. Por consequência, por vezes o corte danificava a folha ou exigia um novo corte, aumentando o desperdício de matéria-prima e o tempo de processamento.



*Figura 49 - Carrinho de Apoio Folha*

Também na figura 49, está um exemplo de um dos carrinhos de apoio, onde se colocam matérias-primas inutilizáveis para frentes de móvel, encontravam-se desorganizados. Neles estão diferentes tipos e dimensões de folha sem identificação clara. As bancadas de trabalho apresentavam diferenças entre si e os resíduos de folha eram depositados em locais distintos consoante o operador. Acresce a difícil acessibilidade ao exterior do posto, local onde se encontram os carrinhos com matéria-prima acabada, o que contribui para aumentar o tempo de corte.

A saída sul do posto de trabalho está condicionada por um dos carrinhos de apoio, com matéria-prima destinada a aproveitamentos, e existe um conjunto de placas de MDF usadas no setor de corte a dificultar o acesso ao armazém de folha, tal como se pode observar na figura 50.



*Figura 50 - Armazém de Folha congestionado*

No armazém de folha, observou-se que os lotes estavam agrupados por tipo e empilhados em paletes, mas sem uma ordem definida. Por vezes existiam várias paletes contendo o mesmo tipo de folha. Esta falta de organização dificulta que uma pessoa externa ao processo identifique rapidamente o conteúdo dos lotes, sobretudo porque estes se encontram cobertos por uma camada fina de polietileno. Cada palete integra lotes de diferentes dimensões sobrepostos, o que complica a seleção. Para aceder a um lote funcional é muitas vezes necessário retirar primeiro todos

os lotes sobrepostos e, posteriormente, repor os que não foram usados. Existem ainda dois outros conjuntos de paletes, no lado esquerdo da *Schelling*, deslocalizados (figura 51).

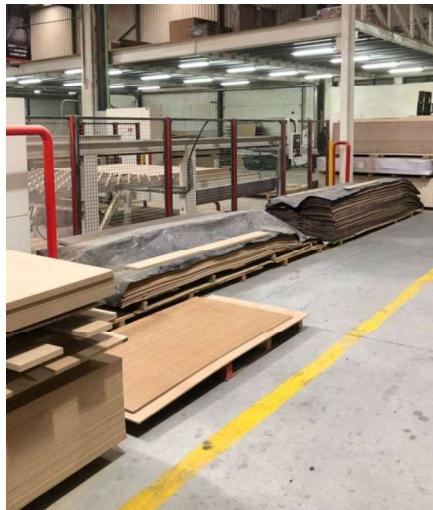


Figura 51 - Lotes de Folha Dispersos



Figura 52 - Proteção das Paletes de Folha

Apesar de existir uma cobertura sobre as paletes, como se pode observar na figura 52, as condições ideais de armazenamento da folha estão longe de estar ótimas. Dentro da fábrica não existe um controlo de temperatura nem de humidade, pelo que as variações térmicas e higrométricas podem provocar empenos, rachas e encolhimentos. As folhas devem estar protegidas da incidência direta de luz (evitar completamente a luz solar) e de poeiras, condições que podem provocar a perda de cor e o desgaste da folha. A falta de cuidados de armazenamento e manuseamento da folha provoca retrabalhos futuros, sejam estes no setor da folha ou mais à frente no fluxo.

Os marceneiros acabam por ser o setor mais prejudicado, sendo que o primeiro controlo de folha após a aplicação da mesma passa por eles. Defeitos na superfície da folha ou mesmo na aplicação dela por um todo requerem uma atenção extra por parte destes operadores, que recorrem a processos manuais demorados e difíceis, de modo a evitar refazer-se um novo componente na totalidade, prejudicando gravemente o fluxo de produção. Por vezes é necessária também uma lixagem intensiva de modo a retirar todas as impurezas e defeitos na superfície da folha. A necessidade deste processo aumenta o risco de danificar a superfície do componente, prejudicando assim o acabamento e o toque natural do produto.

Na receção e organização de matéria-prima, um dos operadores identifica os lotes maiores e de melhor qualidade para peças de maior exposição, por exemplo, tampos de mesas, garantindo assim o melhor acabamento nesses artigos. Porém, esses lotes não são fisicamente separados na paleta; isso cria um passo adicional tanto para o operador que precisa retirar o lote reservado quanto para o que pretende aceder a um lote abaixo, aumentando o tempo de manuseio e o risco de danificar a matéria-prima. Existe ainda uma *wallrack* com as folhas de menor uso, naturais e compostas, em quantidades reduzidas.

Na área de costura de folha verificou-se um desfaseamento no posicionamento das máquinas de costura. Apenas uma máquina se encontra operacional, enquanto outra máquina permanece inutilizada, sendo a sua mesa de apoio usada como buffer de apoio ao carrinho de produto acabado proveniente do processo de corte de folha (figura 53). A máquina responsável pela costura de todos os componentes folheados está instalada à esquerda da orladora, numa zona separada por um

corredor. Na costura da folha, os componentes de maior dimensão criam uma dificuldade acrescentada ao processo, sendo a união entre folhas muito delicada. Através de observação e conversa com a operadora deste posto, foi possível perceber que a mesa de apoio por vezes não é suficiente para suportar artigos dessa dimensão, provocando defeitos na zona da costura.

O posicionamento da máquina de costura obriga o operador a atravessar esse corredor (figura 54)

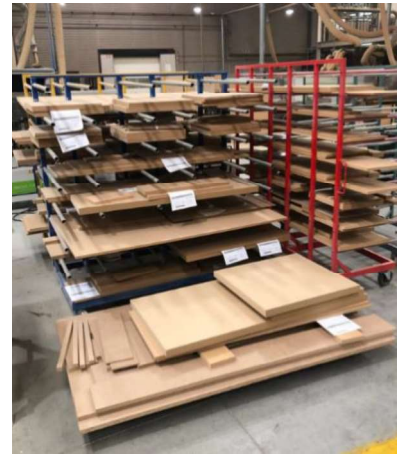


Figura 53 - Máquina de Costura 2

Figura 54 - Corredor na zona de Folha

Figura 55 - Acumulação de PA do corte

para recolher as folhas cortadas e, por vezes, o carrinho com placas de MDF, interrompendo a produção. Para além da distância percorrida, o operador tem de verificar se o corredor está seguro antes de atravessar, aumentando ainda mais o tempo de *setup* entre artigos. A existência do corredor no centro do setor reduz a área útil disponível para circulação e colocação de carrinhos de matéria-prima, podendo também constituir um fator de risco para a segurança, uma vez que por ali circulam empilhadores e porta-paletes. A inexistência de locais definidos para a colocação de carrinhos, com matéria-prima ou vazios, promove uma cultura de desorganização e desaproveitamento do espaço. Na figura 55 é possível denotar essa acumulação de carrinhos de placa cortada, sem a devida identificação.



Figura 56 - Escala da Máquina de Cola

Na área lateral da máquina ilustrada na figura 56, são colocados os carrinhos com placas de MDF e folha cortada para posterior operação de aplicação de folha. A partir da observação e de uma entrevista com os dois operadores responsáveis por esta área, verificou-se a ausência de uma zona destinada à organização dos artigos a processar. O operador passa a colocar as peças no chão, encostadas à máquina de cola, numa posição pouco ergonómica e sujeita a empenos na placa. Durante as observações, constatou-se ainda que as placas introduzidas na máquina de cola saem com uma camada de cola heterogénea. Para contornar isso, os operadores recorrem a um rolo para uniformizar a camada de cola em cada placa, o que configura um duplo procedimento de aplicação. Na figura 56, reparou-se que a distância entre rolos é medida analogicamente através da régua e ponteira associadas, o que pode gerar inconsistências quando da alteração desta distância.

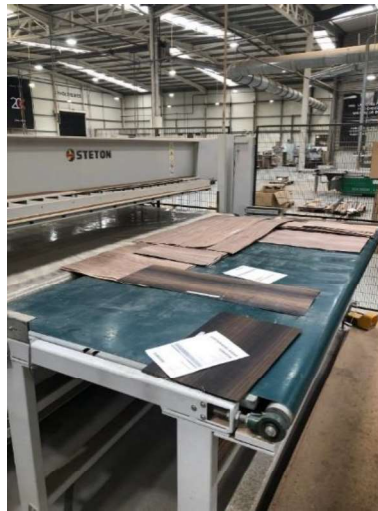


Figura 57 - Tapete de Rolos ocupado

A preparação e a organização da folha cortada são realizadas na área dos tapetes de rolo que alimentam a prensa a frio, como se pode observar na figura 57, o que torna essa área inoperacional enquanto decorre essa atividade. A inexistência de uma zona apropriada a esse processo dificulta a distribuição das folhas sobre a mesa de apoio e aumenta o tempo perdido em deslocações. Este acréscimo de movimentações condiciona o ritmo do fluxo, em que a operação da prensa acaba por ser menos demorada do que o conjunto de tarefas de aplicação de cola e sobreposição da folha. Após a prensa, as placas são dispostas temporariamente em redor da prensa e, posteriormente, organizadas por artigo em paletes.

### 3.4.2. Tipos de Desperdícios

Este capítulo apresenta uma abordagem para identificar e classificar os desperdícios observados no fluxo produtivo associado ao corte, costura e aplicação de folha em placas de MDF. A aplicação do conceito muda, pilar central da metodologia *Lean*, permitiu identificar ineficiências no processo e relacioná-las com os sete desperdícios: Transporte, Espera, Movimentação, Processamento desnecessário, Inventário, Defeitos e Sobreprodução.

A análise assenta em observações aos postos de trabalho, entrevistas com os operadores responsáveis pelas respetivas áreas e inspeções visuais das zonas de trabalho e armazém. O objetivo foi mapear, de forma prática e objetiva, os pontos de ineficiência que mais impactam o *lead time*, a qualidade e a segurança, o que permite priorizar ações de melhoria.

Na Figura 58, pode-se observar o Diagrama de Ishikawa do corte de folha, que ilustra as principais causas associadas à ineficiência do processo, agrupadas em categorias como Mão de Obra, Método, Máquinas, Espaço e Qualidade. Este diagrama evidencia problemas como falta de formação, layout desorganizado, ausência de normalização e falhas de autocontrole, permitindo uma visualização clara das origens dos desperdícios e facilitando a definição de medidas corretivas.

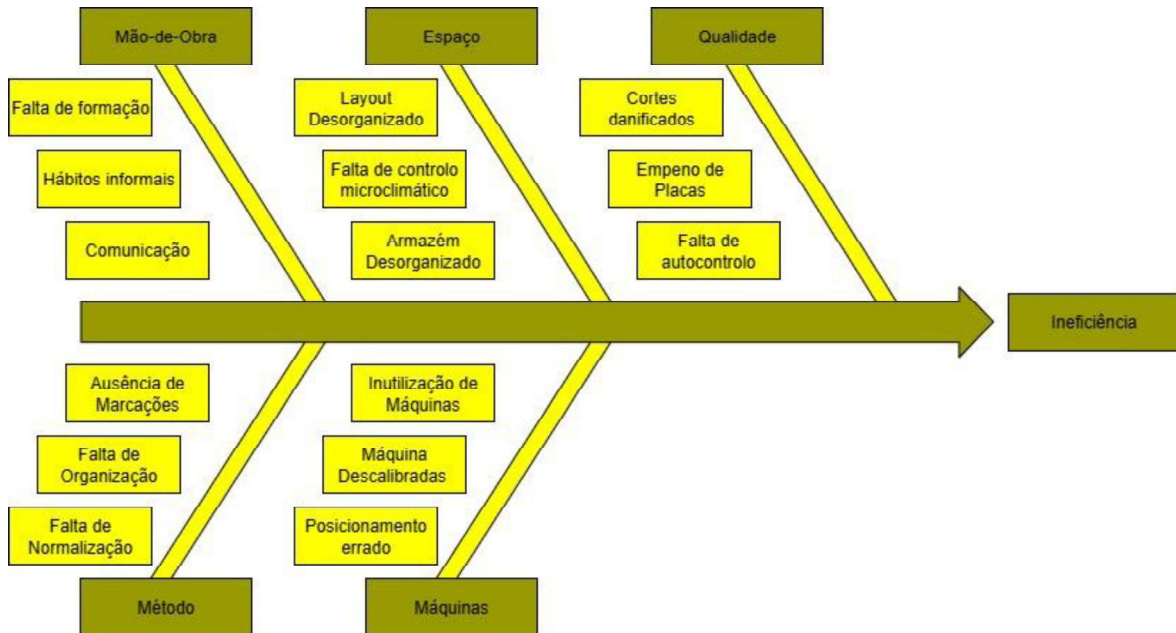


Figura 58 - Diagrama Ishikawa Corte de Folha

Este diagnóstico traduz as evidências recolhidas em problemas de layout, práticas de armazenamento, falhas de manutenção, ausência de normalização, hábitos de trabalho informais no processo e identifica as consequências operacionais mais relevantes, tais como deslocações desnecessárias, tempos de espera, retrabalhos por cortes e colagens defeituosas, acumulação de inventário em zonas inadequadas e falta de condições de armazenamento.

#### a. Mão de obra

A mão de obra apresenta falhas estruturais que impactam diretamente a eficiência do processo. Apesar de os operadores conhecerem formas de melhorar o posto de trabalho, sentem que não têm abertura para implementar essas mudanças, o que desmotiva a iniciativa. As diferentes opiniões entre os operadores geram resistência à mudança e dificultam a uniformização das práticas. Existe falta de formação específica no manuseamento, procura e casamento de folha que conduz à variabilidade na execução das tarefas. Hábitos informais e soluções improvisadas são comuns, mascarando problemas sistémicos e criando inconsistências entre artigos. A comunicação entre áreas (corte, costura, aplicação de folha) é deficiente, provocando operações dessincronizadas e esperas. Em alturas de maior carga de trabalho, verifica-se sobrecarga de pessoal, incentivando atalhos e reduzindo a qualidade do trabalho. Falta supervisão contínua e feedback operacional que consolidem boas práticas. Condições ergonómicas inadequadas frequentes conduzem à fadiga e à perda de precisão. Finalmente, existe uma cultura de responsabilidade difusa, onde ninguém assume claramente a manutenção da ordem do WIP e das áreas de apoio, o que perpetua a desorganização e afeta a motivação da equipa.

#### b. Espaço

A configuração física atual revela constrangimentos que penalizam tanto o fluxo de produção como a segurança no trabalho. A área de corte é insuficiente para o volume de trabalho, as bancadas de apoio não têm comprimento o suficiente e muitos lotes acabam no chão, obstruindo a circulação. O armazém de folha encontra-se longe dos operadores, provocando a necessidade de deslocação ao mesmo, sempre que se altera o lote de folha em corte. Um corredor central fragmenta o setor e reduz a área útil, obrigando atravessamentos perigosos por onde circulam empilhadores. No armazém, existem paletes com lotes sobrepostos e sem ordenação, bem como o *wallrack* desorganizado e sujo, o que complica a seleção de material e aumenta o tempo de *picking* de matéria-prima. A zona dos tapetes de rolo da prensa é usada para preparação, tornando a prensa inoperacional enquanto decorre essa atividade, o que prejudica a capacidade de produção. Acessos bloqueados por placas de MDF e carrinhos e a ausência de marcações no chão permitem posicionamentos indevidos que desperdiçam espaço e deslocações inúteis. O layout deste setor revela fragilidades, promovendo o aumento do transporte interno, maior movimentação desnecessária, atrasos no fluxo e condições de trabalho menos seguras.

#### c. Qualidade

A qualidade do produto é comprometida por múltiplos pontos críticos ao longo do fluxo. As lâminas das guilhotinas, substituídas apenas em manutenções gerais, podem provocar cortes defeituosos que geram retrabalhos e desperdício de matéria-prima. A má calibração dos rolos na máquina de cola provoca uma aplicação de cola heterogênea, obrigando os operadores a nivelar manualmente com um rolo, duplicando operações e introduzindo variabilidade. Placas colocadas no chão junto à cola estão sujeitas a empenos e deformações, originando defeitos. No armazém de matéria-prima, tanto o manuseamento descuidado como a falta de controlo microclimático promovem empenos, rachas e encolhimentos nos lotes de folha, promovendo retrabalhos em situações futuras. A ausência de pontos de verificação sistemáticos e do autocontrolo permite que defeitos avancem até fases tardias do processo, dificultando a sua correção.

#### d. Método

A ausência de procedimentos normalizados e de *check-lists* de autocontrolo conduz à execução heterogênea das tarefas e impede a deteção de defeitos, aumentando retrabalhos e desperdício de matéria-prima. Práticas informais e soluções improvisadas promovem a variabilidade, dificultam a replicabilidade de boas práticas e elevam o risco de incidentes ergonómicos e de qualidade. Procedimentos de manutenção não padronizados aumentam a frequência de cortes defeituosos e desperdício de matéria-prima.

A falta de sequenciação e planeamento de cortes promove *setups* frequentes, deslocações desnecessárias e buffers excessivos, reduzindo a eficiência do fluxo. A não integração de rotinas 5S no método mantém áreas desorganizadas, com acumulação de resíduos e perda de tempo em deslocações e procuras de material. Isto traduz-se numa maior variabilidade nos tempos de ciclo, dificuldades na formação de novos operadores e na transferência de conhecimento, bem como na impossibilidade de aplicar métricas fiáveis para melhoria contínua. Em última instância, a ausência de normas consolidadas compromete a previsibilidade do fluxo produtivo, aumenta o *lead time* e os custos operacionais, e dificulta a implementação de ações corretivas sustentadas.

#### e. Máquinas

A afinação e substituição de lâminas das guilhotinas só ocorre em intervenções gerais, o que pode provocar cortes danificados que geram sucata e retrabalhos, e essa variabilidade é potenciada pela ausência de registos de calibração que permitam reproduzir parâmetros corretos.

Os rolos da máquina de cola, descalibrados e sem um método de ajuste rápido, obrigam os operadores a nivelarem manualmente a cola com rolos auxiliares, duplicando operações e introduzindo heterogeneidade na aderência entre lotes.

A prensa a frio fica frequentemente indisponível porque a preparação das folhas é feita sobre os tapetes adjacentes, transformando um equipamento potencialmente eficiente num gargalo por falta de mesas auxiliares e gabaritos de posicionamento.

A máquina de costura inutilizada está situada numa área que obriga o operador a atravessar um corredor para aceder à máquina em funcionamento. Esse espaço poderia ser utilizado para a ocupação de carrinhos de buffer, otimizando a área útil.

Na tabela 1 é possível observar as causas das ineficiências organizadas por processo.

	Corte	Costura	Aplicação de folha
Mão de obra	1. Falta formação 2. Resistência à mudança 3. Procedimentos Informais 4. Inconsistência no corte	1. Falta formação 2. Atalhos em pico 3. Comunicação deficiente 4. Sobrecarga pontual	1. Falta de formação 2. Responsabilidade difusa 3. Ergonomia inadequada
Espaço	1. Área insuficiente 2. Bancadas curtas 3. Armazém distante	1. Wip disperso 2. Mesas de apoio pequenas 3. Espaço fragmentado	1. WIP disperso 2. Acessos bloqueados 3. Ocupação desnecessária de máquinas
Qualidade	1. Cortes defeituosos 2. Falta de procedimentos de verificação	1. Ajustes de máquina irregulares 2. Fragilidade da folha	1. Ajuste de parâmetros manual 2. Colagem heterogénea
Método	1. Sem procedimentos normalizados 2. Sequenciação ausente 3. Setups frequentes e demorados	1. Falta de procedimentos normalizados 2. Falta de método na ordem de produção 3. Deslocações frequentes e demoradas	1. Falta de procedimentos normalizados 2. Falta de método na ordem de produção 3. Falhas na ergonomia do processo
Máquinas	1. Falta de manutenção da lâmina de corte 2. Sem registos de calibração	1. Máquina inutilizada 2. Falta de rigor na calibração	1. Escala analógica 2. Má calibração dos rolos 3. Uso de máquinas como suportes a MP

Tabela 1 - Causas de Ineficiências por Posto de Trabalho

### 3.4.3. Identificação das Operações

Nos processos de corte, costura e aplicação de folha, realizam-se operações de preparação sempre que se altera o produto a produzir. A listagem de operações constitui um instrumento essencial a nível operacional, pois possibilita a identificação sistemática de *setups*, paragens e desperdícios. Este registo estruturado promove a análise crítica das atividades, permitindo otimizar processos, reduzir tempos improdutos e eliminar redundâncias. Assim, contribui para a eficiência operacional, sustenta a tomada de decisão e reforça a implementação de práticas de melhoria contínua.

Nas tabelas 2, 3 e 4, estão listadas as tarefas de cada um dos processos, com o respetivo tempo em segundos e distancia associados.






Método Trabalho									
Processo	Corte Folha	Setup		Buscar Folha					
ID	Descrição	Tipo	Tempo (s)	Distância (m)					
1	Estratégia de Produção	Interna	410	-					
2	Estudo do processo	Interna	179	-					
3	Deslocação até o armazém	Interna	26	30					
4	Procurar e Retirar Lote	Interna	324	-					
5	Repor Lotes Retirados	Interna	73	-					
6	Voltar ao posto	Interna	38	30					
7	Corte Folha	Interna	1278	-					
8	Identificar Componentes	Interna	88	-					
9	Guardar folha cortada	Interna	49	7					

Tabela 2 - Operações Corte de Folha

Método Trabalho									
Processo	Costura de Folha	Setup		Mudança de artigo					
ID	Descrição	Tipo	Tempo (s)	Distância (m)					
1	Escolher o carrinho de MDF	Interna	56	7,5					
2	Mover o carrinho até perto do posto	Interna	15	7,5					
3	Escolher o processo do artigo a costurar	Interna	32	-					
4	Deslocar-se até ao carrinho de folha cortada	Interna	12	10					
5	Procurar a Folha Correspondente	Interna	96	3					
6	Voltar ao Posto com a folha cortada	Interna	15	7					
7	Costura da Folha	Interna	240	-					
8	Juntar Folha c/MDF	Interna	49	3					

Tabela 3 - Operações Costura de Folha

Método Trabalho									
Processo	Aplicação Folha	Setup		Abastecimento da Prensa					
ID	Descrição	Tipo	Tempo (s)	Distância (m)					
1	Escolhe o carrinho MDF	Interna	84	5					
2	Estudar Espessura dos Componentes	Interna	364	-					
3	Configurar distancia entre rolos	Externa	22	3					
4	Pousar folha inferior na mesa de aplicação	Externa	29	7					
5	Passar placa na máquina de cola	Externa	120	7					
6	Passar rolo para espalhar a cola	Externa	27	3					
7	Pousar folha superior	Externa	28	7					
8	Pulverizar agua	Externa	18	3					
9	Colocar colagem na prensa	Interna	66	3					
10	Ativar Prensa	Interna	5	-					
11	Prensagem	Externa	120	-					
12	Retirar Artigos da Prensa	Interna	42	3					
13	Guardar placas na palete de produto	Externa	20	4					

Tabela 4 - Operações Aplicação de Folha

A zona de aplicação de Folha consiste nos processos responsáveis pelo folheamento de placas de MDF e necessita de dois operadores para a sua operação. De modo a ser possível comparar os tempos deste processo com os restantes, identificaram-se tarefas que são feitas por apenas um operador: configurar distância entre rolos; pousar folha inferior na mesa de apoio; passar rolo para espalhar cola; pousar folha superior; ativar a prensa.

#### **3.4.4. Diagrama de *Spaghetti***

Com o *layout* atualizado, torna-se possível representar a disposição real dos setores e postos de trabalho, o que permite a construção de diagramas de *spaghetti* representativos da realidade do processo. Estes diagramas possibilitam uma visão clara das movimentações e transportes realizados em cada posto, evidenciando as relações entre diferentes setores e o fluxo de materiais entre zonas.

De forma a adotar uma abordagem mais objetiva, foram elaborados diagramas de *spaghetti* que contemplam as deslocações e transportes efetuados pelos operadores em cada um dos processos da área da folha. Esta representação permite conhecer os possíveis trajetos realizados em cada operação, tornando visíveis os percursos mais frequentes e as interações necessárias para a execução das tarefas. Nos apêndices A e B estão os diagramas de *spaghetti* relativos às deslocações nas operações de corte e costura e nos apêndices C e D, para cada operador da aplicação de folha.

A análise dos resultados obtidos possibilita identificar em que etapas ocorrem desperdícios de movimentações, fornecendo informações fundamentais para a melhoria do processo. Com base nessas observações, é possível propor alternativas de disposição dos equipamentos ou mesmo um novo *layout*, que minimizem as deslocações e os transportes desnecessários, reduzindo assim o impacto destas atividades no desempenho global da área produtiva.

### **3.5. Descrição da Área de Embalagem**

Este subcapítulo apresenta uma descrição da área destinada ao setor de embalagem. Este espaço divide-se nos setores de acabamento, que foi abordado e explicado no capítulo 1.4.5, e de embalagem, que integra os postos de Controlo de Qualidade, Montagem e Embalagem, bem como os armazéns e zonas de apoio necessárias ao desempenho dessas funções.

Na figura 59, pode-se ver o layout da área comum aos setores de Acabamento (1) e Embalagem (2), com a identificação das zonas de armazenamento, WIP, postos de trabalho e cargas e descargas.



Figura 59 - Layout do Setor de Embalagem

### 3.5.1. Armazéns de Matéria-Prima

Na zona de cargas e descargas é feita a recepção e verificação desses materiais que, posteriormente, são armazenados em localizações específicas para cada tipo de matéria-prima. No canto superior direito da área de embalagem são armazenadas mármores e outras pedras, cerâmicas, componentes de metal e inox, espelhos e vidros, encomendados de acordo com as necessidades dos artigos em produção (figuras 60, 61, 62).



Figura 62 - Rack de Metais



Figura 61 - Suporte de Vidros



Figura 60 - Suporte de Pedras

O armazém está dividido em várias zonas e formas de armazenamento; as mármore, pedras e cerâmicas de grande dimensão são colocadas em cavaletes inclinados e almofadados e as menores, estão dispostas pelo correr da parede da zona de armazém; os vidros e espelhos são colocados em carrinhos semelhantes aos das mármore, mas com proteção adequada ao material; os componentes metálicos são guardados em *racks*; outros artigos sem grupo específico são guardados em áreas vagas, sejam elas *racks* ou paletes.

### 3.5.2. Fluxo de Produção

O fluxo de produção desta área dá seguimento ao posto de verificação pré-acabamento da marcenaria. O material verificado entra pelo portão e é colocado nas zonas de WIP, onde aguarda a entrada na cabine de pintura. Os processos de acabamento começam pela aplicação de uma camada de primário, onde posteriormente ficará a secar. De seguida, no processo de pré-lixagem, os artigos saem da cabine e são introduzidos na calibradora, própria para resíduos químicos, onde são eliminadas as imperfeições do primário e as faces uniformizadas. O artigo volta então para dentro da cabine, para o processo de lixagem manual, onde o operador procede a uma lixagem mais delicada e ao tratamento dos componentes com formas orgânicas, impossíveis de calibrar na máquina. Posteriormente, o produto segue para o acabamento final, onde se aplica a camada exterior que caracteriza o móvel. No fim, o artigo é colocado numa sala de isolamento, onde aguarda a estabilização e secagem do acabamento final.

Os artigos secos saem da cabine em carrinhos e são colocados na zona de produto a verificar, no WIP do posto de Controlo de Qualidade, representado na figura 63. Neste posto, o operador verifica o estado da pintura, seguindo os parâmetros de análise de cor e brilho. Caso o operador valide o acabamento como OK, o artigo é colocado num carrinho que segue para a zona de produto verificado. Caso contrário, os produtos NOK voltam para dentro da cabine de pintura, onde serão realizados retrabalhos para retificação do acabamento.



Figura 63 - Posto de Controlo de Qualidade

O montador desloca-se até o carrinho respetivo, colocado pelo responsável de movimentação de cargas, e coloca-o perto da sua bancada. O operador testa as ferragens, se necessário, retifica furações e procede à montagem do artigo. Neste posto de trabalho, o montador coloca os componentes externos, como mármore, cerâmicas, detalhes e estruturas de metal, espelhos e vidros, dependendo das características dos artigos a montar (figura 64).



Figura 64 - Bancada de Montagem

No fim desse processo, os artigos montagem são transportados para perto de um dos postos de embalagem, onde o operador procede à receção, à higienização e à realização dos procedimentos padrão ao processo de embalamento. O artigo é então embalado e, posteriormente, segue para o armazém de produto acabado.



Figura 65 - Bancada de Embalagem

Num fluxo paralelo, o operador responsável pela movimentação de cargas abastece o posto de montagem com componentes externos necessários, de acordo com as características dos artigos. No caso de peças de mármore e cerâmica, este processo realiza-se em regime *just-in-time* e, devido à sua fragilidade e dimensão, a transferência entre carrinhos exige frequentemente a intervenção de vários operadores para garantir um manuseamento seguro. O mesmo operador é responsável pela reposição de todos os consumíveis do processo, nomeadamente fita-cola, filme plástico, etiquetas, papel e produtos de limpeza.

O fluxograma na figura 66 descreve a estrutura da rota seguida pelos móveis nos processos de acabamento e embalagem.

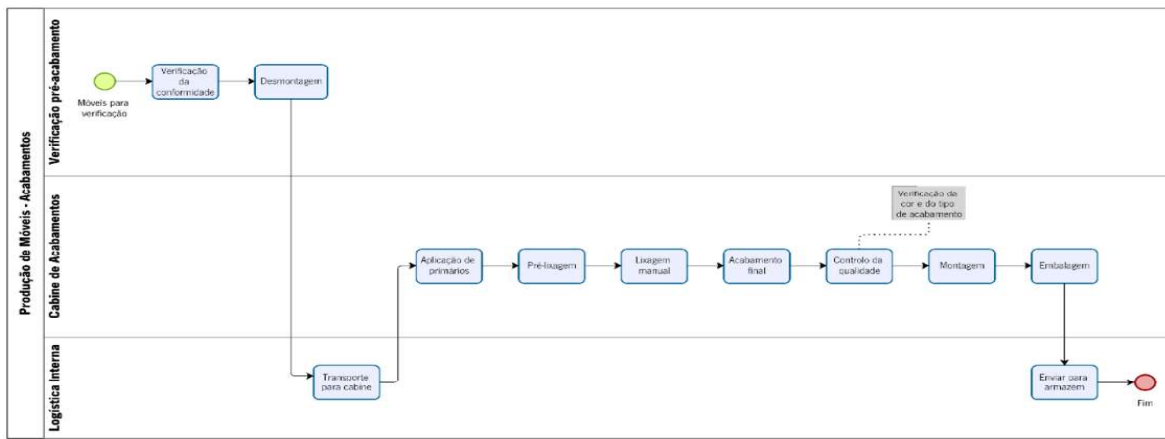


Figura 66 - Fluxograma do processo de Acabamento

### 3.5.3. Processo de Embalagem

No posto de embalagem, o operador faz a receção do artigo montado. Sendo este o último posto, o operador deve limpar e higienizar o exterior e interior do produto. De seguida deve-se tirar uma foto de vários ângulos do artigo, seguida de uma foto à ordem de produção. Deve-se também preparar a caixa com as ferragens e colocar nessa mesma caixa o livro de garantia.

De seguida, o operador prossegue com o embalamento. Dois operadores, se necessário, colocam o artigo na mesa de apoio. No caso de o artigo ser complexo, este deve proceder à desmontagem de componentes tipo pés, portas e prateleiras. Deverá também proteger com plástico bolha interiores de gavetas com detalhes delicados, como por exemplo faqueiros. De seguida deve-se cobrir o artigo com espuma de polietileno a toda a volta e firmar com uma outra volta de filme. O próximo passo é cobrir as arestas do artigo com cantoneiras e voltar a envolver com filme. Para reforçar, deve-se aplicar cantos puzzle nas extremidades e proteger as faces do artigo com cartão, firmando novamente com uma camada de filme a toda a volta do artigo. Rodar o artigo e repetir o processo nas áreas inferiores sem proteção. Entre cada passo deverá se firmar a embalagem com fita-cola, evitando movimentações dentro da embalagem e, no fim, colocar uma volta de fita-cola da marca, juntamente com as etiquetas respetivas ao tipo de venda, obtendo uma embalagem semelhante à figura 67.

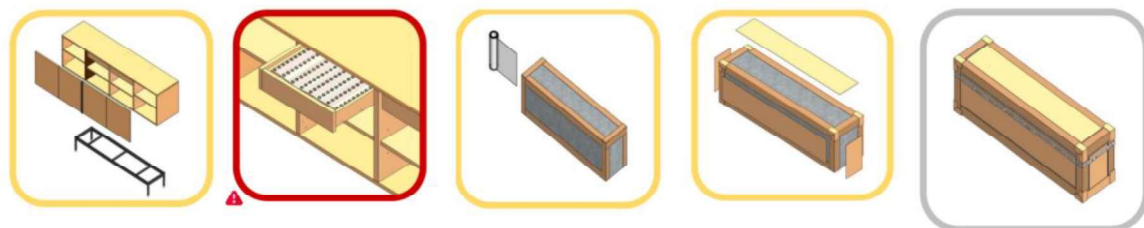


Figura 67 - Instrução de Embalagem - Móvel

Os restantes componentes serão embalados segundo a sua forma. Deve-se juntar os componentes com formato de painel e sobrepôr cada um deles com espuma de polietileno, envolvendo tudo com filme. Deve-se proteger as arestas com cantoneiras e as superfícies com cartão, tal como no processo anterior. Os vértices fortalecem-se com cantos puzzle e envolve-se o artigo com filme, dando origem a mais um volume (figura 68).

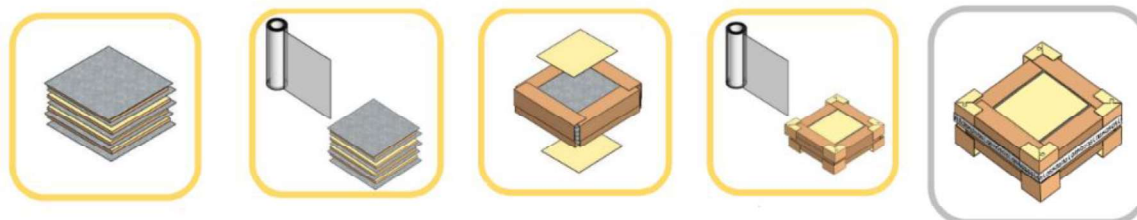


Figura 68 - Instrução de Embalagem - Prateleiras

Por fim, devem-se colocar as ferragens da caixa identificadas e embalar junto com os componentes de formas orgânicas, que deverão ser envolvidos com espuma de polietileno e firmados com fita-cola. De seguida, procede-se à aplicação de cantoneiras nas arestas da embalagem e de cantos puzzle nas extremidades, voltando a envolver tudo com filme. Por fim, deve-se colocar a etiqueta para o cliente saber qual é o volume que tem as ferragens (figura 69).

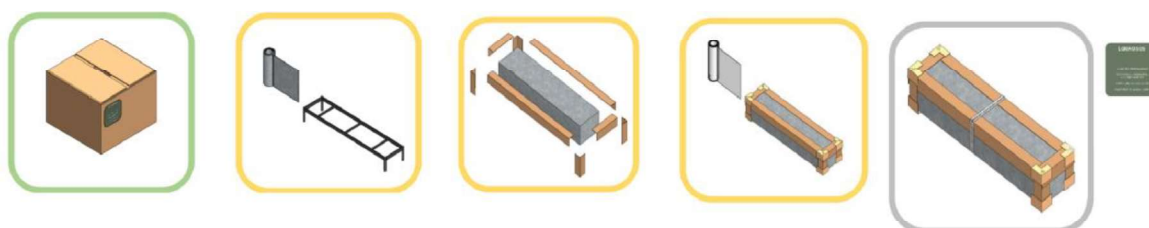


Figura 69 - Instrução de Embalagem - Pés e Ferragens

Por último, o operador identifica os volumes por fora e adiciona uma etiqueta com os dados do processo e, com fita-cola, une os volumes. Os produtos unidos seguem para o armazém de produto acabado, onde são armazenados.

### 3.6. Diagnostico do Setor de Embalagem

A análise detalhada do setor de Embalagem permitiu identificar diversas ineficiências nos processos, nos armazéns e nos fluxos internos, cujas consequências refletem diretamente na redução da eficiência operacional. Essas fragilidades impactam não apenas a produtividade, mas também a agilidade e a confiabilidade das operações. No presente capítulo, essas ineficiências serão diagnosticadas de forma estruturada e categorizada, de modo a proporcionar uma visão clara dos principais pontos críticos e facilitar a definição de ações de melhoria.

#### 3.6.1. Situação dos Postos de Trabalho

A análise dos postos de trabalho foi realizada seguindo a ordem do fluxo de produção, desde que o produto sai da cabine de acabamento até ser embalado.

No posto de controlo de qualidade, a principal necessidade funcional é permitir que o operador avalie de forma fiável e repetível as conformidades da pintura e dos acabamentos. Para isso, é

necessário espaço para manobra dos carrinhos com o produto, iluminação adequada e uma bancada preparada para o manuseamento cuidadoso dos componentes. Na situação observada, existe uma grande acumulação de carrinhos com produto a verificar, o que provoca congestionamento físico do espaço e desorganização do WIP. Esse congestionamento aumenta o tempo que o operador demora a selecionar o produto e eleva a probabilidade de colisões ao manobrar carrinhos com peças de maior porte, como o exemplo da figura 70, com tampos e painéis de largura superior à do carrinho.



*Figura 70 - Exemplo de tempo maior do que o Carrinho*

As bancadas dos montadores apresentam boas condições, devidamente identificadas e equipadas. Contudo, as ineficiências deste posto derivam do espaço envolvente e da falta de normalização das operações. No posto de montagem não existem zonas definidas para produto em curso nem para produto acabado. Em situações em que o montador começa a montar um artigo e tem de aguardar a chegada de componentes, este para a operação. A inexistência de uma área específica para o fazer condiciona a área de operação e, habitualmente, deixa-se o artigo a aguardar junto à área do montador responsável, sem qualquer sinalização concreta, o que dificulta a sua identificação ao retomar a montagem. A ausência de marcações visuais e de uma lógica de organização deste espaço traduz-se em perdas associadas à procura de peças, ao transporte e à confusão de prioridades.

As bancadas de trabalho utilizadas pelos embaladores apresentam sinais evidentes de desgaste e um elevado grau de desorganização, como se poder observar nas figuras 71 e 72. Verificou-se a acumulação de materiais e ferramentas não essenciais e a ausência de um critério uniforme de arrumação, fatores que condicionam o acesso rápido aos consumíveis, prolongam os tempos de execução das tarefas e reduzem a fluidez do processo de embalagem. Acresce a inexistência de um procedimento formal para a reposição de consumíveis de embalagem, por exemplo, fita-cola ou filme, o que provoca interrupções operacionais sempre que algum item se esgota. Nessa situação, o operador é obrigado a deslocar-se até ao movimentador de cargas para solicitar material ou até ao armazém de material de embalagem. Foi ainda observada uma utilização inconsistente dos mecanismos de reporte de faltas. Embora exista uma lista junto aos postos para registar necessidades de consumíveis, como buchas e parafusos, esta não é utilizada de forma sistemática, originando roturas durante o turno e consequentes paragens. Em conjunto, estas evidências

revelam fragilidades no sistema de reposição e na gestão do posto de trabalho que exigem uma intervenção estruturada.

Verifica-se também a ausência de normalização das bancadas e a ausência de padronização no próprio processo de embalagem, em que diferentes operadores têm diferentes bancadas e aplicam métodos de embalagem distintos, podendo gerar resultados de embalagem diferentes para produtos iguais. A falta de marcações e sinalização dificulta a distinção entre áreas de trabalho, zonas de produto em curso e de produto acabado.



*Figura 71 - Bancada Desorganizada*



*Figura 72 - Material de Embalagem em cima da Bancada*

No fim do processo, os operadores colocam os artigos embalados em zonas de WIP até que a encomenda esteja completa. Isto resulta numa acumulação significativa de material embalado, criando desorganização, ocupando áreas críticas de trabalho e dificultando a gestão do espaço disponível, além de aumentar o risco de danos aos artigos.



*Figura 73 - Zona de Caixas de Exportação*

O último posto de trabalho do setor da embalagem precisa apenas de uma pequena área disponível para a montagem das caixas de exportação. No entanto, tal como foi identificado no capítulo de diagnóstico dos postos de trabalho deste setor, a maioria do espaço ocupado é pelas caixas observadas na figura 73.

A montagem excessiva de caixas de exportação resultou da forma como as matérias-primas destinadas a esse fim eram organizadas. O operador da esquadrejadora recebe uma ordem de fabrico para o corte de painéis dimensionados de acordo com os volumes de exportação planeados. Este procede ao corte dos painéis de OSB, paletiza-os e encaminha-os para a zona de acondicionamento das caixas de exportação. A sequência de paletização dos painéis nem sempre coincide com a ordem de expedição, pelo que quando a caixa necessária se encontra na base da pilha, o embalador não procede à reorganização da paleta, mas efetua a montagem das caixas segundo uma lógica LIFO, ou seja, inicia a montagem pela caixa mais acessível e continuando sucessivamente até ao término das placas na paleta.

Este procedimento conduz à sobreprodução e à acumulação de caixas sem criação de valor acrescentado, dois dos sete desperdícios que a metodologia *Lean* procura reduzir.

### 3.6.2. Armazéns de Matéria-prima

A gestão do espaço no setor revela várias fragilidades que afetam diretamente a eficiência das operações.

#### a. Armazém de componentes Estrados

No setor de embalagem identificaram-se dois tipos de estrados: *standard* e elevatórios. Estes componentes são rececionados, verificados e armazenados na zona de embalagem. Posteriormente, estes são identificados com uma fita da marca e enviados para o armazém de produto acabados.

Os estrados *standard* contam com medidas padrão e, mesmo assim, contribuem para a ocupação de uma área extensa no setor. O armazenamento de grandes quantidades de um artigo com esta rotatividade desperdiça espaço útil, que poderia ser utilizado em operações mais críticas ou no armazenamento de uma maior variedade de artigos. Já os estrados elevatórios, apesar de serem componentes de menor rotatividade, estão armazenados na mesma área, agravando a complexidade logística do abastecimento (figura 74).



Figura 74 - Stock de Estrados

b. Armazém de material de embalagem / Quadros

Os consumíveis de embalagem estão armazenados num rack junto à cabine de alto brilho, mas sem um critério de organização visível, como se pode observar na figura 75. Nesta zona, os materiais encontram-se em caixas fechadas, sem identificação e o acesso às prateleiras superiores só é possível através de um escadote. Esta configuração dificulta o acesso aos itens necessários, o controlo visual dos níveis de stock e aumenta o risco de incidentes durante a recolha.



*Figura 75 - Material de Embalagem*

Na continuação da parede onde estão armazenados os consumíveis de embalagem, existe uma rack dedicada ao armazenamento de quadros, representada na figura 76. Estes componentes são rececionados e armazenados, para posteriormente se substituir a etiqueta do fornecedor por uma da marca. Esta operação não está associada a nenhum processo deste setor, pelo que o armazenamento deste produto desperdiça espaço útil, que poderia ser destinado a outras operações de maior importância.



*Figura 76 - Stock de Quadros*

A área em frente a estas zonas não se encontra devidamente identificada, pois muitas vezes é utilizada para colocar artigos embalados cuja encomenda está incompleta, mas também como apoio ao armazém de consumíveis de embalagem. A falta de identificação devida destes locais promove a cultura de desorganização e falta de método na realização das operações.



*Figura 77 - Desarrumação na zona de material de Embalagem*

c. Armazém de matérias-primas/componentes externos

O armazenamento de pedras, mármore, cerâmicas e estruturas metálicas ocorre numa área próxima da zona de cargas e descargas. Essa localização é vantajosa na receção dos materiais, pois facilita o seu armazenamento, especialmente no caso das pedras e mármore, que são pesadas e frágeis. No entanto, essa proximidade gera uma ineficiência no transporte posterior dessas matérias-primas até ao posto de montagem. A distância entre o armazém e a área de montagem obriga a deslocações repetitivas sempre que é necessário movimentar algum componente, o que compromete a eficiência do processo.

### **3.6.3. Oportunidades de Melhoria Encontradas**

a. Postos de Trabalho

Nos postos de trabalho, as principais melhorias passam pela organização do espaço e pela normalização das operações. No controlo de qualidade é necessário reduzir a acumulação de carrinhos e a acomodação dos componentes nos mesmos;

Na montagem, definir zonas para produto em curso e acabado, com sinalização clara;

Na embalagem, existem evidências que revelam fragilidades no sistema de reposição e na gestão do posto de trabalho que exigem intervenção estruturada de um modelo coeso de reposição de faltas. Uma vez realizada, é fundamental a manutenção das medidas e a standardização do posto e das operações.

#### b. Armazéns

O armazenamento de estrados *standard* e elevatórios ocupa demasiado espaço na zona de embalagem. É necessário gerir os volumes de acordo com a rotatividade e considerar a realocação dos estrados de menor uso.

O material de embalagem não está devidamente identificado nem organizado, dificultando o acesso e o controlo visual de stocks. A armazenagem de quadros nesta área ocupa um espaço crítico sem agregar valor ao processo. A falta de identificação de áreas contribui para a desorganização.

A distância entre o armazém de matérias-primas e a zona de montagem gera múltiplas deslocações e perda de eficiência.

#### c. Caixas de Exportação

A prática de montagem em lotes inteiros, sem alinhamento com a ordem de expedição, acelera a tarefa individual, mas provoca acumulação de caixas prontas que ocupam espaço valioso na zona de embalagem. A adoção de um sistema *Just-in-Time* ou a alteração da disposição das placas cortadas podem vir a reduzir esta ocupação desnecessária.

#### d. Deslocações

As deslocações excessivas resultam da falta de componentes na montagem, da ausência de um sistema de reposição de consumíveis na embalagem e da distância entre o armazém de matérias-primas e a montagem. A reorganização de fluxos, pontos intermédios e melhoria do abastecimento poderiam reduzir estas perdas.

#### e. Produto acabado

A acumulação significativa de material embalado cria desorganização e ocupa áreas críticas de trabalho, dificultando a gestão do espaço disponível e aumentando o risco de danos ao artigo.

### 3.7. Auditoria 5S

De modo a avaliar os diferentes setores abordados neste projeto, foram aplicados os 5S. O sistema de 5S atualmente em funcionamento na empresa foi idealizado e implementado pela anterior equipa de processos, que estruturou uma metodologia de auditoria semanal com recurso a ferramentas digitais e indicadores visuais. O objetivo principal deste sistema é garantir que os princípios do 5S sejam acompanhados de forma contínua e mensurável, permitindo identificar oportunidades de melhoria e assegurar a manutenção dos *standards* definidos.

Na figura 78 pode-se observar como funciona a estrutura base deste sistema.

## Estrutura do Sistema

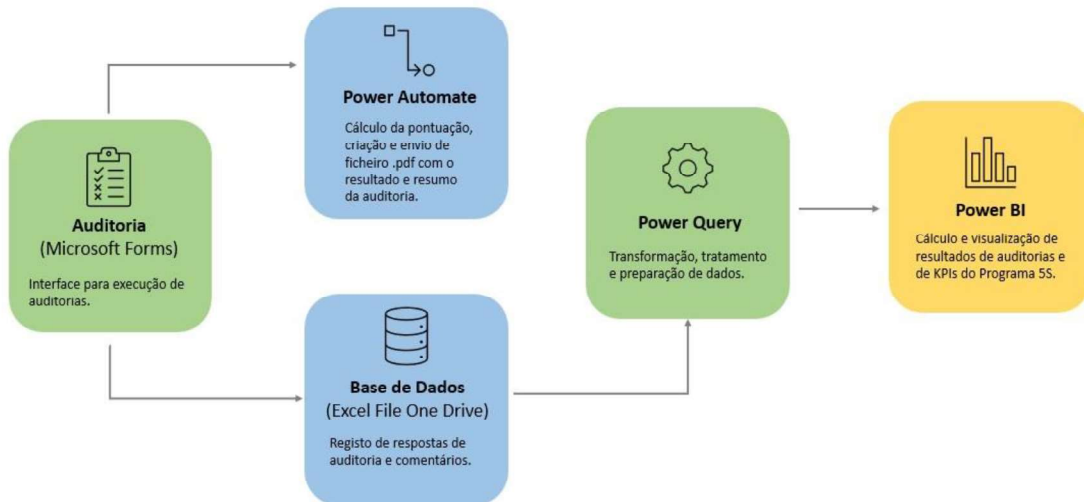


Figura 78 - Estrutura do Sistema de Auditorias 5S

A estrutura base do sistema assenta em auditorias realizadas através do Microsoft Forms, que funcionam como interface de recolha das respostas. Após a recolha, os dados são automaticamente enviados para uma base de dados no Excel, onde ficam registados comentários e respostas. O *Power Automate* realiza o cálculo da pontuação obtida, gera um ficheiro em PDF com o resumo da auditoria e envia-o para os intervenientes. Posteriormente, através do *Power Query*, os dados são tratados e preparados, permitindo no *Power BI* a visualização dinâmica dos resultados, tanto ao nível das auditorias semanais como da evolução dos indicadores e KPIs ao longo do tempo.

As questões da auditoria foram desenhadas para abranger de forma equilibrada os cinco pilares do 5S, onde foram realizadas 4 por cada “S”, somando um total de 20 perguntas. As perguntas estão distribuídas da seguinte forma:

- **Seleção (*Seiri*):** verificação da existência de materiais, produtos, ferramentas ou documentação desnecessária, bem como da existência de mecanismos de prevenção que impeçam a acumulação destes elementos.
- **Organização (*Seiton*):** análise das marcações de espaços, da arrumação correta do que não está a ser utilizado, do acondicionamento de produtos/materiais nos locais definidos e da definição clara de identificadores de localização.
- **Limpeza (*Seiso*):** observação da limpeza do posto de trabalho, da presença ou não de lixo, da condição das máquinas e ferramentas, e da existência de meios adequados para limpeza.
- **Conservação (*Seiketsu*):** avaliação da afixação e estado de conservação dos *standards* e procedimentos, da presença de identificadores em boas condições, da existência de rotinas de limpeza e da atualização da informação relativa aos processos de auditoria.

- Autodisciplina (*Shitsuke*): análise da sensibilização e envolvimento das pessoas, da forma como são informadas, da regularidade de revisão dos procedimentos e do reconhecimento por parte do responsável da zona ao esforço das equipas.

A avaliação de cada pergunta segue uma escala simples: Mau (0 pontos), Razoável (0,5 pontos) ou Bom (1 ponto). O resultado é consolidado numa pontuação global do setor e representado em *dashboards* visuais no *Power BI* (como se observa na figura 78). Cada setor é avaliado uma vez por semana, contando com a participação do respetivo encarregado, o que promove o envolvimento direto da liderança de cada área.

O *dashboard* apresenta, por setor, os resultados obtidos em cada um dos cinco pilares, a avaliação global do setor e a evolução ao longo do tempo. Este sistema garante, portanto, uma monitorização contínua e estruturada do Programa 5S, promovendo não só a disciplina na execução, mas também a visibilidade e transparência dos resultados em toda a organização. Na figura 79, pode-se ver o exemplo do *dashboard* sem qualquer leitura de dados.

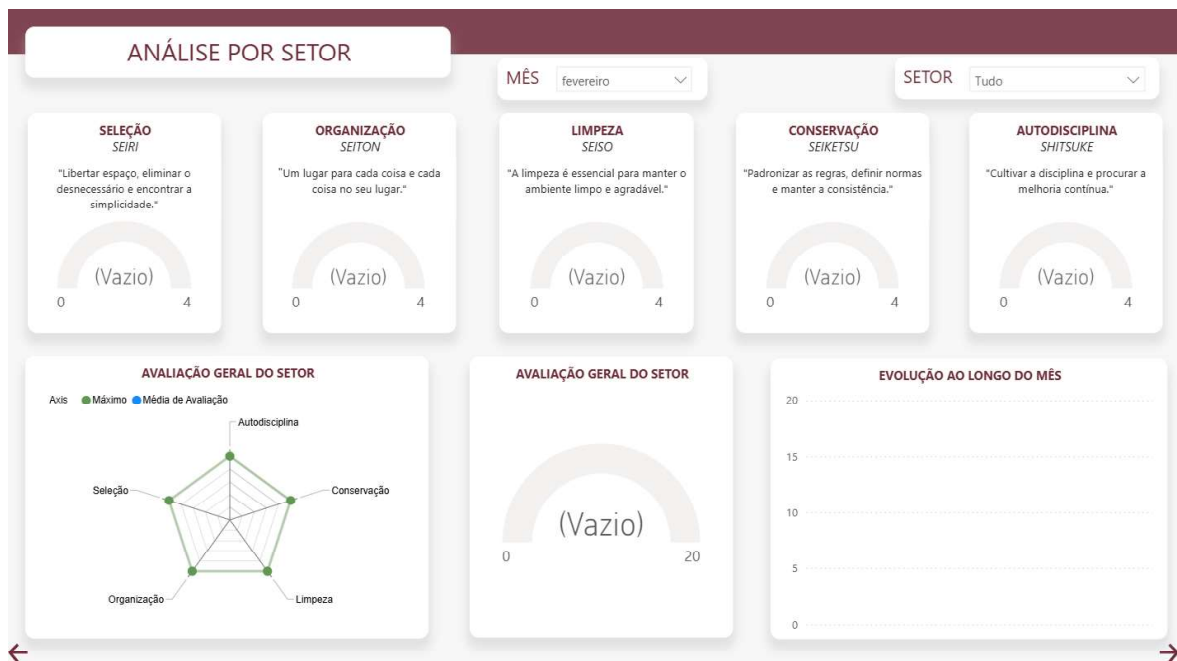


Figura 79 - Dashboard de Auditoria 5S

### 3.7.1. Cenário Atual Marcenaria

O cenário de março correspondeu ao primeiro mês de auditorias 5S no setor da marcenaria, sendo esta fase inicial dedicada essencialmente a ambientar os operadores ao sistema de avaliação e a diagnosticar o ponto de situação. Desta forma, os resultados devem ser entendidos como um referencial de partida, refletindo tanto as fragilidades já identificadas no diagnóstico prévio como a ausência de hábitos consolidados no cumprimento dos princípios 5S.

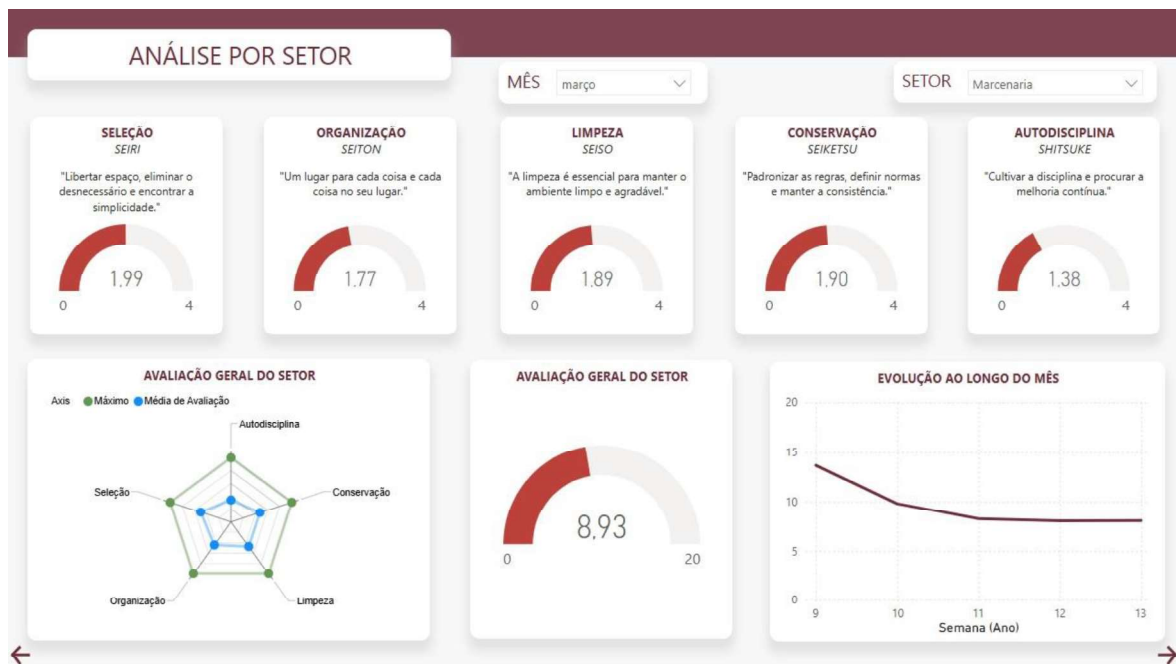


Figura 80 - Resultados de Auditoria 5S do setor da Marcenaria de março

Como se pode observar na figura 80, a avaliação global atingiu 8,93 pontos em 20 possíveis, um valor que traduz um nível médio-baixo de cumprimento e que confirma a necessidade de intervenção. Ao analisar os cinco pilares, destacam-se os seguintes pontos:

**Seleção (Seiri) – 1,99/4:** revela alguma atenção na eliminação de materiais desnecessários, mas ainda persiste a acumulação de matérias-primas e ferramentas sem utilização frequente, dificultando a fluidez operacional. Por exemplo, existem lotes de folha que não se utilizam e ocupam uma posição mais próxima do posto de trabalho do corte de folha, do que as mais comuns. Máquinas inutilizadas ocupam posições mais favoráveis do que as operáveis.

**Organização (Seiton) – 1,77/4:** um dos aspetos mais críticos, evidenciando marcações pouco visíveis, ausência de locais definidos e arrumação deficiente. Este resultado reforça os problemas de WIP desorganizado, armazéns sem identificação específica e de movimentações desnecessárias.

**Limpeza (Seiso) – 1,89/4:** confirma a presença de pó e resíduos, bem como a inexistência de rotinas sustentadas de limpeza, com impacto direto na qualidade do produto e das operações.

**Conservação (Seiketsu) – 1,90/4:** existem *standards*, mas não estão registados, o que promove a variabilidade nas operações. Faltam procedimentos atualizados e rotinas consistentes de conservação e inspeção.

**Autodisciplina (Shitsuke) – 1,38/4:** o pilar com pior desempenho, refletindo a baixa sensibilização das equipas e a fraca adesão ao programa. A falta de motivação, a resistência dos operadores à mudança e o reduzido envolvimento do encarregado dificultam a consolidação de práticas de melhoria contínua.

O gráfico de evolução ao longo do mês mostra uma tendência ligeiramente descendente, o que demonstra que, nesta fase inicial, não existia consistência na aplicação das práticas. Contudo, dado tratar-se do primeiro mês de auditorias, este comportamento é esperado, uma vez que o objetivo principal era familiarizar os colaboradores com o processo e levantar dados concretos para identificar as áreas críticas.

### 3.7.2. Cenário Atual da Embalagem

Da mesma forma, foi realizada uma auditoria 5S para avaliar o desempenho inicial e formalizar os colaboradores da implementação desta medida. Assim, os resultados devem ser lidos como referencial de partida, refletindo fragilidades já identificadas e a ausência de hábitos plenamente consolidados no cumprimento dos princípios 5S.

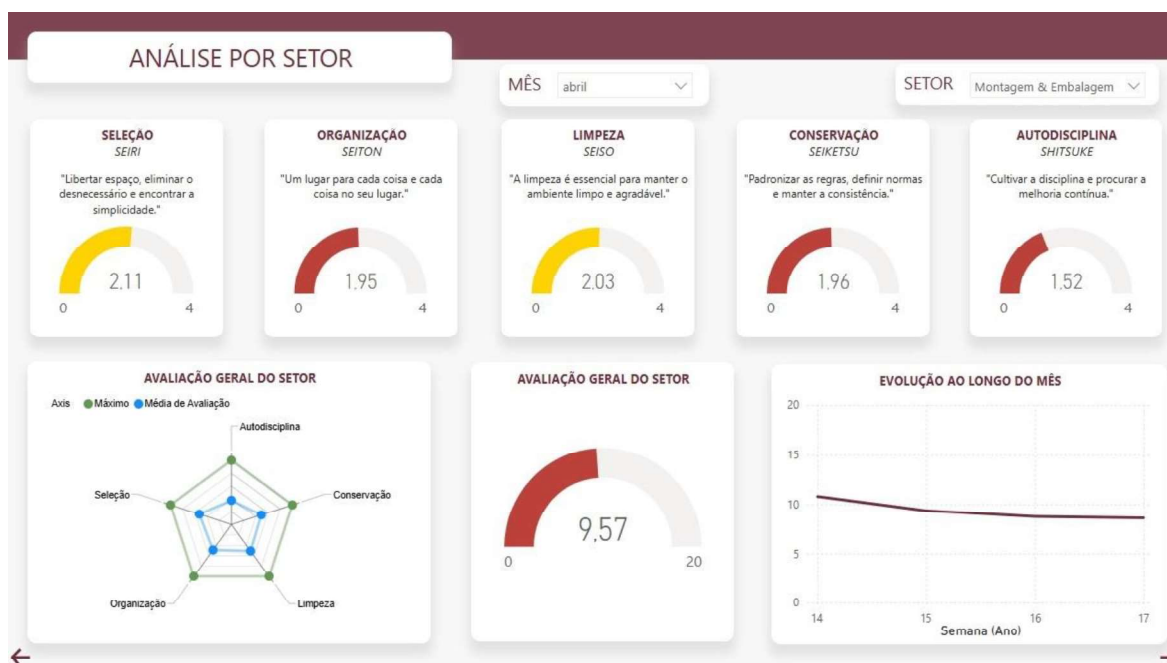


Figura 81 - Resultados de Auditoria 5S do setor da Montagem & Embalagem de abril

Como se observa na figura 81, a avaliação global atingiu 9,57 pontos em 20 possíveis, traduzindo um nível baixo de conformidade e confirmando a necessidade de intervenção. A leitura por pilar evidencia:

**Seleção (Seiri)** – 2,11/4: há sinais de atenção à remoção do desnecessário, mas persistem oportunidades para reduzir materiais e consumíveis não essenciais e prevenir a sua reintrodução, principalmente no posto de embalagem.

**Organização (Seiton)** – 1,95/4: mantém-se uma organização aquém do desejável, com necessidade de reforçar a definição de locais, a identificação clara e a arrumação sistemática para suportar o fluxo de trabalho. Acresce que a carga de trabalho do movimentador de cargas dificulta a execução atempada das suas funções, comprometendo o abastecimento JIT aos postos. Notaram-se carrinhos e caixas em áreas de passagem, produtos acondicionados fora dos locais definidos e mistura de referências no mesmo contentor.

**Limpeza (Seiso)** – 2,03/4: a limpeza apresenta desempenho moderado. Existe a separação e reciclagem do lixo, mas ainda se nota uma acumulação de restos de consumíveis em torno do posto de embalagem, proveniente da falta de cultura de limpeza do próprio posto.

Conservação (*Seiketsu*) – 1,96/4: existem *standards* e regras, mas não estão suficientemente padronizados, visíveis ou atualizados, o que favorece variações na execução e na reposição de consumíveis. Os operadores têm todas as bancadas diferentes. Existe uma inconsistência nos processos de montagem e embalagem de operador para operador.

Autodisciplina (*Shitsuke*) – 1,52/4: é o pilar mais baixo, revelando limitada sensibilização e compromisso com as práticas 5S. importa reforçar formação, acompanhamento e reconhecimento para sustentar o cumprimento. Consumíveis e ferramentas não repostos nas localizações após uso. Arrumação de fim de turno frequentemente omitida. Procedimentos raramente revistos, apesar da existência de instruções operacionais.

O gráfico de evolução semanal mostra tendência ligeiramente descendente ao longo do mês, indicando que ainda não há consistência na aplicação das práticas. Considerando a fase inicial do programa no setor, este comportamento é expectável: o foco de abril foi familiarizar os colaboradores com o processo de auditoria e recolher dados objetivos para priorizar as ações corretivas a desenvolver nos meses seguintes.

página propositadamente em branco

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Proposta de Melhoria na Zona da Folha

O setor da folha é composto por três grandes operações: o corte, a costura e a aplicação de folha ou folheamento. No capítulo de diagnóstico, foi possível identificar as tarefas realizadas pelos operadores dos três postos e, através de uma série de observações, determinar tanto o tempo de cada uma quanto a respetiva frequência por turno. Esta análise tornou indispensável para a intervenção e propostas de melhoria no setor da folha.

Os processos que constituem a zona da folha envolvem operações de elevada variabilidade, resultantes da vasta gama de produtos produzidos na fábrica. As diferentes características do produto requerem paragens, seja para a preparação de materiais, ajuste de especificações das máquinas ou organização dos componentes a operar. Algumas destas atividades representam perdas diretas de disponibilidade das máquinas, conduzindo a *setups* longos e frequentes, o que afeta negativamente o *lead time* do posto.

#### 4.1.1. Redução do Tempo de *Setup*

A metodologia SMED foi aplicada nos diferentes processos da zona da folha. Numa primeira fase, as tarefas foram classificadas em operações internas e externas, o que possibilitou converter algumas operações internas em externas, sempre que viável. Nos casos em que essa conversão não foi possível, as atividades foram simplificadas, reduzindo desperdícios associados à paragem das máquinas. A recolha de dados decorreu através de observação direta, garantindo uma análise precisa e detalhada das operações realizadas durante os *setups*. Para cálculos futuros, foi considerada uma procura de 7190 artigos folheados num ano de 220 dias úteis, valores retirados de análises já existentes por colaboradores da empresa.

Para uma análise detalhada de cada um dos processos, foram cronometrados e registados os tempos de cada uma das suas operações, num certo período. Nos anexos I, J e K podem-se ver as tabelas com esses valores.

##### a. Corte de Folha

Para compreender de forma aprofundada o desempenho do processo de corte de folha, foi realizado um conjunto de quatro observações diretas em quatro dias diferentes. Esta metodologia teve como finalidade assegurar a fiabilidade dos registos e minimizar o risco de enviesamento na recolha de dados. No total, foram analisadas 8,25 horas de atividade contínua, permitindo registar e sistematizar os tempos médios das operações. A informação obtida possibilitou extrapolar os resultados para a escala de um turno completo, caracterizando o cenário real do corte de folha. A partir desta análise foi possível identificar os principais pontos de ineficiência do processo, que serviram de base ao desenvolvimento das propostas de melhoria.

O corte de folha compreende 8 operações que se repetem todos os turnos. Operações de manutenção não foram registadas no processo de observação, pelo que não foi contabilizada mais nenhuma tarefa. Na operação de corte de folha, esta é posicionada com a ajuda de um laser, de modo a garantir o alinhamento do corte, e a máquina, após estarem garantidas todas as condições de segurança, desce a guilhotina, com um ângulo de 45º, por todo o comprimento da área de corte. O operador deve reajustar a folha a cortar, de modo a garantir as medidas pretendidas.

Operações Cenário Atual	
Internas	Externas
Estratégia de Produção	
Estudo do processo	
Deslocação até o armazém	
Procurar e Retirar Lote	
Repor Lotes Retirados	
Voltar ao posto	
Identificar Componentes	
Guardar folha cortada	

Tabela 5 - Categorização de Operações do Cenário Atual do Corte de Folha

As operações foram todas categorizadas como internas, como se pode observar na tabela 5. Isto deve-se ao facto de que neste posto de trabalho, todas as tarefas listadas são realizadas pelo próprio operador, enquanto a máquina se encontra parada. A operação Estratégia de Produção acontece apenas uma vez por turno, quando os operadores se reúnem para definir o que cada um vai fazer no turno, sendo que as restantes tarefas acontecem sempre que o operador muda de artigo. O tempo total das restantes operações internas é de 12 minutos e 57 segundos.

Operações Cenário 1	
Internas	Externas
Estudo do processo	Estratégia de Produção
Identificar Componentes	Deslocação até o armazém
Guardar folha cortada	Procurar e Retirar Lote
	Repor Lotes Retirados
	Voltar ao posto

Tabela 6 - Categorização de Operações do Cenário 1 do Corte de Folha

Numa análise ao cenário atual, as operações de Estratégia de Produção e as de busca de matéria-prima ao armazém, tais como Deslocação até o Armazém, Procurar e Retirar Lote, Repor Lotes Retirados e Voltar ao posto, foram identificadas como potenciais para a conversão em operações externas, conforme se vê na tabela 6. Como neste processo, a máquina só opera manualmente, para serem convertidas em externas, estas tarefas têm de ser realizadas por outro operador.

A operação de definição da estratégia de produção, conforme descrita no capítulo de análise da zona da folha, corresponde aos processos de organização, categorização e distribuição do trabalho entre os operadores no início de cada turno. Esta reunião tem uma duração média de 6 minutos e 50 segundos e reveste-se de grande importância, uma vez que assegura a organização por produtos iguais, tipos de folha semelhantes e tipos de artigo. Este último critério assume particular relevância, dado que um dos postos de trabalho dispõe de uma guilhotina com capacidade de cortar folhas com maior comprimento e rigor. Com o objetivo de reduzir a duração desta operação, e se possível, torná-la externa ao processo de corte, propõe-se que a organização seja realizada pelo

encarregado de setor, que detém uma visão global das condições de corte. Desta forma, cada operador teria uma proposta de organização previamente definida, o que permitiria reduzir em 1,42% o tempo de abertura de turno.

As operações de deslocação ao armazém, procura e retirada do lote, reposição dos lotes movimentados e regresso ao posto de trabalho ocorrem após o estudo do processo, no qual o operador seleciona o lote que assegura o melhor aproveitamento para as dimensões dos componentes. Cada ciclo de deslocação entre posto de trabalho e armazém apresenta uma duração média de 1 minuto e 4 segundos. Já a tarefa de procurar e retirar o lote inclui a identificação de um lote com quantidade de folha suficiente para o artigo em causa, a verificação da existência de defeitos e o cálculo da dimensão útil de corte, seguida da reposição dos lotes sobrepostos, tendo uma duração média de 6 minutos e 38 segundos.

Com o intuito de reduzir a frequência destas deslocações ao armazém, foi proposta a criação de um sistema que permita aproximar o armazém do posto de trabalho. A solução consiste na utilização de um carrinho móvel, no qual são organizados os lotes de folha necessários para os artigos do turno. Desta forma, o número de deslocações ao armazém é reduzido para apenas uma, e o tempo associado à procura individual de cada lote é diluído na procura única. Ao reunir vários lotes em simultâneo, o operador retira progressivamente os mais adequados e procede à reposição dos lotes sobrepostos apenas uma vez, ao contrário do cenário anterior. Para que esta operação seja considerada externa, recomenda-se que a responsabilidade pela preparação e abastecimento do carrinho seja atribuída ao encarregado, garantindo a disponibilidade dos lotes necessários para cada turno. A figura 82 mostra o esboço do carrinho idealizado para o transporte e armazenamento dos lotes de folha a cortar.



*Figura 82 – Esboço em 3D do carrinho de transporte de folha*

A avaliação do corte de folha foi realizada considerando o *Takt Time* de 14,69 minutos por unidade, que define o ritmo de produção necessário para satisfazer a procura. Este indicador permite aferir a adequação da cadência do processo às exigências do cliente.

Apesar de o setor dispor de um tempo de abertura de 480 minutos por turno, o tempo efetivo de funcionamento situa-se em 289,1 minutos, correspondendo a uma disponibilidade de 60%. Este valor evidencia que uma parcela significativa do turno é perdida em atividades não produtivas, nomeadamente em operações de *setup* e em deslocações associadas à preparação de materiais.

A taxa de produção média é de 1,71 artigos por hora, em linha com o tempo de ciclo registado de 35,04 minutos por unidade. Convertendo para dois operadores, em 35,04 minutos consegue-se folha cortada para dois artigos, o que corresponde ao tempo de ciclo de 17,52, superior ao valor de referência do *Takt Time*. Isto mostra que mesmo com dois operadores, a cadência do processo não acompanha a procura.

A análise do indicador de performance demonstra uma velocidade efetiva de 60,79%, revelando que as perdas operacionais reduzem significativamente a capacidade do setor. No indicador de qualidade, registou-se um nível 100%, uma vez que não foram identificadas folhas não conformes durante o processo de corte. Este resultado, contudo, deve ser interpretado com cautela, dado que está diretamente relacionado com a prática operacional. O operador procede à separação dos lotes com menor aproveitamento ou defeitos visuais, direcionando-os para operações subsequentes com menor exigência estética e de visibilidade. Desta forma, assegura-se a integridade das folhas utilizadas no corte destinado às superfícies mais críticas, evitando o registo formal de não conformidades nesta etapa.

A conjugação dos fatores de disponibilidade, performance e qualidade resulta num OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) de 36,62%, valor que, embora superior ao registado em outras operações do setor da folha, continua bastante abaixo das referências industriais para processos repetitivos.

Entre os principais condicionantes do desempenho encontram-se os tempos de *setup*, que totalizam 182,5 minutos por turno, com uma média de 13,3 minutos por preparação. Este valor representa 63% do tempo de funcionamento do setor, confirmando os *setups* como a principal fonte de indisponibilidade. O restante foi identificado como pausas.

Do ponto de vista económico, o impacto destas perdas é significativo. O custo combinado de MOD e CGF é de 0,30 €/minuto, resultando num custo total de *setups* de 54,74 € por turno. Em termos unitários, cada preparação tem um custo médio de 4,00 €, o que se traduz num encargo de 4,00 € por artigo produzido. Estes valores revelam que os *setups* assumem um peso económico relevante, afetando diretamente a competitividade da produção de artigos folheados.

Na tabela 7 estão quantificados os parâmetros avaliados no posto de corte de folha.

Parâmetros	Cenário Atual Corte Folha
Tempo turno (min)	510
Tempo abertura (min)	480
Tempo funcionamento (min)	289,1
Disponibilidade (%)	60%
Taxa Produção (artigos/hora)	1,713
Qualidade	100,0%
Velocidade	60,79%
OEE	36,62%
Tempo Ciclo (min/artigo)	35,04
Tempo Total Setups (min)	182,5
Tempo Setup (min)	13,3
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)	63%
CGF+MOD (euros/min)	€ 0,30
Custo Total Setups	€ 54,74
Custo Setup/ Hora	€ 6,84
Custo por Setup	€ 4,00

Tabela 7 - Parâmetros do Cenário Atual Corte de Folha

## b. Costura

Para o processo de costura foram realizadas duas observações diretas, num total de 3,5 horas, com o objetivo de caracterizar o cenário atual, registar o tempo de cada uma das operações encontradas e identificar as principais fontes de ineficiência.

Durante estas observações, foi possível identificar 7 operações que se repetem todos os turnos. Operações de manutenção ou qualquer outro tipo não foram registadas no processo de observação, pelo que não foi contabilizada mais nenhuma tarefa. A operação de costura de folha acontece quando o operador une duas folhas na máquina de costura e, com um pedal, ativa a máquina, unindo níveis até que o conjunto de folhas tenha a dimensão desejada. O funcionamento da máquina, tal como foi descrito, depende do uso manual do operador.

Operações Cenário Atual	
Internas	Externas
Escolher o carrinho de MDF	
Mover o carrinho até perto do posto	
Escolher o processo do artigo a costurar	
Deslocar-se até ao carrinho de folha cortada	
Procurar a Folha Correspondente	
Voltar ao Posto com a folha cortada	
Juntar Folha c/MDF	

Tabela 8 - Categorização de Operações do Cenário Atual da Costura de Folha

A separação das operações em internas e externas no processo de costura mostrou que, nas condições atuais, todas as atividades relevantes permanecem internas. As operações, com exceção das relacionadas com o carrinho de MDF, ocorrem sempre que o operador muda o artigo em produção, somando um tempo de 3 minutos e 23 segundos. As restantes verificam-se quando o operador seleciona um carrinho com placas cortadas de vários artigos, exigindo a organização do material antes de retomar a costura, com uma duração média de 1 minuto e 12 segundos. Na tabela 8, pode-se observar as operações realizadas no processo de costura e, preenchidas em laranja, as operações que se pretende atuar com esta metodologia, reduzindo ou até mesmo eliminando desperdícios associados.

Operações Cenário 1	
Internas	Externas
Escolher o carrinho de MDF	
Mover carrinho até perto do posto	
Escolher processo do artigo a costurar	
Procurar Folha Correspondente	
Juntar Folha c/MDF	

Tabela 9 - Categorização de Operações do Cenário 1 da Costura de Folha

A tabela 9 mostra as operações do cenário de melhoria. Como se pode ver, foram eliminadas duas das oito operações e propôs-se reduzir desperdícios associados às restantes tarefas listadas, mantendo-se o seu carácter interno. Com a proposta de melhoria, estima-se reduzir em cerca de 50% o tempo gasto na escolha do carro de MDF, através da implementação de marcações, garantindo ordem do WIP e assegurando ainda que um carro de folhas cortadas esteja sempre disponível próximo do operador.

Também se prevê uma redução de 25% no tempo dedicado à procura de folhas, com a introdução de um sistema de cores associado ao processo que identifica as folhas cortadas no carrinho, provenientes do corte de folha. Essa pequena alteração consegue-se a partir da alteração de apenas duas folhas do processo de cada artigo, e permite ao operador identificar qual o tipo de folha corresponde à placa de MDF e procurar apenas nos lotes correspondentes, evitando perdas de tempo e erros de seleção.

Adicionalmente, as deslocações repetidas até ao carrinho de folhas cortadas foram revistas. No cenário anterior, o operador precisava de interromper a atividade para ir buscar ou devolver lotes. Com a reorganização do layout e definição de marcações para o WIP, a máquina de costura vai ser colocada perto do carrinho de produto acabado do corte de folha, eliminando duas dessas deslocações. Com a implementação destas medidas, estimam-se uma redução significativa do tempo improdutivo do operador, melhorando a fluidez no abastecimento da costura e libertando mais tempo para o trabalho efetivo de valor acrescentado.

A avaliação do posto de costura de folha foi realizada considerando o *Takt Time* de 7,34 minutos por unidade, que define a cadência necessária para cumprir a procura. Este valor serve como referência para aferir a capacidade da operação de responder de forma contínua às exigências do cliente.

O setor dispõe de um tempo de abertura de 240 minutos por turno, mas o tempo efetivo de funcionamento registado foi de 125,2 minutos, o que corresponde a uma disponibilidade de apenas 52%. Isto significa que quase metade do tempo potencial do posto é consumida em atividades não produtivas, entre as quais se destacam *setups* frequentes e ajustes de máquina.

A taxa de produção média atingiu 7,14 unidades por hora, sustentada por um tempo de ciclo de 8,40 minutos por unidade, valor superior ao *Takt Time*, provando mais uma vez que o processo não acompanha a procura.

As interrupções recorrentes e a variabilidade operacional reduzem a performance efetiva para 47,62%, revelando limitações significativas na estabilidade do processo. No que se refere à qualidade, o posto apresentou um indicador de 100%, não se registando peças não conformes. Este resultado está associado ao facto de existir um controlo de qualidade intrínseco no processo de costura e, em caso de defeitos, o operador refaz a costura da folha, antes desta seguir para o próximo posto.

A conjugação de disponibilidade, performance e qualidade reflete-se no OEE de apenas 24,85%, valor que demonstra perdas relevantes em todas as dimensões avaliadas.

Os *setups* representam uma das maiores limitações, com um tempo total de 100,9 minutos por turno e uma média de 3,5 minutos por preparação, o que equivale a 42% do tempo de abertura consumido em ajustes. Este fator penaliza diretamente a disponibilidade e a cadência de resposta do processo.

Do ponto de vista económico, o custo combinado de MOD e CGF foi de 0,30 €/minuto, resultando num custo total de *setups* de 30,27 € por turno. Em termos unitários, cada preparação representa um encargo de 1,06 €, o que corresponde a 3,78 € por artigo produzido. Estes valores evidenciam o peso económico da frequência de *setups* e reforçam a necessidade de ações direcionadas à sua redução.

Na tabela 10 estão quantificados os parâmetros avaliados no posto de costura de folha.

Parâmetros	Cenário Atual	Costura	Folha
Tempo turno (min)		255	
Tempo abertura (min)		240	
Tempo funcionamento (min)		125,2	
Disponibilidade (%)		52%	
Taxa Produção (artigos/hora)		7,143	
Qualidade		100,0%	
Velocidade		47,62%	
OEE		24,85%	
Tempo Ciclo (min/corte)		8,40	
Tempo Total Setups (min)		100,9	
Tempo Setup (min)		3,5	
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)		81%	
CGF+MOD (euros/min)	€	0,30	
Custo Total Setups	€	30,27	
Custo Setup/ Hora	€	3,78	
Custo por Setup	€	1,06	

Tabela 10 - Parâmetros do Cenário Atual de Costura de Folha

### c. Aplicação de folha

Para o processo de aplicação de folha foram realizadas duas observações diretas, num total de 2,67 horas, com o objetivo de caracterizar o cenário atual, registrar o tempo de cada uma das operações encontradas e identificar as principais fontes de ineficiência.

Durante as observações, foram identificadas 12 operações relativas ao folheamento dos artigos. Diferente dos últimos processos, na aplicação de folha são utilizadas duas máquinas e dois operadores para as mesmas tarefas. O processo de prensagem foi considerado a operação principal do processo, pois este tem uma duração fixa de 2 minutos, contabilizados desde o momento em que a prensa inicia pressão na colagem realizada com a ajuda da máquina de cola. Enquanto a máquina opera, são realizadas operações que permitem preparar as próximas placas a serem folheadas. Na tabela 11, foram classificadas as operações, de modo a identificar o seu caráter interno ou externo.

Operações Cenário Atual	
Internas	Externas
Escolhe o carrinho MDF	Configurar distancia entre rolos
Estudar Espessura dos Componentes	Pousar folha inferior na mesa de apoio
Colocar colagem na prensa	Passar placa na máquina de cola
Ativar Prensa	Passar rolo para espalhar a cola
Retirar Artigos da Prensa	Pousar folha superior
	Pulverizar agua
	Prensagem
	Guardar placas na palete de produto acabado

Tabela 11 - Categorização de Operações do Cenário Atual da Aplicação de Folha

A caracterização destas tarefas permitiu identificar onde focar as ações de melhoria. Das operações denominadas internas, a escolha do carrinho de MDF e o estudo da espessura dos componentes apresentam potencial para serem convertidas em operações externas. No entanto, os operadores param o processo para fazer o estudo das diferentes espessuras e garantir o aproveitamento do tempo no processo de aplicação de folha. Estas duas operações acontecem sempre que o operador trocar o carrinho a operar e têm uma duração média de 7 minutos e 28 segundos. Já as restantes têm de ser realizadas com a máquina parada.

As 8 operações externas são processos que atualmente são realizados com a máquina em operação. A configuração da distância entre rolos acontece sempre que existe uma alteração na espessura das placas de MDF, e o operador precisa calibrar a máquina, garantindo uma aplicação de cola consistente. Já as restantes operações preparam o abastecimento do próximo prato da prensa, com uma duração média de 3 minutos e 1 segundo. O termo prato é associado a um dos dois níveis da prensa, pelo que atualmente os operadores só têm capacidade de preencher um deles a cada procedimento.

Operações Cenário 1	
Internas	Externas
Escolhe o carrinho MDF	Configurar distancia entre rolos
Estudar Espessura dos Componentes	Pousar folha inferior na mesa de apoio
Colocar colagem na prensa	Passar placa na máquina de cola
Ativar Prensa	Pousar folha superior
Retirar Artigos da Prensa	Pulverizar agua
	Prensagem
	Guardar placas na palete de produto acabado

Tabela 12 - Categorização de Operações do Cenário 1 da Aplicação de Folha

Na tabela 12, estão marcadas as operações que vão ser implementadas melhorias. Começando pelas internas, a escolha do carrinho de MDF e o estudo da espessura dos componentes não foram convertidos para externas, devido à sua elevada demora. No entanto, foram implementadas marcações devidamente identificadas, com o objetivo de reduzir os desperdícios associados ao tempo que se perde em encontrar e mover um carrinho com todas as matérias-primas necessárias (placas de MDF e respetiva folha cortada). A implementação de uma mesa de apoio móvel permite ao operador organizar todas as placas por espessura, tipo de folha, registar indicações para que não exista confusão nos procedimentos seguintes e, com isto, espera-se reduzir, respetivamente, em 25% e 80%, o tempo dessas duas operações. Para auxiliar este processo, vai-se usar um sistema semelhante ao proposto na costura de folha, onde o operador terá disponíveis post-its de várias cores, permitindo identificar os diferentes artigos depois de se agrupar os componentes por espessura.

A régua utilizada para medir o espaço entre rolos na máquina de cola encontra-se bastante gasta, o que dificulta a leitura e promove inconsistências na aplicação da cola. Para reduzir o tempo de *setup* associado à configuração da distância entre rolos, propôs-se uma calibração integral da máquina e a renovação da escala, permitindo reduzir o desperdício associado ao ajuste. Juntamente com a calibração da máquina, procede-se também à troca dos rolos existentes, permitindo assim uma aplicação de cola homogénea por toda a superfície da placa. Esta implementação permite também eliminar a operação de espalhar a cola manualmente, marcada em vermelho na tabela 11.

Os processos associados à formação da colagem, onde se forma uma *sandwich* de folha cortada, placa de MDF e folha cortada, revelam-se mais demorados do que a ação da prensa. De modo a reduzir esta limitação, propôs-se a implementação de rodas na mesa de apoio à prensa. Ao fornecer mobilidade a esta bancada, é possível diminuir a distância entre a mesma e a máquina de cola e, posteriormente, permite ajustar a distância da mesa à prensa. Com esta proposta de melhoria, pretende-se reduzir em 20% o tempo da operação “Passar placa na máquina de cola”, que consiste em introduzir as placas a folhear na máquina e em colocar as mesmas em cima da respetiva folha cortada, e em 25% o processo da colocação dessas folhas. Esta implementação permite reduzir o tempo da operação de colocar e retirar os artigos da prensa em cerca de 10%. Os pulverizadores de água encontram-se deteriorados, o que atrasa a operação. Foi também proposta a alteração e manutenção dos mesmos, garantindo uma redução do tempo de operação em cerca de 50%.

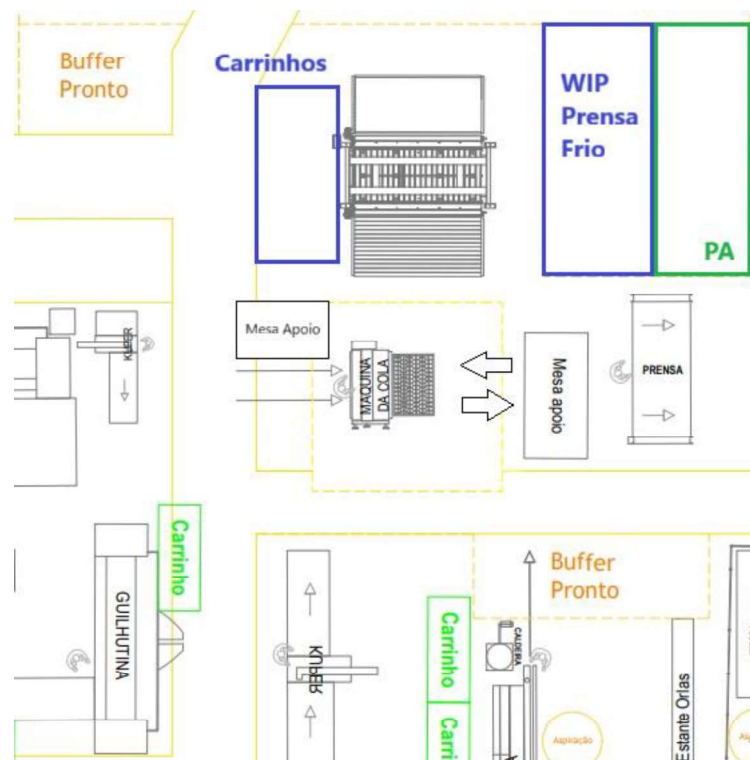


Figura 83 - Esboço de layout proposto para a Aplicação de Folha

Na figura 83 pode-se observar um esboço realizado de modo a entender como a disposição proposta foi idealizada.

A análise do posto de aplicação de folha foi inicialmente realizada ao considerar como principal *setup* a preparação do equivalente a um prato da prensa. Esta unidade facilita a recolha e o tratamento dos dados operacionais. Contudo, para avaliar a cadência face à procura, procedeu-se à conversão de pratos para artigos. Considerando as observações realizadas, considerou-se que 42 pratos correspondem a 22 artigos, ou seja, em média 1,91 pratos por artigo.

Com base nesta relação, o tempo de ciclo de 5,50 minutos por prato traduz-se num ciclo de 10,5 minutos por artigo. Em termos de capacidade, o posto consegue produzir cerca de 5,7 artigos por hora, valor inferior ao necessário para cumprir o *Takt Time* de 7,34 minutos por artigo, definido pela procura anual de 7 190 unidades. Este desfasamento representa um excesso de 39% face a essa referência, confirmando que a aplicação de folha não acompanha o ritmo requerido.

Apesar de um tempo de abertura de 240 minutos por turno, o tempo efetivo de funcionamento é de apenas 78,9 minutos, correspondendo a uma disponibilidade de 33%. Este valor muito baixo reflete-se diretamente no OEE e mostra que a maior parte do turno é consumida em atividades não produtivas.

A análise dos tempos evidencia que os *setups* são a principal limitação do posto, totalizando 145 minutos por turno, com uma média de 3,5 minutos por preparação. Este valor representa cerca de 60% do tempo de abertura, revelando o peso das frequentes trocas de referência e da preparação de materiais no desempenho do processo.

No que se refere à qualidade, o indicador registou 100%, sem peças não conformes reportadas. Tal como noutros processos do setor da folha, este valor decorre da prática de triagem realizada pelos operadores: quando existem lotes com defeitos ou baixo aproveitamento visual, estes são direcionados para operações subsequentes de menor visibilidade, evitando o registo formal de não conformidades.

A conjugação das perdas de disponibilidade, da performance reduzida e da aparente robustez em qualidade resulta num OEE global de apenas 11,96%, confirmando a aplicação de folha como o principal gargalo do setor.

Do ponto de vista económico, os *setups* implicam um custo total de 43,50 € por turno, considerando o custo horário combinado de MOD e CGF (0,30 €/minuto). Em termos médios, cada preparação representa 1,04 €, equivalendo a um encargo de 5,44 €/hora. Estes valores reforçam que os *setups* penalizam não só o desempenho operacional, mas também a competitividade do produto final.

Na tabela 13, pode-se observar o registo dos valores abordadores na análise crítica desta operação.

Parâmetros	Cenário Atual	Aplicação de Folha
Tempo turno (min)		255
Tempo abertura (min)		240
Tempo funcionamento (min)		78,9
Disponibilidade (%)		33%
Taxa Produção (prato/hora)		10,909
Qualidade		100,0%
Velocidade		36,36%
OEE		11,96%
Tempo Ciclo (min/prato)		5,50
Tempo Total Setups (min)		145,0
Tempo Setup (min)		3,5
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)		184%
CGF+MOD (euros/min)	€	0,30
Custo Total Setups	€	43,50
Custo Setup/ Hora	€	5,44
Custo por Setup	€	1,04

Tabela 13 - Parâmetros do Cenário Atual de Aplicação de Folha

A análise dos três processos da folha evidenciou limitações relevantes em disponibilidade, performance e tempos de *setup*, refletindo-se em valores de OEE bastante baixos. O corte de folha apresenta um tempo de ciclo médio superior ao *Takt Time*, com *setups* que consomem mais de 30% do tempo de abertura, configurando-se como o principal gargalo do setor. Na costura de folha, identificou-se a mesma situação, em que o processo não consegue acompanhar a procura, nas 4 horas de turno definidas. A baixa disponibilidade (52%) e a elevada frequência de *setups* são fatores que comprometem a estabilidade da operação. Já na aplicação de folha, dada a conversão de abastecimentos de prensa ou pratos para artigos, revelou-se um tempo de ciclo médio 39% acima do *Takt Time*, associado a uma disponibilidade de apenas 33% e a *setups* que absorvem cerca de 60% do tempo de abertura, tornando este posto igualmente crítico para o fluxo.

Apesar destas restrições, a procura de artigos folheados é satisfeita através de compensações organizacionais. Apesar de ser considerado gargalo, a zona de corte de folha tem capacidade para três operadores, permitindo assim disfarçar as ineficiências do processo. Os dois operadores que nela atuam 100% do tempo não conseguem responder à elevada procura, pelo que o operador da costura apoia diariamente o corte de folha, utilizando a guilhotina vaga para reforçar a capacidade deste posto. De seguida, este retoma a costura, garantindo o enchimento dos carrinhos para o posto de aplicação de folha. Também na zona de folheamento, os operadores prolongam o tempo de trabalho além das quatro horas inicialmente consideradas, assegurando que o processo acompanha a cadência dos artigos costurados.

As ineficiências encontradas mostram que o setor da folha não consegue, no cenário atual, responder de forma estável à procura, sendo necessária a redistribuição de operadores entre processos para suportar a demanda.

#### **4.1.2. Avaliação dos Cenários Propostos**

Os cenários propostos visam eliminar desperdícios críticos e garantir o cumprimento da produção objetivo apenas com o tempo de abertura de cada turno, sem depender de compensações externas e com a mesma quantidade de recursos humanos. Este capítulo vai resumir e avaliar os cenários propostos no capítulo 4.1.1.

##### **a. Corte de Folha**

O Cenário de Melhoria propõe a implementação de um carrinho de abastecimento preparado com os diferentes lotes de folha necessários para todo o turno. Esta medida tem como objetivo eliminar a necessidade de os operadores interromperem o processo para se deslocarem ao armazém em busca de matéria-prima, traduzindo-se num ganho estimado de 15% de disponibilidade em operações de valor acrescentado. No cenário atual, a operação de estudo do processo incluía não só a análise do artigo e do lote de folha para preparação do corte, mas também a preparação da deslocação ao armazém, onde se estudavam as dimensões necessárias do lote ideal. Com a eliminação desta etapa logística, prevê-se uma redução de 50% no tempo desta operação, que passa a estar associada apenas ao estudo técnico do corte. Durante as observações, registaram-se ainda momentos de pausa em que o operador organizava o armazém ou prestava apoio a outras operações. A proposta permitirá reduzir este tipo de perdas em cerca de 50%, reforçando a utilização do tempo disponível em atividades produtivas. Adicionalmente, esta implementação

prevê a eliminação da reunião diária de distribuição do trabalho entre operadores, transferindo essa responsabilidade para o encarregado de setor, que assume a organização prévia das tarefas.

Os parâmetros de ambos os cenários estão disponíveis na tabela 14, permitindo uma melhor análise visual.

Corte Folha		
Parâmetros	Cenário Atual	Cenário Melhoria
Tempo turno (min)	510	510
Tempo abertura (min)	480	480
Tempo funcionamento (min)	289,1	423,0
Disponibilidade (%)	60%	88%
Taxa Produção (artigos/hora)	1,713	2,505
Qualidade	100,0%	100,0%
Velocidade	60,79%	88,93%
OEE	36,62%	78,36%
Tempo Ciclo (min/artigo)	35,04	23,95
Tempo Total Setups (min)	182,5	51,2
Tempo Setup (min)	13,3	3,7
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)	63%	12%
CGF+MOD (euros/min)	€ 0,30	€ 0,30
Custo Total Setups	€ 54,74	€ 15,36
Custo Setup/ Hora	€ 6,84	€ 1,92
Custo por Setup	€ 4,00	€ 1,10

Tabela 14 - Parâmetros do cenário de Melhoria do Corte de Folha

A implementação do carrinho de abastecimento e a reorganização do trabalho pelo encarregado resultaram num claro aumento da disponibilidade do posto, que passou de 60% para 88%, elevando o tempo efetivo de funcionamento de 289,1 para 423,0 minutos por turno. Esta melhoria refletiu-se diretamente no tempo de ciclo, que desceu de 35,04 para 23,95 min/artigo, garantindo que o processo consegue responder à procura diária com estabilidade operacional. Do ponto de vista económico, os ganhos são expressivos: os tempos de *setup* reduziram-se de 182,5 para 51,2 min/turno (-131,3 min), baixando o custo total de *setups* de €54,74 para €15,36 (~72%). Em termos unitários, cada preparação passou de €4,00 para €1,10, traduzindo-se num encargo médio substancialmente inferior por artigo.

Estas melhorias demonstram que, pela eliminação de desperdícios e pela conversão de operações internas em externas, é possível alinhar o corte de folha com o *Takt Time*, reduzir custos de forma relevante e assegurar a produção objetivo dentro do tempo de abertura do turno, sem recorrer à realocação de recursos.

## b. Costura de Folha

O Cenário de Melhoria para a costura de folha propõe medidas direcionadas à redução de desperdícios associados à escolha de carrinhos, procura de folhas e deslocações desnecessárias. A introdução de marcações no WIP permitirá reduzir em 50% o tempo de escolha do carrinho de MDF, assegurando organização e disponibilidade contínua de material. Em complemento, um sistema de cores facilitará a identificação das folhas correspondentes, reduzindo em 75% o tempo de procura. Por fim, a reorganização do layout, aproximando a máquina dos carrinhos de MDF e de folhas cortadas, elimina deslocações repetidas e assegura um fluxo mais estável. Na tabela 15, pode-se observar e comparar os valores dos parâmetros de cada um dos cenários.

Costura Folha		
Parâmetros	Cenário Atual	Cenário Melhoria
Tempo turno (min)	255	255
Tempo abertura (min)	240	240
Tempo funcionamento (min)	125,2	173,7
Disponibilidade (%)	52%	72%
Taxa Produção (artigos/hora)	7,143	9,905
Qualidade	100,0%	100,0%
Velocidade	47,62%	66,04%
OEE	24,85%	47,79%
Tempo Ciclo (min/corte)	8,40	6,06
Tempo Total Setups (min)	100,9	52,5
Tempo Setup (min)	3,5	1,8
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)	81%	30%
CGF+MOD (euros/min)	€ 0,30	€ 0,30
Custo Total Setups	€ 30,27	€ 15,74
Custo Setup/ Hora	€ 3,78	€ 1,97
Custo por Setup	€ 1,06	€ 0,55

Tabela 15 - Parâmetros do cenário de Melhoria da Costura de Folha

A introdução das medidas propostas no cenário de melhoria resultou em ganhos expressivos no desempenho do posto de costura. A disponibilidade aumentou de 52% para 72%, refletindo-se na evolução do tempo efetivo de funcionamento de 125,2 para 173,7 minutos por turno. O tempo de ciclo médio reduziu-se de 8,40 para 6,06 minutos por artigo, garantindo uma taxa de produção de 9,9 artigos/hora face aos 7,1 artigos/hora anteriores. Esta melhoria assegura que o processo consegue acompanhar a procura, mantendo-se abaixo do *Takt Time* de referência. Em termos de performance, a velocidade efetiva subiu de 47,6% para 66,0%, e o OEE praticamente duplicou, passando de 24,9% para 47,8%, revelando uma operação mais estável e consistente. A redução de tempos de *setup* foi determinante: de 100,9 para 52,5 minutos por turno, com a duração média de cada preparação a cair de 3,5 para 1,8 minutos. Assim, os *setups*, que anteriormente consumiam 42% do tempo de abertura, representam agora apenas 30%, libertando maior capacidade para operações de valor acrescentado. Do ponto de vista económico, o impacto é igualmente positivo. O custo total de *setups* desceu de 30,27 € para 15,74 € por turno, uma redução de quase 50%. Em termos unitários, o custo por artigo caiu de 1,06 € para 0,51 €, o que representa um ganho direto de competitividade no processo de costura.

## c. Aplicação de Folha

O Cenário de Melhoria para a aplicação de folha concentra-se na organização do material, na calibração dos equipamentos e na melhoria ergonômica do posto, visando reduzir tempos improdutivos e aumentar a cadência. Para tal, prevê-se a introdução de marcações visuais e uma mesa de apoio móvel, que permitem organizar previamente os lotes por espessura e tipo de folha, reduzindo em 25% o tempo de escolha do carrinho e em 80% o estudo de espessura. Inclui-se ainda a calibração da máquina de cola e substituição da régua e dos rolos, eliminando a necessidade de espalhar adesivo manualmente. A instalação de rodas na mesa de apoio diminui distâncias, permitindo reduzir em 20% o tempo de passagem pela cola, em 25% o tempo de colocação das folhas e em 10% a carga e descarga da prensa. Por fim, a substituição dos pulverizadores de água deteriorados deverá cortar em 50% o tempo dessa operação, reforçando a eficiência global do processo.

Parâmetros	Cenário Atual	Cenário Melhoria
Tempo turno (min)	255	255
Tempo abertura (min)	240	240
Tempo funcionamento (min)	78,9	120,3
Disponibilidade (%)	33%	50%
Taxa Produção (prato/hora)	10,909	16,629
Qualidade	100,0%	100,0%
Velocidade	36,36%	55,43%
OEE	11,96%	27,79%
Tempo Ciclo (min/prato)	5,50	3,61
Tempo Total Setups (min)	145,0	100,6
Tempo Setup (min)	3,5	2,4
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)	184%	84%
CGF+MOD (euros/min)	€ 0,30	€ 0,30
Custo Total Setups	€ 43,50	€ 30,19
Custo Setup/ Hora	€ 5,44	€ 3,77
Custo por Setup	€ 1,04	€ 0,72

Tabela 16 - Parâmetros do cenário de Melhoria da Aplicação de Folha

Ao analisar a tabela 16, compararam-se os cenários Atual e Melhoria. A implementação das melhorias no posto de aplicação de folha trouxe ganhos relevantes em todas as dimensões de desempenho. A disponibilidade aumentou de 33% para 50%, com o tempo efetivo de funcionamento a subir de 78,9 para 120,3 minutos por turno, reduzindo a proporção do turno consumida em atividades não produtivas.

A taxa de produção cresceu de 10,9 para 16,6 pratos por hora, suportada pela redução do tempo de ciclo de 5,50 para 3,85 minutos por prato. Convertendo para artigos, o posto passou de 5,7 para 8,7 artigos por hora, valor que permite superar o *Takt Time* de 7,95 artigos por hora, garantindo o cumprimento da procura.

A performance subiu de 36,4% para 46,6%, enquanto o OEE praticamente duplicou, passando de 11,96% para 23,37%, reflexo da melhoria combinada em disponibilidade e performance. A qualidade manteve-se em 100%, confirmando a robustez do processo quanto à conformidade dos artigos.

Os *setups* foram significativamente reduzidos, passando de 145,0 para 100,6 minutos por turno, com a duração média por operação a descer de 3,5 para 2,4 minutos. Assim, os *setups*, que anteriormente representavam cerca de 60% do tempo de abertura, ocupam agora 42%, libertando capacidade produtiva para operações de valor acrescentado.

Do ponto de vista económico, o custo total de *setups* caiu de 43,50 € para 30,19 € por turno, enquanto o custo unitário por *setup* baixou de 1,04 € para 0,77 €. Em termos de eficiência, o custo por artigo reduziu-se de forma significativa, reforçando a competitividade da operação.

### 4.1.3. Implementação das Soluções

#### a. Carrinho de Folha

O desenvolvimento do carrinho de folha teve como objetivo criar um sistema que permita transportar a folha de forma eficiente, com o devido acondicionamento e capacidade para abastecer o posto de corte de folha durante um turno.

Na fase de conceção, foram realizados testes práticos com o objetivo de determinar o espaçamento mínimo entre prateleiras que evitasse dobras ou deformações nos lotes de folha. Os carrinhos de WIP existentes serviram de referência para o desenvolvimento do novo modelo, sendo neles efetuados os ensaios iniciais.

As 84 e 85 ilustram os testes realizados, que permitiram definir o afastamento adequado para garantir a integridade da matéria-prima e assegurar o seu transporte sem comprometer a qualidade. No primeiro ensaio (figura 84) verificou-se que a principal deformação ocorria, naturalmente, nas extremidades, onde não existia suporte. Face a esta observação, procedeu-se à análise da distância máxima entre apoios que permitisse ao lote manter-se estável e alinhado na horizontal. Concluiu-se que o valor adequado corresponde a 80 cm entre apoios, baseado no ensaio da figura 85. Adicionalmente, determinou-se que, nas extremidades do carrinho, o lote pode

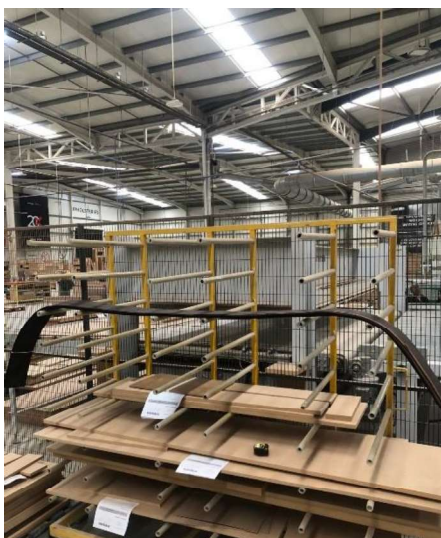


Figura 84 – Ensaio 1



Figura 85 - Ensaio 2

ultrapassar até 20 cm além da estrutura sem comprometer a sua estabilidade, garantindo assim o mínimo de curvatura possível.

Com base na análise dos lotes de folha e nos ensaios realizados, foi possível definir as dimensões finais do carrinho de folha. Os lotes de maior comprimento registados rondam os 3,60 m, pelo que a estrutura foi projetada com 3,20 m de largura e 1,80 m de altura, garantindo capacidade suficiente para acomodar a maioria dos lotes sem risco de deformação.

As prateleiras apresentam espaçamento de 400 mm, valor que assegura a estabilidade do material e facilita o manuseamento. O ensaio demonstrou que a distância ideal entre apoios seria de 80 cm, permitindo que os lotes se mantenham alinhados na horizontal, sem dobras significativas. Para as extremidades, admitiu-se uma projeção máxima de 20 cm para além da estrutura, sem comprometer o acondicionamento da folha.

Para definir o número de níveis necessários, realizou-se uma análise ABC dos tipos de folha mais utilizados. A partir do ficheiro de compras de matéria-prima de 2024, foi calculada a soma de todas as aquisições por tipo de folha, aplicando-se os parâmetros 80-15-5. A criação da tabela 17 permitiu verificar que as folhas de Nogueira, Eucalipto Fumado e Carvalho Fumado corresponderam a cerca de 80% do total. Face à diferença de consumo relativamente aos restantes tipos, concluiu-se que cinco níveis seriam suficientes para garantir o abastecimento de um turno completo de corte de folha.

Descrição do Artigo	Preço Total	Qt. total	%	% Acm	ABC
Folha Nogueira	16074,56	43336,3	54,589%	54,59%	A
Folha, Acabamento: Eucalipto Fumado	15066,76	12653,3	15,939%	70,53%	A
Folha, Folha: Carvalho Fumado	14559,75	6649,09	8,376%	78,90%	A
Folha Carvalho Envelhecido	13815,13	4745,22	5,977%	84,88%	B
Folha, Acabamento: Mukaly Natural	2100	3065,67	3,862%	88,74%	B
Folha, Folha: Carvalho Rift EU	7343,4	1958,24	2,467%	91,21%	B
Folha, Acabamento: Ouro	60	1500	1,889%	93,10%	B
Folha Carvalho Cinza	6941,15	1166,58	1,469%	94,57%	B
Folha, Folha: Eucalipto Cinza	6323,44	1071,77	1,350%	95,92%	C
Folha, Acabamento: FOLHA FREIXO FIGURADO	553,76	955,11	1,203%	97,12%	C
Folha, Acabamento: Carvalho Rift A	1701,39	829,84	1,045%	98,17%	C
Folha Composta Pau Ferro	1547,52	714,24	0,900%	99,07%	C
Folha, Acabamento: composta Ebano	1785,6	396,8	0,500%	99,57%	C
Folha, Acabamento: SUCUPIRA	441,81	196,36	0,247%	99,81%	C
Folha, Acabamento: Carvalho Natural	59,85	79,99	0,101%	99,91%	C
Folha, Acabamento: Eucalipto Cinza Natural	123,88	67,66	0,085%	100,00%	C

Tabela 17 - Análise ABC dos tipos de Folha

O diagnóstico deste processo permitiu ainda identificar três intervalos de largura típicos dos lotes: até 15 cm, entre 15 e 25 cm e superiores a 25 cm. Para acomodar estas variações, o carrinho foi desenhado de forma diferente dos modelos anteriormente utilizados na fábrica, sendo dividido ao meio e equipado, em cada lado, com duas prateleiras de 40 cm de largura. Esta solução permite armazenar, de um lado, os lotes até 15 cm e entre 15 e 25 cm, e do outro, os lotes de maior dimensão.

Na figura 86, pode-se ver o esboço desenhado em 3D, através do software *SketchUp*, que foi enviado à serralharia, para análise de orçamento. Os apoios entre prateleiras serão implementados na empresa, ao firmar três placas de MDF em cada um dos intervalos, de acordo com a figura 86. Os intervalos de 40 cm foram idealizados de modo a facilitar o abastecimento e o acesso aos lotes de folha no carrinho.

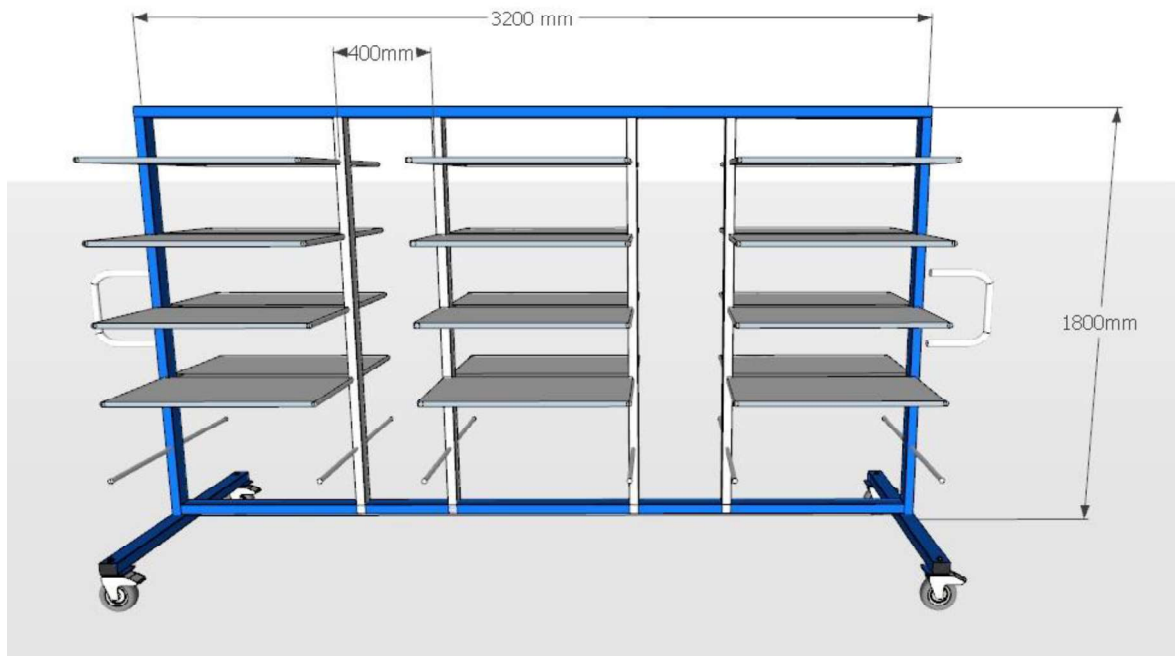


Figura 86 - Desenho e Medidas do Carrinho de Folha

O carrinho foi ainda equipado com rodas giratórias com travão, garantindo mobilidade no abastecimento e segurança durante a operação. Esta configuração possibilita o transporte direto até ao posto de trabalho, reduzindo deslocações ao armazém e assegurando melhor preservação da matéria-prima.

Após a validação dimensional e funcional, o desenho foi enviado ao parceiro de serralharia responsável pela construção do protótipo. O orçamento recebido indicou um investimento de 220 euros por unidade, valor considerado adequado face ao potencial de ganhos em eficiência e redução de desperdícios. Esta configuração possibilita o transporte direto até ao posto de trabalho, reduzindo deslocações ao armazém e garantindo melhor preservação da matéria-prima.

#### b. Sistema de Gestão Visual

A identificação do tipo de folha, mesmo por operadores experientes, constitui um desafio em situações de baixa luminosidade. De igual modo, a determinação do artigo a produzir, apenas pela quantidade ou dimensão das placas de MDF ou da folha cortada, revela-se uma tarefa complexa. Atualmente, este processo depende da procura manual no carrinho de MDF e da leitura do processo de cada artigo, onde consta o número, o nome e o tipo de folha associado. Tal prática resulta em tempos de pesquisa elevados e em perdas de eficiência operacional.

A introdução de um sistema de gestão visual procura mitigar estas limitações, reduzindo o tempo despendido na procura e restringindo, de forma imediata, o conjunto de opções possíveis. Visualmente, um operador consegue inferir que a folha destinada a um aparador apresenta, em regra, maior quantidade do que a utilizada numa mesa de cabeceira, ou que diferentes dimensões correspondem a artigos distintos. Contudo, em condições de visibilidade reduzida, a distinção entre tipos de folha, a partir de uma certa distância do carro de folha cortada, torna-se dificultada.

Na figura 87, apresenta-se o quadro de Gestão Visual concebido para ser colocado no posto de trabalho.



Figura 87 - Quadro de Gestão Visual para a costura de folha

Este sistema assenta na utilização de cinco cores distintas: quatro atribuídas aos tipos de folha mais utilizados e uma quinta destinada a todos os restantes. A definição destas categorias foi suportada pela análise ABC apresentada no capítulo anterior, que permitiu concluir que a implementação deste quadro de gestão visual possibilita reduzir em cerca de 20% as opções de pesquisa quando o operador do posto de costura procura a folha correspondente ao processo em execução.

Para viabilizar esta medida, foi proposta a integração, no canto superior direito da página principal do processo e da folha com as respetivas medidas, de um quadrado colorido de acordo com o código definido no quadro de gestão visual. Esta sinalização permitirá uma identificação imediata do tipo de folha a utilizar, simplificando a correspondência entre o MDF e a folha cortada, e reduzindo significativamente os tempos de procura. De modo que este quadrado seja sempre visível, vai ser integrado um método normalizado de armazenamento dos produtos e respetivo processo, tal como se pode observar na figura 88.



Figura 88 - Disposição dos processos nos carrinhos de WIP

#### a. Aplicação de Folha

Para a solução proposta para o processo de folheamento, recomendou-se ao encarregado a substituição ou implementação de rodas na mesa de apoio à prensa. Apesar de existirem em stock dois pares de rodas, sugeriu-se a reutilização de uma mesa que se encontrava a servir de suporte fixo noutra setor. Com o intuito de reproduzir as dimensões do prato da prensa e possibilitar a simulação do aproveitamento durante a preparação da colagem da folha à placa, propôs-se o corte de um tampo em MDF com as dimensões adequadas e a sua fixação na mesa de apoio. Na figura 89 apresenta-se a mesa identificada para desempenhar esta função.



Figura 89 - Mesa de apoio móvel

Adicionalmente, de forma a evitar a utilização dos tapetes de rolo da prensa a frio como suporte de folha cortada, propôs-se a introdução de uma mesa de menores dimensões, a posicionar junto à mesa de apoio. Esta configuração permitirá maior agilidade na operação de sobreposição da folha cortada sobre a placa. Paralelamente, procedeu-se à substituição do pulverizador de água existente por um modelo mais recente, capaz de assegurar maior eficiência na dispersão da água por cada aplicação.

#### 4.1.4. Proposta de Novo Layout

As melhorias propostas para o setor da folha assentam na introdução de mesas de apoio, carrinhos adaptados e sistemas de organização visual, com o objetivo de eliminar tarefas que não acrescentam valor e de simplificar o fluxo de trabalho. Para viabilizar estas alterações, torna-se necessária a implementação de um novo layout, orientado para a redução de congestionamentos e para a melhoria da circulação de materiais dentro e fora do posto.

Através do software de modulação *SketchUp*, desenvolveu-se o layout 3D da zona da folha. Na figura 90, é possível observar uma vista geral dos postos de trabalho, zonas destinadas a armazéns e a WIP numeradas.

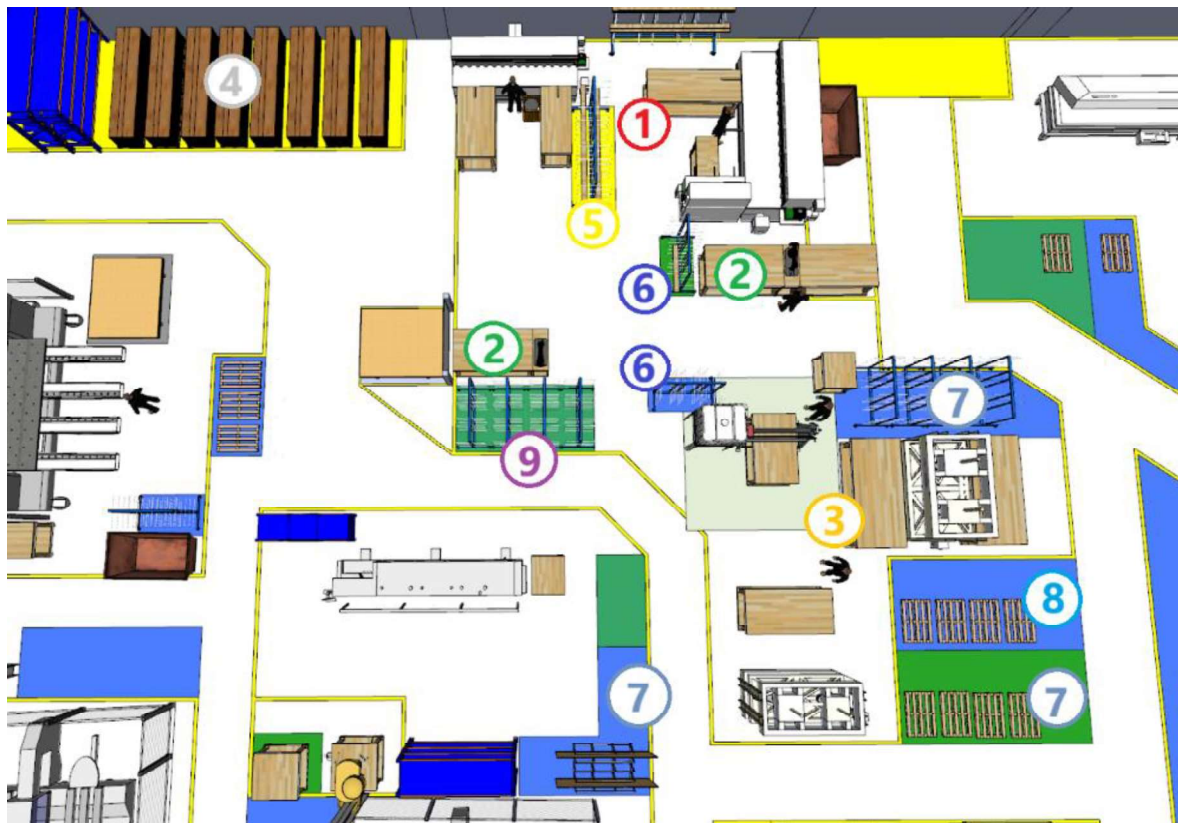


Figura 90 - Proposta de Layout da zona da Folha

O novo layout da área da folha foi desenhado para encurtar percursos, liberar área útil e estabilizar o fluxo entre corte (1), costura (2) e aplicação de folha (3), com apoio do armazém (4), do carrinho de folha (5) e das zonas de WIP (6 a 9). A solução introduz alterações físicas e regras de organização visual que simplificam a operação diária e reduzem desperdícios.

A remoção de uma guilhotina no corte (1) abriu espaço de manobra junto à frente de trabalho, permitindo a entrada e o posicionamento estratégico do carrinho de folha (5). A libertação desse espaço promoveu o fluxo de pessoas e mão de obra, permitindo o abastecimento em linha e a redução do percurso posto-armazém. Em paralelo, a máquina de costura (2) foi reposicionada junto ao WIP do corte (6) e ao WIP de costura (9), como redundância para avarias, assegurando a continuidade da produção. A máquina suplente tornou-se a máquina principal, devido à sua maior velocidade de costura, e permanece instalada no mesmo local. Os carrinhos de produto acabado de folha (6) e carrinhos de MDF (6) foram colocados de forma estratégica para eliminar deslocamentos desnecessários. O corredor que atravessava o posto foi eliminado, convertendo área de passagem em área produtiva contígua. Esta libertação suporta o estacionamento do carrinho de folha cortada junto à costura e a criação de uma frente de trabalho contínua até à aplicação de folha (3).

Foram implementadas marcações de piso e codificação cromática: azul para WIP (6 a 8) e verde para produto acabado (7 e 9), garantindo distinção imediata entre estados, seleção mais rápida do carrinho e redução de movimentos e buscas. No armazém de folha (4), as paletes foram organizadas seguindo os resultados da análise ABC por tipo de folha, encurtando o tempo de *picking* e estabilizando a reposição. Em coerência, retiraram-se lotes dispersos junto à seccionadora e da *wallrack*, concentrando a MP no seu ponto correto e desobstruindo acessos.

Na frente do armazém de folha foram removidas placas de MDF, libertando o congestionamento no acesso ao armazém. Próximo da máquina de cola, instalou-se um IBC dedicado, permitindo reabastecimento mais rápido e seguro, com menos interrupções do ciclo de folheamento. No corte, substituiu-se o lixo comum por contentores dimensionados para um turno, o que reduz a área ocupada pelo contentor grande.

Nas figuras 91 e 92, pode-se observar outras vistas do layout proposto.



Figura 91 - Vista 1 do layout da zona da folha



Figura 92 - Vista 2 do layout da zona da folha

## 4.2. Proposta de Melhoria no Setor da Marcenaria

Este capítulo mostra a proposta de melhoria para este setor. A análise da marcenaria evidenciou insuficiências de marcação, limpeza e organização. Desenvolveu-se um layout 3D com codificação cromática e marcações no piso, ajustado à proposta de alteração da zona de folha, para reduzir movimentações e reforçar o controlo do WIP.

### 4.2.1. Marcação de Zonas de WIP e Produto Acabado

Na primeira análise ao setor da marcenaria, conforme identificado no diagnóstico, verificaram-se problemas recorrentes relacionados com a ausência de marcações claras e a dificuldade de interpretação das existentes, a insuficiente limpeza dos postos de trabalho e corredores, bem como a desorganização das matérias-primas. Dando continuidade ao trabalho desenvolvido para a zona da folha, procedeu-se à modelação em 3D do layout da marcenaria, integrando propostas de melhoria orientadas para a organização e normalização do espaço produtivo.



Figura 93 - Vista 1 do setor da Marcenaria

Na figura 93 observa-se a delimitação das áreas adjacentes aos postos de CNC, orladora e calibradoras através de um sistema de codificação cromática, em que a cor azul identifica as zonas de WIP, o verde corresponde ao Produto Acabado e o amarelo assinala os espaços funcionais diversos, como portões, áreas de armazenamento e zonas de estacionamento de equipamentos de movimentação de cargas.



Figura 94 - Vista 2 do setor da Marcenaria

O mesmo acontece na zona dos marceneiros, como se pode observar na figura 94, onde são identificadas pela mesma legenda de cores as zonas de WIP e de produto acabado. A amarelo é uma zona para movimentação da bancada de apoio, pelo que deve estar sempre desocupada. Para além da uniformização visual, as marcações no piso orientam percursos, separam vias de circulação das áreas operacionais e definem pontos de estacionamento para carrinhos e contentores, o que reduz tempos de procura, evita cruzamentos e diminui movimentações desnecessárias. A distinção

entre WIP e Produto Acabado facilita o sequenciamento e o controlo de stocks em processo, estabilizando o abastecimento aos postos e diminuindo paragens. O modelo 3D permitiu ainda testar futuros cenários de realocação e dimensionamento de zonas, tornando o layout uma ferramenta ativa para a identificação contínua de oportunidades de melhoria e para a implementação faseada de novas soluções.

No apêndice F, pode-se a vista de cima da modelação 3D do layout da marcenaria, com todas as zonas de WIP, produto acabado e postos de trabalho marcados.

### **4.3. Proposta de Melhoria no Setor da Embalagem**

Neste capítulo procede-se ao desenvolvimento e implementação de propostas de melhoria que visam o aumento da eficiência operacional, melhorias dos postos de trabalho, standardização das operações e otimização do espaço disponível e do fluxo de produção. O plano de ação foi realizado com a colaboração do diretor do departamento do produto, com a equipa de consultoria e com a colaboração dos operadores e do encarregado do setor de embalagem. Os colaboradores foram uma peça fulcral na identificação das necessidades reais do processo e uma garantia para o sucesso das soluções adotadas.

#### **4.3.1. Bancada de Embalagem**

A análise dos postos de trabalho revelou ineficiências nos processos em todos os postos. A principal evidência comum aos três foi a ausência de organização e de método na gestão dos WIP à volta do operador, fundamentada pela falta de marcações no piso e pela acumulação de carrinhos e de produto junto aos postos.

O posto de embalagem apresentou, adicionalmente, um nível superior de desorganização no posto de trabalho. O primeiro passo da proposta de melhoria consistiu na reformulação integral da bancada dos embaladores e da área envolvente, apoiada nos princípios do 5S. No momento da intervenção existiam quatro bancadas no posto de embalagem, sendo que um dos quatro embaladores estava a apoiar o posto de montagem. Com essa bancada vaga, procedeu-se à desmontagem da estrutura existente, lixagem e aplicação dos processos de acabamento, reutilizando os componentes já existentes. O espaço em redor da bancada foi também limpo e preparado para proceder à montagem da mesma. De modo a realizar uma análise prática das necessidades reais do embalador, pediu-se a um dos operadores para utilizar a bancada vazia durante uns dias.





Figura 97 - Resultado da bancada de Embalagem

O operador passou a trabalhar nela durante um período de duas semanas. Após esse período, através de observação direta e de diálogo com o operador, verificou-se que a redução do painel compactou excessivamente a disposição das ferramentas e dos consumíveis, dificultando o seu acesso. Adicionalmente, a capacidade do suporte para rolos de fita-cola revelou-se insuficiente, exigindo mais do que uma reposição diária. Constatou-se também que a redução do tampo restante da mesa não seria viável, uma vez que o operador utiliza toda a sua extensão para apoiar ferramentas, material de embalagem e para a montagem das caixas de ferragens.

Perante estas evidências, concebeu-se um novo layout. O painel onde se colocam as ferramentas foi prolongado ao longo de toda a extensão do tampo, aumentando a capacidade de arrumação. Foi colocada também uma prateleira destinada ao armazenamento do material necessário às caixas de ferragens, stock de filme e rolos de fita-cola. Estas soluções visam prolongar os intervalos entre reposições e melhorar o acesso aos consumíveis. Na figura 98, é possível observar as alterações finais idealizadas num novo layout em SketchUp.

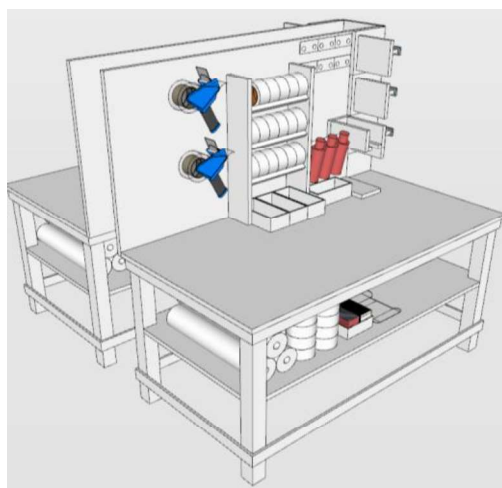


Figura 98 - Esboço final da bancada de Embalagem

As buchas, parafusos e este tipo de consumíveis foram organizados em caixas suspensas apoiadas num suporte concebido e fabricado em impressora 3D, que permite o encaixe e desencaixe rápido dos recipientes, assegurando uma reposição ágil. Desta forma, foi idealizado um sistema *Kanban* simples. Neste sistema, cada componente consumível dispõe de dois recipientes, um colocado na

bancada e outro cheio, estacionado num quadro de gestão localizado junto ao posto. Quando o stock da bancada se esgota, o operador procede à substituição imediata pela caixa cheia do quadro. O responsável pelo abastecimento repõe, por sua vez, a caixa vazia no quadro com uma unidade cheia. O mesmo é feito para os restantes consumíveis, mas com cartões identificativos, em vez de caixas. Este procedimento padronizado garante continuidade do trabalho e facilita a gestão visual dos consumíveis, evitando quebras no stock destes consumíveis.

### 4.3.2. Armazéns do Setor de Embalagem

Este capítulo conta com a reorganização da zona de armazéns através de medidas de organização, centralização e classificação dos componentes e matérias-primas. A proposta de alteração dos armazéns conta com a instalação de *racks*, marcação de zonas e a instalação de suportes e carrinhos de apoio ao transporte e armazenamento de todo o tipo de materiais, assegurando assim a redução de área ocupada, menos deslocações internas e maior eficiência no abastecimento aos postos.

#### a. Armazém de Estrados

Os estrados foram reorganizados segundo a sua rotatividade. No setor passou a manter-se apenas um exemplar de cada dimensão de estrado *standard*, enquanto o stock suplementar passou a ir diretamente para o armazém de produto acabado. Os estrados elevatórios, devido à baixa frequência de utilização, foram relocados para o mezanino, libertando um total de 16 m<sup>2</sup> de área útil no setor produtivo, mantendo assim simultaneamente a disponibilidade imediata dos modelos necessários à montagem das camas.

#### b. Armazém de material de embalamento/quadros

Com o objetivo de mitigar as limitações previamente identificadas no armazenamento do material de embalagem, foi concebida uma proposta de melhoria que consistiu na sua realocação para o armazém de ferragens, que se situa numa porta perto da bancada do encarregado, atualmente afeto ao armazenamento de ferragens e de material de montagem. Esta medida possibilita a concentração, num único espaço, de todos os recursos de apoio ao processo produtivo, garantindo a sua disposição de forma estruturada e ergonomicamente adequada.

Após a implementação desta mudança, os diferentes tipos de fitas adesivas, rolos de filme, etiquetas e demais materiais associados às atividades de embalagem passaram a estar devidamente identificados e facilmente acessíveis, favorecendo o controlo visual dos níveis de stock. A reorganização dos consumíveis neste espaço contribuiu igualmente para a libertação de área útil no ambiente produtivo, minimizando a desordem anteriormente observada nas proximidades das bancadas de trabalho, sem implicar um acréscimo na distância percorrida pelos operadores.

Esta iniciativa garante um suporte ao *Kanban* implementado no posto de Embalagem, permitindo que os colaboradores disponham de materiais permanentemente disponíveis, organizados de forma lógica e de rápido acesso, enquanto se promove uma utilização mais racional do espaço no setor.

Tendo em consideração que os quadros são fornecidos já embalados, foi negociado com o fornecedor que a etiqueta da marca fosse aplicada diretamente na origem. Desta forma, o produto deixou de necessitar de qualquer intervenção no setor de embalagem, passando a ser descarregado

e encaminhado diretamente para o armazém de exportação. Esta alteração eliminou, conseqüentemente, a necessidade de manter espaço reservado ao armazenamento de quadros na área produtiva.

A conjugação desta medida com a reorganização previamente efetuada no armazenamento dos materiais de embalagem possibilitou a libertação integral da zona localizada do lado direito da cabine de alto brilho, correspondendo a um total de 78 m<sup>2</sup> de área útil adicionalmente disponível.

#### c. Armazéns de Matérias-Primas e Componentes Externos

As propostas de melhoria aplicadas aos armazéns de matérias-primas e componentes externos foram delineadas segundo dois princípios estruturantes: a priorização da proximidade dos materiais relativamente aos postos de trabalho e a definição de um fluxo unidirecional para o produto intermédio ao longo do processo produtivo.

O primeiro princípio tem como finalidade reduzir deslocações desnecessárias, aumentar a eficiência e minimizar o esforço físico dos operadores, assegurando a disponibilidade imediata dos materiais no momento da sua utilização. Já o segundo princípio garante que o produto percorre as diferentes etapas produtivas de forma contínua, sem retrocessos nem cruzamentos de trajetórias, promovendo um fluxo ordenado, seguro e racional desde a saída da cabine de acabamentos até à fase de expedição.

Para isso, os componentes metálicos passaram a ser armazenados em *racks* específicos, posicionados junto à cabine de acabamentos, no espaço libertado pelo material de embalagem e pelos quadros. Paralelamente, os espelhos e vidros foram reposicionados em frente à mesma área, utilizando-se para tal os suportes já existentes. A concentração dos materiais junto aos montadores contribuiu para uma maior agilidade no processo de abastecimento, reduzindo tempos de deslocação e promovendo uma maior sincronização com as necessidades de produção.

Relativamente aos mármore e cerâmicas, optou-se por colocá-los junto ao cais de descarga. Esta decisão fundamenta-se na sua reduzida rotatividade e na dificuldade no seu manuseamento. Apesar de implicar uma distância superior relativamente aos postos de trabalho, esta medida facilita substancialmente o processo de receção e armazenamento imediato das peças, assegurando maior fluidez na descarga e permitindo um aproveitamento mais eficiente do espaço disponível no setor.

### **4.3.3. Produto Embalado**

De modo a libertar o espaço ocupado pelo produto embalado, foi implementada uma nova política logística que permite o encaminhamento individualizado dos produtos pertencentes a uma mesma encomenda para o armazém de expedição, sem a necessidade de aguardar pela conclusão do acondicionamento de todos os seus componentes. Esta alteração operacional reduziu a acumulação de produtos embalados perto dos postos de trabalho, promovendo uma cultura de organização e a disponibilização de espaço útil em volta dos postos de trabalho.

Com o propósito de garantir a disponibilidade permanente de área para a libertação do produto embalado, propôs-se a criação de uma zona de armazenamento intermédia junto ao monta-cargas, destinada ao acolhimento temporário dos artigos embalados que aguardam a descida para o armazém de expedição. Esta solução funciona como um buffer operativo que assegura a segregação entre atividades de embalagem e movimentos de descarga, otimizando a gestão do espaço e reduzindo interferências entre fluxos logísticos adjacentes.

#### **4.3.4. Caixas de Exportação**

A prática de montagem antecipada de caixas foi substituída por um sistema *just-in-time*. As placas de OSB são cortadas na própria esquadrejadora e posteriormente transportadas até ao posto de embalagem. A proposta de melhoria sugere a implementação de uma zona de armazenagem vertical. Esta solução de armazenagem vertical permite a seleção da placa adequada para a montagem da caixa de forma direta e com manuseamento mínimo, evitando a necessidade de reorganização de paletes.

A adoção deste modelo visa reduzir de forma significativa a ocupação deste posto, com atualmente dois blocos de 43 m<sup>2</sup> para apenas um. Esta alteração procura também melhorar a organização do setor, tal como a ergonomia no seu processo, reduzindo o esforço físico exigido ao operador durante a seleção de materiais.

#### **4.3.5. Proposta de Alteração do Layout do Setor de Embalagem**

A alteração do layout do setor de Embalagem foi conduzida com base nas intervenções anteriormente desenvolvidas, cujos resultados serviram de suporte à nova disposição espacial. O novo arranjo operacional foi estruturado para garantir um fluxo unidirecional do produto intermédio desde o momento em que este sai da cabine de acabamentos até à sua expedição, bem como para garantir a proximidade dos materiais aos postos de trabalho, mediante a realocação de áreas de armazenamento e a criação de pontos de abastecimento adjacentes às bancadas.

A secção de controlo de qualidade foi integrada imediatamente à saída da cabine de acabamentos, com um “supermercado” de carrinhos a verificar, com a cor azul, áreas fisicamente delimitadas para as bancadas, produtos verificados a verde e produtos não conformes a vermelho. Materiais de baixa rotatividade, designadamente mármore e cerâmicas, foram deslocados para a zona junto ao cais de descarga, preservando o espaço produtivo para itens de elevada rotatividade. Foi realizada também a alteração da localização dos metais, espelhos e vidros, como foi mencionada no capítulo 4.3.2, de modo a garantir o máximo de proximidade possível com o posto de montagem. Estas alterações podem-se verificar na figura 99.

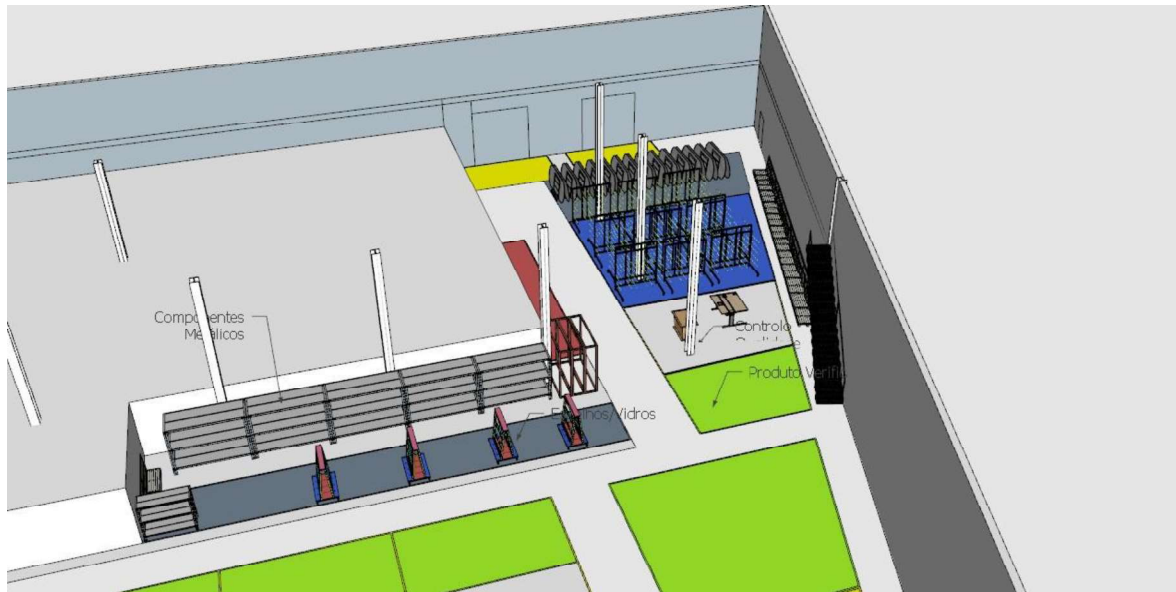


Figura 99 - Layout do setor de Embalagem - Armazém e Posto de Controle de Qualidade

Procedeu-se à distribuição física das áreas com uma separação clara entre montagem e embalagem, assegurando corredores contínuos e eliminando cruzamentos entre fluxos. Em ambos os postos, definiu-se uma codificação visual e marcação de piso que delimitam, em cada um deles, duas áreas funcionais distintas (produto em curso a azul e produto montado/embalado a verde), promovendo rastreabilidade e controlo visual do estado do produto (figura 100). A zona em branco, no meio desses dois postos, serve de buffer, mas colocar os produtos que aguardam componentes externos, garantindo assim a disponibilidade do posto de montagem em que isto acontece. Para o transporte entre postos, substituiu-se o uso de paletes e porta-paletes por carrinhos feitos com placas de MDF estofadas e a aplicação de rodas dimensionadas para circulação entre montadores e embaladores, com evidentes ganhos em ergonomia, rapidez e segurança de manuseamento.

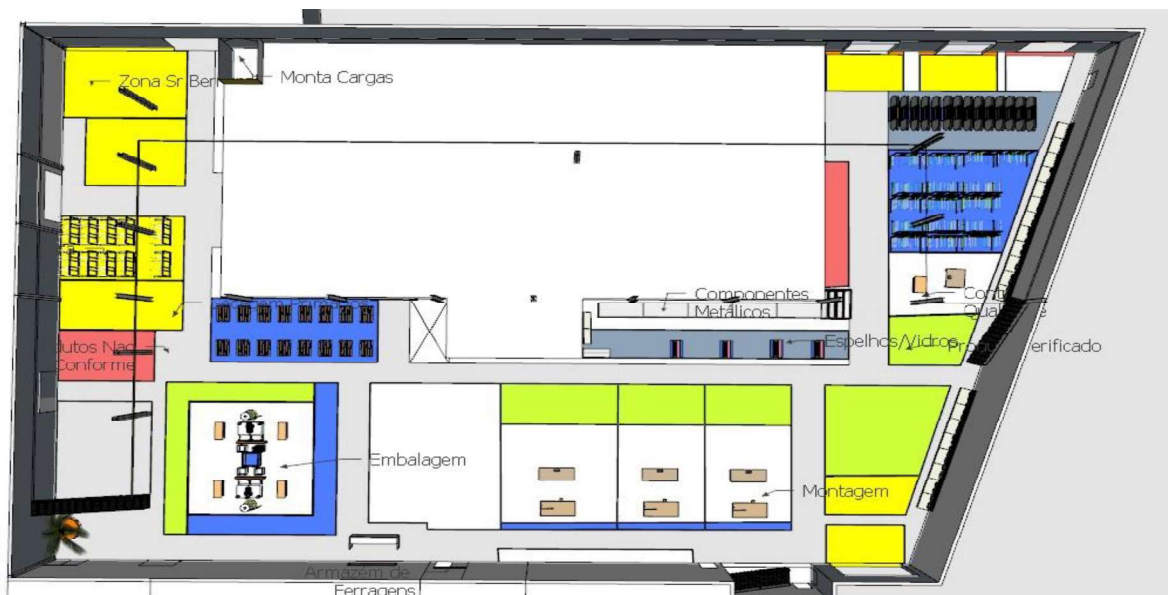


Figura 100 - Layout do setor de Embalagem - Vista de Cima

Para o transporte entre postos, substituiu-se o uso de paletes e porta-paletes por carrinhos com rodas dimensionados para circulação entre montadores e embaladores, com evidentes ganhos em ergonomia, rapidez e segurança de manuseamento. Além disso, ao eliminar a necessidade de equipamentos mais pesados, aumentou-se a fluidez do fluxo interno e libertou-se espaço de circulação, reforçando a lógica de um processo produtivo contínuo e desimpedido.

Antes da implementação do novo layout, encontrava-se estabelecida uma política que obrigava à permanência de todos os componentes de uma encomenda na área produtiva até que a totalidade estivesse concluída e embalada. Esta prática gerava diversos constrangimentos: acumulação de materiais em espera, ocupação desnecessária de espaço útil, maior risco de danos decorrente da manipulação repetida e dificuldades acrescidas na gestão visual e logística do setor. Como resultado, o ambiente de trabalho apresentava-se congestionado, desorganizado e pouco eficiente.

A proposta de melhoria consistiu também na revisão desta regra, permitindo que os produtos finalizados fossem encaminhados individualmente para o armazém de produto acabado, onde seriam posteriormente reunidos e preparados para o envio. Esta alteração possibilitou a libertação imediata de espaço produtivo, a redução de congestionamentos e uma maior fluidez no fluxo logístico e, ao mesmo tempo, aumentou a segurança no manuseamento de cargas e promoveu uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.

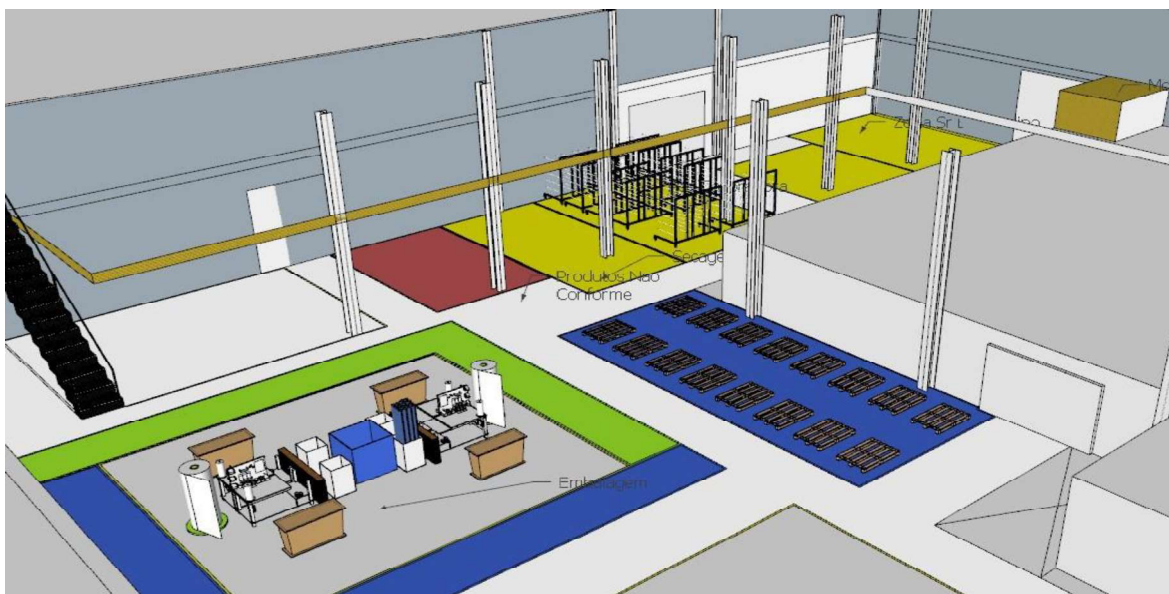


Figura 101 - Layout do setor de Embalagem - Embalagem e WIP de acabamentos

Ao lado do posto de embalagem, está a zona de caixas de exportação, que, ao seguir o modelo de produção *just-in-time*, poderá diminuir a sua área de ocupação, permitindo a criação de uma zona de produtos não conforme, de cor vermelha, onde os produtos cujos componentes estão danificados ou apresentem defeitos esperam pela decisão de como resolver a situação do artigo, tal como se pode observar na figura 101.

As restantes áreas em volta da cabine de pintura estão disponíveis para o produto que aguarda a entrada na cabine, para buffers intermédios ao processo de pintura e para isolamento luminoso de certos artigos subcontratados de padrão folheado.

## 4.4. Análise e Discussão de Resultados da Folha

A implementação do plano original foi adiada para evitar a execução simultânea de múltiplas mudanças no chão de fábrica. Por decisão conjunta da consultora e da direção, o esforço foi redirecionado para o projeto de alteração do layout da Embalagem, garantindo o foco dos recursos nesse setor.

Não obstante o adiamento, implementaram-se medidas piloto que permitiram validar as propostas de melhoria, ainda que com adaptações decorrentes das condicionantes de espaço e recursos disponíveis.

### 4.4.1. Corte de Folha

#### a. Proposta de Cenário Ajustado

A proposta deste cenário consistiu na conversão de um carrinho existente, anteriormente utilizado para armazenar sobras ou lotes não conformes de folha, num carrinho dedicado ao abastecimento do posto de corte de folha.

Devido à sobrecarga de recursos, principalmente do encarregado da marcenaria, a operação de preparar o carrinho foi convertida em interna, onde os operadores reúnem para distribuir trabalho, estudam os artigos e abastecem o carrinho com lotes suficientes para o turno, com uma duração média de 28 minutos. As deslocações médias durante o reabastecimento foram cronometradas em  $\approx 42$  segundos, aproximadamente 150% do valor normal de deslocação ao armazém. Isso deve-se a que, sem a alteração do layout, as placas de MDF continuam a dificultar a passagem para o armazém. Adicionalmente, a localização do carrinho implica um acréscimo em média de 20 segundos por setup para a ida do operador ao carrinho. Na tabela 18 é possível comparar os parâmetros entre os cenários.

Corte Folha		
Parâmetros	Cenário Atual	Cenário Ajustado
Tempo turno (min)	510	510
Tempo abertura (min)	480	480
Tempo funcionamento (min)	285,8	370,5
Disponibilidade (%)	60%	77%
Taxa Produção (artigos/hora)	1,713	2,220
Qualidade	100,0%	100,0%
Velocidade	60,79%	78,80%
OEE	36,20%	60,82%
Tempo Ciclo (min/artigo)	35,04	27,03
Tempo Total Setups (min)	182,5	103,0
Tempo Setup (min)	13,3	7,5
Tempo Setup/ Tempo Funcionamento (min)	64%	28%
CGF+MOD (euros/min)	€ 0,30	€ 0,30
Custo Total Setups	€ 54,74	€ 30,90
Custo Setup/ Hora	€ 6,84	€ 3,86
Custo por Setup	€ 4,00	€ 2,26

Tabela 18 - Parâmetros do cenário de Ajuste do Corte de Folha

A introdução das medidas piloto no corte de folha resultou em ganhos expressivos no desempenho do posto. A disponibilidade aumentou de 60% para 77%, refletindo-se na evolução do tempo efetivo de funcionamento de 289,1 para 370,5 minutos por turno. O tempo de ciclo médio reduziu-se de 35,04 para 27,09 minutos por artigo, assegurando uma taxa de produção de 2,22 artigos/hora face aos 1,71 artigos/hora anteriores. Esta melhoria garante que, apesar de ser com uma margem curta, o processo acompanha a procura, mantendo-se abaixo do *Takt Time* de referência. Em termos de performance, a velocidade efetiva subiu de 60,79% para 78,80%, e o OEE cresceu de 36,62% para 60,82%, evidenciando uma operação mais estável e consistente. A redução de tempos de *setup* foi determinante: de 182,5 para 103,0 minutos por turno, com a duração média por preparação a cair de 13,3 para 7,5 minutos. Assim, os *setups*, que anteriormente consumiam 38% do tempo de abertura, representam agora 21,5%, libertando maior capacidade para operações de valor acrescentado. Do ponto de vista económico, o impacto é igualmente positivo: o custo total de *setups* desceu de 54,74 € para 30,90 € por turno, e o custo por artigo caiu de 4,00 € para 2,26 €, reforçando de forma significativa a competitividade do processo de corte.

	Cenário Atual	Cenário Ajustado
Disponibilidade (%)	60%	77%
Tempo Total Setups (min)	182,5	103,0
Custo Total Setups	54,74	30,90
Investimento	-	-
Retorno Anual	-	€ 5 244,90

Tabela 19 - Resumo dos Parâmetros do Corte de Folha

Os resultados da tabela 19 confirmam a viabilidade económica da solução que, sem investimento inicial, a poupança recorrente nos setups suporta um retorno anual estimado de €5.244,90, enquanto se aumenta a capacidade disponível.

#### b. Implementação do cenário provisório

A implementação deste cenário iniciou-se com a libertação de um dos carrinhos que armazenava lotes destinados a interiores de gavetas ou zonas de menor visibilidade. Não sendo possível alterar o layout, optou-se por reutilizar esse carrinho para desocupar uma posição estratégica junto ao posto, reduzindo deslocações ao armazém de folha e, conseqüentemente, desperdícios de movimento. A figura 102 identifica o carrinho selecionado.



Figura 102 - Carrinho de folha temporário

Em seguida, procedeu-se à remoção da bancada de apoio localizada à direita da guilhotina inutilizada, ampliando a saída sul do posto. Esta alteração assegura um fluxo contínuo e seguro, permitindo a circulação desimpedida do carrinho de folha. Por fim, realizou-se formação aos operadores para o abastecimento padronizado do carrinho, organizando as tarefas com foco na eliminação de desperdícios.

As rotinas definidas foram:

- Reunião inicial de turno: distribuição dos artigos por máquina (priorizando dimensões maiores na guilhotina de maior capacidade); priorização de artigos da mesma encomenda (melhores lotes e verificação de quantidade disponível); organização dos restantes por tipo de folha; identificação prévia da orientação do veio e da dimensão ideal para cada artigo.
- Preparação do carrinho: os operadores, em conjunto, conduzem o carrinho ao armazém; retiram, de uma só vez, todos os lotes necessários de um tipo de folha; repõem de imediato o que não for necessário; repetem o ciclo até perfazer a necessidade do turno; regressam ao posto e dispõem as folhas no carrinho conforme o esquema definido. Caso sobrem lotes, estes são aproveitados para o primeiro artigo compatível do turno seguinte.

#### 4.4.2. Costura de Folha

Na proposta de melhoria para o setor de costura de folha, identificou-se que os principais problemas estavam relacionados com o tempo despendido na procura de WIP e nas deslocações desnecessárias. Para mitigar estas limitações, foi sugerida a implementação de um sistema de cores

associado aos processos. Embora a proposta inicial não tenha sido aprovada, optou-se por introduzir uma solução alternativa de caráter experimental.

Foram colocados post-its de diferentes cores junto aos postos de corte, acompanhados de um quadro de gestão visual com a respetiva codificação. Os operadores desse setor passaram a ser responsáveis por, no momento de identificação das folhas, assinalar cada lote com o post-it da cor correspondente ao tipo de folha.

Na figura 103 é possível observar a situação atual do processo de gestão visual aplicado ao carrinho de folha cortada.



*Figura 103 - Sistema de Gestão Visual temporário*

#### **4.4.3. Discussão de Resultados da Zona da Folha**

De modo a calcular a validade das propostas de melhoria implementadas, entre a primeira semana de abril e a segunda semana de junho, foram recolhidos os processos de todos os artigos produzidos, juntamente com o tempo de abertura do turno, o que permitiu avaliar a evolução do desempenho dos postos de corte, costura e aplicação de folha. A tabela 20 mostra os resultados obtidos durante essas onze semanas.

2 OPERADORES												
Procura	Corte de Folha	Abril				Maio				Junho		
7190	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dias	Artigos	156	162	158	160	168	165	164	167	168	170	166
220	Tciclo	15,38462	14,81481	15,18987	15	14,28571	14,54545	14,63415	14,37126	14,28571	14,11765	14,45783
	Takt Time	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707	14,68707
	Procura Acumulada	8	10	16	20	16	15	15	12	8	2	0

1 OPERADOR												
Procura	Costura Folha	Abril				Maio				Junho		
7190	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dias	Artigos	156	162	158	160	168	165	164	167	168	170	166
220	Tciclo	7,692308	7,037037	7,025316	7,125	6,607143	6,545455	6,402439	6,107784	6,25	6,352941	6,506024
	Takt Time	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533
	Tempo Abertura Turno	4	3,8	3,7	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,5	3,6	3,6

1 PAR OPERADORES												
Procura	Aplicação de Folha	Abril				Maio				Junho		
7190	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dias	Artigos	156	162	158	160	168	165	164	167	168	170	166
220	Tciclo	7,692308	7,777778	7,974684	7,6875	7,142857	7,090909	7,317073	7,185629	7,321429	7,411765	7,228916
	Takt Time	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533	7,343533
	Tempo Abertura Turno	4	4,2	4,2	4,1	4	3,9	4	4	4,1	4,2	4

Tabela 20 - Resultados operacionais na zona da folha

No corte de folha, identificado como o principal *bottleneck* do processo, foi introduzida a coluna “procura acumulada” para avaliar a capacidade de resposta à procura global. Os resultados mostram que, ao longo das onze semanas, a procura acumulada foi progressivamente reduzida até ser eliminada, garantindo que esta operação conseguiu acompanhar o ritmo necessário. O *Takt Time* de 14,687 minutos foi cumprido de forma consistente, aproximando-se do valor previsto de 13,516 minutos por ciclo, o que evidencia uma evolução positiva e assegura a fluidez das operações seguintes.

Na costura de folha observou-se uma redução gradual do tempo de ciclo, que passou de valores próximos dos 7,7 minutos para cerca de 6,1 minutos. Em paralelo, verificou-se também uma diminuição do tempo de abertura do turno, sendo que nas últimas semanas o operador conseguiu responder ao trabalho em menos de quatro horas, atingindo valores próximos das 3,4 a 3,5 horas. Esta folga libertada traduz-se numa capacidade adicional que pode ser utilizada em apoio a outros postos da fábrica, aumentando a flexibilidade global. A consistência desta evolução confirma o impacto direto das melhorias implementadas na eficiência do posto.

No caso da aplicação de folha, os tempos de ciclo mantiveram-se relativamente estáveis, variando entre 7,4 e 7,6 minutos, valores muito próximos do *Takt Time* definido de 7,34 minutos. Para conseguir acompanhar a procura, em algumas semanas foi necessário prolongar o funcionamento do posto para além das quatro horas de abertura planeadas, ainda que apenas de forma residual, o que demonstra que este processo é mais sensível a variações de procura.

Os resultados operacionais na zona da folha, representados na tabela 20, permitem concluir que existe uma proximidade significativa entre os tempos de ciclo reais e os previstos em todos os postos. No corte de folha, a eficiência passou de 88% na primeira semana para 93% na última. Já a costura evoluiu de 79% para 91%. E na aplicação de folha, manteve-se elevada, variando entre 90% e 95%. Estes valores assumem especial relevância considerando que os cenários foram adaptados sem alterações estruturais no layout, o que demonstra que ganhos expressivos podem ser obtidos apenas através da normalização de métodos, da reorganização do trabalho e de uma gestão mais eficaz do tempo.

A implementação de práticas 5S revelou-se fundamental para garantir a consistência das operações, reduzindo desperdícios de procura e movimentação, estabilizando os tempos de ciclo e sustentando os ganhos alcançados. A standardização dos métodos permitiu ainda assegurar a manutenção do nível de eficiência, evitando retrocessos e criando uma base sólida para novas melhorias.

Da análise global, destacam-se ainda algumas conclusões adicionais. O posto de costura passou a dispor de uma folga de tempo que aumenta a flexibilidade do sistema, permitindo ao operador apoiar outras áreas quando necessário. O corte, ao eliminar a procura acumulada, estabilizou o fluxo e assegurou o cumprimento da procura total. As melhorias implementadas, ainda que sem grandes investimentos em layout ou equipamento, demonstraram resultados consistentes, confirmando o potencial de intervenções simples e de baixo custo. Apesar destes avanços, o posto de aplicação continua a revelar momentos de pressão acima do tempo de abertura previsto, pelo que este aspeto deverá ser monitorizado em trabalhos futuros, podendo justificar soluções adicionais de reforço.

#### **4.5. Análise e Discussão de Resultados no Setor da Marcenaria**

No setor da marcenaria, foram implementadas as marcações de zonas de WIP, produto acabado e bancadas.

##### **4.5.1. Implementação das Marcações**

A implementação das marcações no setor foi realizada de forma concentrada, no decurso de um único dia, aproveitando a paragem da fábrica durante a hora de almoço, com a duração de cerca de uma hora e meia. Esta opção permitiu executar os trabalhos sem interferir com o funcionamento normal da produção. O processo foi conduzido com base no layout previamente modelado em 3D, garantindo que as marcações correspondiam com precisão às áreas definidas em estudo.

Para a execução, recorreu-se a fitas adesivas de elevada resistência nas cores verde, azul e amarela, de acordo com a codificação visual estabelecida para distinguir Produto Acabado, WIP e zonas funcionais. Foi utilizada fita métrica para assegurar o correto posicionamento, bem como etiquetas identificadoras para clarificar cada espaço delimitado. O trabalho foi realizado com o apoio de um colaborador da equipa de desenvolvimento do produto, que auxiliou na aplicação das marcações.

Na figura 104, pode-se observar um exemplo de como foram identificadas as zonas.

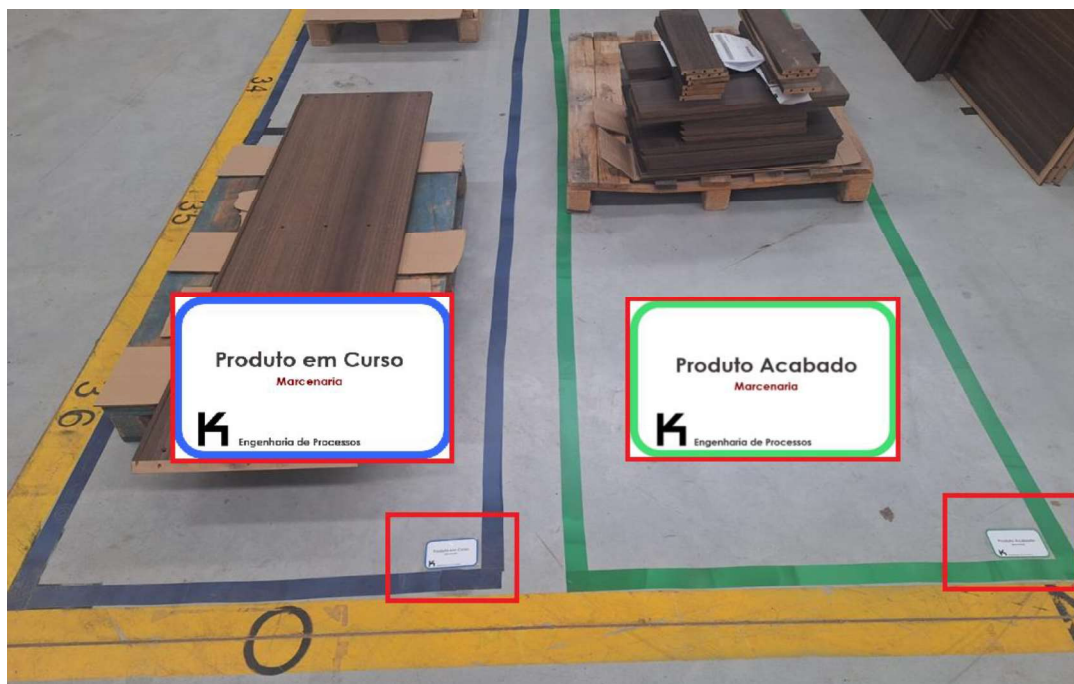


Figura 104 - Exemplo de etiquetas identificadoras de zonas

Nas figuras 105, 106 e 107 apresentam-se alguns exemplos dos postos de trabalho após a implementação das marcações, onde é possível observar a delimitação das áreas de WIP, Produto Acabado e zonas funcionais.



Figura 105 - WIP Calibradora



Figura 106 - WIP CNC

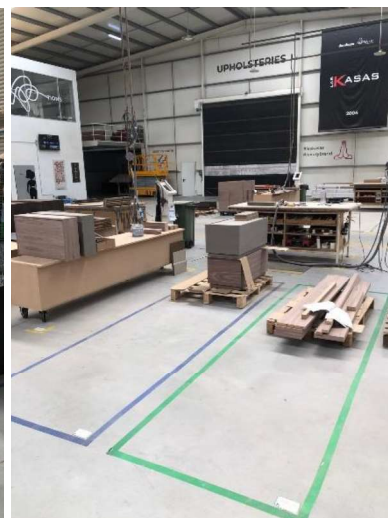


Figura 107 - WIP Marceneiro

O mesmo procedimento foi aplicado de forma sistemática em todos os postos da fábrica, assegurando a uniformização visual em todo o setor. Esta uniformização facilita a interpretação imediata do espaço, melhora a orientação dos operadores e reduz o tempo de procura por materiais e componentes. A figura 108 mostra várias zonas de WIP marcadas.



Figura 108 - Exemplos de zonas marcadas

A padronização das marcações criou uma base sólida para auditorias internas, favorecendo a disciplina operacional e constituindo um suporte direto para a aplicação das práticas 5S e de melhoria contínua.

#### 4.5.2. Manutenção das Marcações

Decorridas duas semanas após a implementação das marcações no setor da folha, foi possível observar alguns constrangimentos nas marcações. Em primeiro lugar, verificou-se que o excesso de movimentação de carrinhos, porta-paletes e empilhadores acaba por desgastar as fitas aplicadas no chão em zonas de maior tráfego. A qualidade da fita utilizada revelou-se insuficiente para suportar a intensidade das operações, conduzindo ao descolamento prematuro em algumas áreas críticas. A figura 109 mostra alguns exemplos da ocorrência desses acontecimentos.

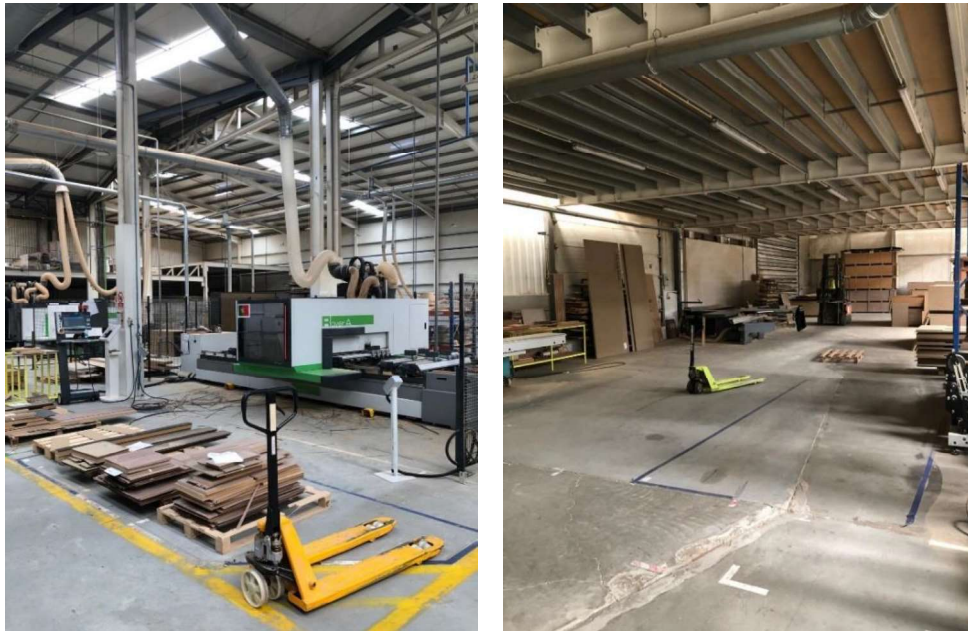


Figura 109 – Desgaste de fita em zonas de WIP

Adicionalmente, foram identificados problemas com a fixação das etiquetas de identificação das zonas, uma vez que estas tinham sido aplicadas com recurso a cola de dupla face. Em consequência, grande parte das etiquetas descolou ou ficou danificada, dificultando a leitura e comprometendo a clareza da gestão visual. Nas figuras 110 e 111, pode-se observar alguns desses casos.



Figura 110 - Danos e sujidade acumulados

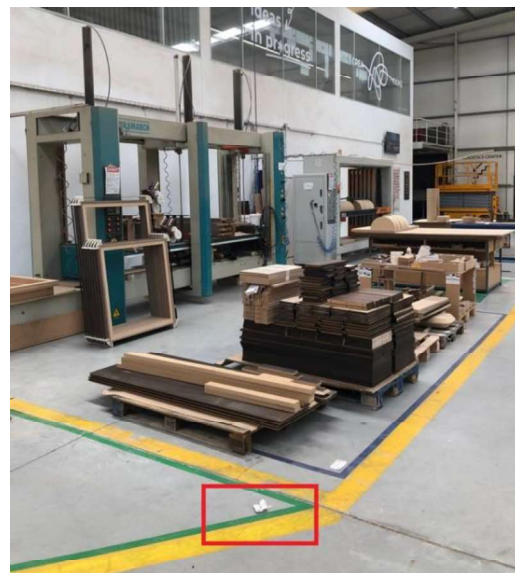


Figura 111 - Etiqueta danificada

Para mitigar estes problemas, propõe-se a utilização de uma máquina etiquetadora, que permite a aplicação das etiquetas de forma mais lisa e uniforme, garantindo melhor aderência e durabilidade. Esta solução evita também que o transporte de cargas ou o contacto dos operadores danifiquem as etiquetas, assegurando a legibilidade ao longo do tempo.

### 4.5.3. Auditoria 5S no Setor da Marcenaria

A auditoria 5S ao setor da marcenaria, referente ao mês de junho, evidencia um desempenho global de 13,19/20, traduzindo uma avaliação intermédia com margem de progressão. Observou-se, contudo, um efeito positivo no fluxo interno de materiais: a delimitação de áreas de WIP e Produto Acabado e a clarificação dos percursos reduziram cruzamentos entre porta-paletes e carrinhos, diminuíram tempos de procura e facilitaram a arrumação imediata após cada operação. O *dashboard* com estes resultados pode ser consultado no apêndice G.

- O *Seiri* (Seleção) obteve uma pontuação de 2,71/4, refletindo avanços na eliminação de materiais desnecessários e na simplificação dos postos de trabalho. As melhorias introduzidas, como a criação de zonas específicas para WIP e Produto Acabado, contribuíram para libertar espaço e reduzir a acumulação de materiais sem utilização imediata. Ainda assim, a avaliação demonstra que persistem oportunidades de melhoria, uma vez que em alguns postos foram observadas placas e componentes fora das áreas designadas. A manutenção desta prática dependerá da continuidade das auditorias e da disciplina dos operadores em respeitar os limites definidos.
- O *Seiton* (Organização) apresentou o valor mais baixo da auditoria (2,38/4), evidenciando fragilidades na arrumação e padronização dos materiais. A movimentação frequente de porta-paletes e carrinhos contribuiu também para o desgaste prematuro das marcações. Este resultado indica que a proposta de melhoria carece de reforço técnico, nomeadamente o uso de fitas de maior resistência e a aplicação de etiquetas com recurso a máquina etiquetadora, e de uma supervisão mais rigorosa para garantir a consistência.
- O *Seiso* (Limpeza) atingiu uma pontuação de 2,67/4. Regista-se evolução face a auditorias anteriores e maior regularidade nas rotinas, o que melhora a segurança e mantém as vias desimpedidas. A implementação do robô de limpeza tem sido o principal contributo para corredores limpos. Persistem, contudo, falhas pontuais (poeiras e restos de folha) que reduzem a visibilidade das marcações e a eficiência das movimentações. Para consolidar a prática, é necessário garantir o uso correto dos contentores e a limpeza sistemática do piso.
- O *Seiketsu* (Conservação) obteve a melhor pontuação entre os cinco pilares, com 2,81/4. Este resultado confirma que a normalização das práticas já começou a ser assimilada, nomeadamente através da aplicação de cores e regras claras de utilização dos espaços. Ainda assim, a evolução estabilizou num patamar intermédio, sugerindo que os operadores cumprem parcialmente as normas, mas não de forma contínua. A introdução de auditorias periódicas 5S será fundamental para reforçar a manutenção, corrigir desvios e consolidar a consistência do setor a médio prazo.
- O *Shitsuke* (Autodisciplina) atingiu 2,62/4, revelando que, apesar de os operadores reconhecerem a importância das práticas 5S, ainda não existe uma cultura enraizada de disciplina e melhoria contínua. Um exemplo da falta de autodisciplina é o desgaste das marcações, em que parte dos operadores ignoraram o facto de a etiqueta ter descolado, e apenas uma pequena parte pediu a manutenção da identificação do posto. Este resultado evidencia a necessidade de investir na formação e no acompanhamento próximo das equipas, para que as práticas 5S deixem de depender de iniciativas pontuais e passem a integrar-se de forma natural no dia a dia da produção.

A análise gráfica ao longo das semanas do mês mostra uma evolução relativamente estável, com pequenas variações positivas, mas sem incrementos expressivos. Tal comportamento sugere que, após a implementação inicial das propostas de melhoria, o setor estabilizou num patamar intermédio de desempenho, carecendo agora de medidas adicionais para consolidar e sustentar os resultados.

#### **4.5.4. Discussão de Resultados do Setor da Marcenaria**

Face à proposta de melhoria previamente implementada, nomeadamente a introdução de marcações no piso, a codificação cromática de áreas de WIP e Produto Acabado e a reorganização de espaços de armazenamento, verifica-se que o impacto inicial foi positivo, sobretudo na seleção e conservação. Contudo, a auditoria demonstra que a eficácia destas medidas depende fortemente da manutenção e da disciplina operacional, sendo aqui que se identificam as principais lacunas.

Neste contexto, recomenda-se a consolidação do sistema através da introdução de auditorias 5S regulares, que permitam monitorizar o estado das marcações, a qualidade das etiquetas e o cumprimento das regras de organização, corrigindo desvios de forma sistemática. Para além disso, a utilização de recursos mais adequados, como uma máquina etiquetadora para aplicação das etiquetas e fitas de maior resistência para as marcações, deverá assegurar maior durabilidade e consistência do sistema. Por fim, é essencial investir na formação e sensibilização dos operadores, de modo a reforçar a autodisciplina e a garantir que as práticas 5S se consolidem como parte integrante da rotina de trabalho.

#### **4.6. Análise e Discussão de Resultados no Setor de Embalagem**

Neste capítulo vão ser abordados os resultados na implementação das ações de melhoria propostas no capítulo 4.3.

##### **4.6.1. Melhoria e Standardização das Bancadas do Posto de Embalagem**

A intervenção de melhoria e normalização das bancadas do posto de embalagem resultou em ganhos operacionais e organizacionais claramente evidenciados. A bancada inutilizada foi então desmontada, pintada e montada de acordo com a proposta de melhoria no capítulo 4.3.1. Nesta bancada foram identificadas as localizações fixas para ferramentas, consumíveis e componentes, garantindo rotinas de reposição estáveis. A disposição lógica dos materiais em função do fluxo de trabalho reduziu o tempo de procura e os movimentos desnecessários, traduzindo-se numa diminuição direta do tempo sem valor acrescentado por ciclo de embalagem. O processo de embalagem foi também simplificado ao reduzir o número de etiquetas aplicadas ao produto embalado. Na figura 112 pode-se ver o resultado da bancada *standard*.



*Figura 112 - Bancada standard do Posto de Embalagem,*

As alterações incorporaram princípios ergonômicos relativos à altura das bancadas, ao alcance e à acessibilidade das ferramentas, o que reduziu esforços repetitivos, melhorou o conforto do operador e diminuiu a probabilidade de posturas forçadas que comprometem a consistência do desempenho. A adoção de gestão visual através de etiquetas, zonas demarcadas e quadros de controlo tornou o estado do posto imediatamente perceptível, acelerando decisões de reposição e facilitando a deteção de desvios face ao padrão sem necessidade de instruções verbais contínuas.

A standardização das bancadas incluiu o registo detalhado de todos os componentes que as compõem, com as respetivas medidas e especificações técnicas, o que simplificou a replicação das bancadas e tornou esse processo independente para os próprios operadores. Este registo permite replicar as bancadas de forma sistemática e, caso no futuro alguma bancada sofra danos irreversíveis, possibilita a reconstrução integral da estrutura de suporte das ferramentas a partir das especificações documentadas.



*Figura 113 - Replicação da bancada de embalagem*

A intervenção de normalização e melhoria das bancadas do posto de embalagem organizou e padronizou o espaço de trabalho, identificou detalhadamente todos os componentes das bancadas e implementou práticas de gestão visual, resultando em ganhos claros e mensuráveis de eficiência, continuidade produtiva e ergonomia. A documentação técnica torna a replicação das bancadas independente de conhecimento tácito e permite a reconstrução integral em caso de danos irreversíveis. Em resumo, o projeto reduziu tempos de procura e movimentos desnecessários, diminuiu interrupções por falta de materiais, melhorou a ergonomia no posto, constituindo uma base sólida para replicação e monitorização contínua.

#### **4.6.2. Implementação do Novo Layout**

Com o objetivo de garantir uma transição segura e eficiente para o novo layout, foi elaborado um plano de ações para implementação das melhorias no setor de embalagem. A intervenção visa reorganizar áreas críticas, otimizar o fluxo de materiais e pessoas e melhorar a ergonomia das estações de trabalho, minimizando ao mesmo tempo impactos na operação.

As ações principais compreendem a limpeza e desobstrução das áreas, etiquetagem de componentes, a realocação de *racks*, suportes, postos de trabalho e novas marcações no piso. A ação seguiu os critérios de segurança necessários, sendo esta validada pelo responsável pelo departamento de higiene e segurança no trabalho.

A implementação do novo layout do Setor de Embalagem foi dividida em duas etapas, distribuídas ao longo de dois dias, seguindo a sequência das atividades já definidas. Primeiro, o armazém de ferragens foi organizado para conseguir alocar o material de embalagem. De seguida, procedeu-se ao arrumo desses materiais e reencaminhou-se os quadros existentes para o armazém de produto acabado, permitindo a limpeza e organização dessa zona.

Ainda no primeiro dia, realizou-se a limpeza da área junto à cabine de acabamentos. Todos os metais que estão nos *racks* foram removidos, triados e armazenados temporariamente em local seguro para evitar perda ou danos. Em seguida, os *racks* de metais e os suportes de espelhos foram deslocados para as suas novas posições, previamente marcadas, como se pode observar na figura 114.



*Figura 114 - Nova localização de Vidros, Espelhos e Metais*

Durante essa realocação, foram usados carrinhos e porta-paletes, de modo a garantir segurança e ergonomia nesta operação. Ainda no primeiro dia, fez-se a limpeza na área dos carrinhos de pré-verificação, com a retirada de resíduos e equipamentos que obstruam o fluxo, seguida da marcação de todas as áreas desta zona. Após esse passo, procedeu-se a realocar os suportes e as respectivas pedras e mármore, seguida do próprio posto de verificação para a posição definida no novo layout, assegurando que acessos, dimensões e distâncias de trabalho atendam às normas internas e permitam o giro e movimentação dos carrinhos. Nas figuras 115, 116 e 117, observam-se respectivamente, os novos locais das pedras, mármore, a zona de produtos NOK e o posto de controle de qualidade.



*Figura 115 - Armazém de Mármore e Cerâmicas*



*Figura 116 - Marcação de diferentes áreas*



*Figura 117 - Nova localização do posto de Controle de Qualidade da pintura*



*Figura 121 - Nova disposição do posto de Montagem*

No segundo dia procedeu-se à realocação dos postos de embalagem e montagem. Neste processo, cada posto será reposicionado segundo as marcações do plano, ajustando bancadas, suportes e pontos de energia e ar comprimido conforme necessário, e garantindo que a sequência operacional reflita o fluxo produtivo desejado. Para isso, desocuparam-se por completo as áreas de trabalho, realizou-se uma limpeza ao chão e colocaram-se as novas marcações, faixas, zonas de circulação e áreas de armazenamento e buffers de apoio ao setor, utilizando fita colorida de acordo com a área em questão. Concluída a marcação, as bancadas e mesas de apoio foram recolocadas nas zonas delimitadas, obtendo o resultado observado nas figuras 118 a 121.



*Figura 120 - Zona de Carrinhos*



*Figura 119 - Nova disposição do posto de Embalagem*



*Figura 118 - Área de espera por componentes subcontratados*

O posto responsável pela montagem das caixas de exportação foi realocado com o objetivo de produzir apenas as caixas necessárias. À medida que as caixas montadas forem saindo, o posto será compactado até ocupar somente um dos blocos que ocupava anteriormente, como foi definido no layout. As marcações pendentes, relativas à zona não conforme e ao WIP da cabine de acabamento, foram então aplicadas, e deu-se por concluída a implementação física do novo layout.

Nas figuras 122 e 123, pode-se verificar o antes e o depois da implementação destas ações de melhoria.

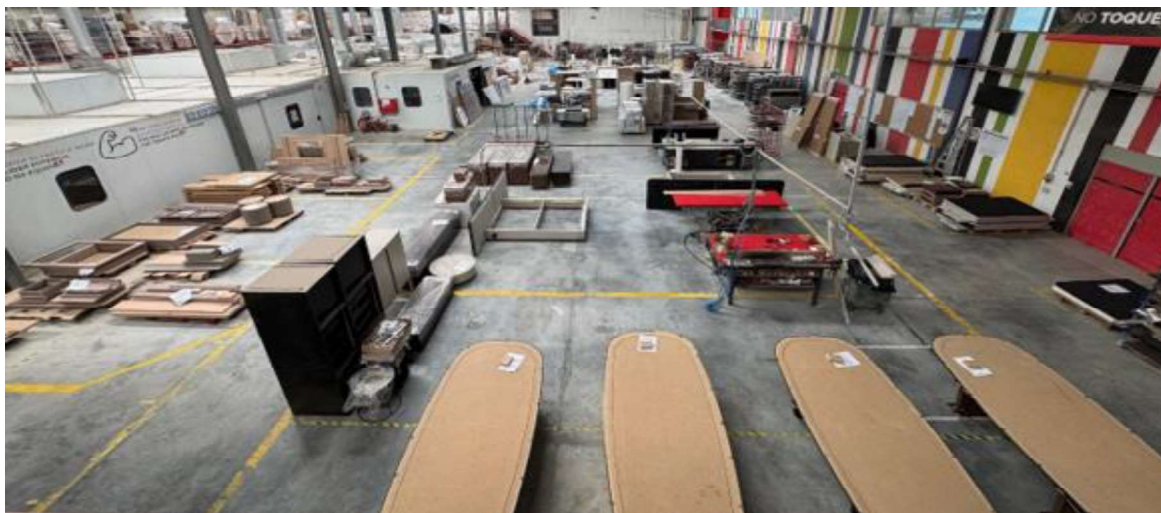


Figura 122 - Vista panorâmica anterior à alteração do Layout



Figura 123 - Vista panorâmica depois da implementação do layout

Agora que a implementação foi finalizada, é preciso atenção contínua. verificar a precisão e durabilidade das novas marcações e sinalizações, confirmar se circulação e acessos estão desobstruídos, realizar inspeção de segurança e ergonomia nos postos realocados, ajustar pontos de energia e equipamentos conforme necessidade, documentar definitivamente as alterações e comunicar formalmente os procedimentos aos responsáveis; além disso, acompanhar o desempenho operacional nos primeiros dias para identificar melhorias rápidas, recolher feedback dos operadores e agendar correções/ajustes e manutenção preventiva para garantir que o novo arranjo se mantenha seguro e eficiente.

De seguida, foi feita uma verificação funcional, em que se simulou o percurso dos operadores e dos carrinhos para validar a ergonomia, a segurança e a eficiência do novo layout. Posteriormente, foram realizados alguns ajustes conforme o necessário. Todas as alterações foram documentadas e registadas no layout final.

### 4.6.3. Auditoria 5S no Setor de Embalagem

A análise por dimensão dos 5S no setor de montagem e embalagem mostrou uma melhoria face à última auditoria. O *dashboard* com estes resultados pode ser consultado no apêndice H.

O *Seiri* (Seleção) foi a dimensão com melhor desempenho, com uma avaliação de 3,33 em 4. Este resultado reflete os avanços alcançados na eliminação de materiais desnecessários e na simplificação do espaço, em grande parte graças à reorganização do stock de consumíveis e à libertação de mais de 180 m<sup>2</sup> de área. Pode afirmar-se, assim, que a prática de separar o necessário do desnecessário se encontra relativamente consolidada.

O *Seiton* (Organização) obteve uma pontuação de 3,00 em 4, evidenciando que a arrumação e a definição de locais específicos para cada material foram implementadas com sucesso. As marcações no piso e a criação de zonas delimitadas para WIP e Produto Acabado permitiram ganhos claros. Contudo, a auditoria revelou fragilidades na manutenção destas condições, sobretudo em pontos de maior tráfego, onde o desgaste das marcações e a utilização incorreta dos espaços comprometem a consistência.

No *Seiso* (Limpeza), o setor obteve 2,94 em 4, resultado positivo que reflete melhorias face a auditorias anteriores. A introdução de contentores adequados ao ritmo de produção e uma maior disciplina na gestão de resíduos ajudaram a manter o espaço mais limpo. Ainda assim, a pontuação indica que a limpeza não está totalmente enraizada como parte da rotina diária, apresentando-se mais como uma prática reativa do que preventiva.

Já o *Seiketsu* (Conservação) registou 2,17 em 4, valor que revela dificuldades na estabilidade das práticas ao longo do tempo. Apesar da criação de padrões e regras, problemas como o desgaste de fitas e etiquetas, associados à ausência de monitorização contínua, fragilizam a padronização e originam variações entre postos de trabalho.

Por fim, o *Shitsuke* (Autodisciplina) apresentou a pontuação mais baixa, 1,61 em 4. Este resultado evidencia falta de disciplina e de apropriação por parte dos operadores relativamente às práticas 5S. Embora a adesão inicial tenha sido positiva, a ausência de acompanhamento sistemático levou a uma quebra da disciplina, revelando a necessidade de reforçar a cultura organizacional e implementar auditorias regulares para garantir a manutenção do sistema.

No total, o setor alcançou 13,06 pontos em 20 possíveis, resultado que demonstra evolução em seleção, organização e limpeza, mas também fragilidades nas dimensões conservação e autodisciplina. A análise da evolução semanal mostra uma queda de desempenho após a semana 23, seguida de uma ligeira recuperação, confirmando que as melhorias iniciais não foram sustentadas ao longo do tempo.

#### 4.6.4. Discussão de Resultados do Setor de Embalagem

A implementação do novo layout e da reorganização dos armazéns no setor de embalagem permitiu ganhos significativos ao nível da utilização do espaço e da eficiência dos fluxos internos.

Em termos de área, a libertação de 78 m<sup>2</sup> com a realocação do stock de materiais de embalagem, de 50 m<sup>2</sup> com a deslocação da zona de apoio à montagem, de 42,75 m<sup>2</sup> com a revisão do processo das caixas de exportação e de 16 m<sup>2</sup> com a reorganização dos estrados resultou num total de 186,75 m<sup>2</sup> adicionais de área útil. Esta área, anteriormente ocupada por materiais e produtos armazenados de forma dispersa, passou a estar disponível para operações críticas, aumentando a flexibilidade e reduzindo congestionamentos. A área produtiva útil corresponde assim aos espaços diretamente ligados à operação de embalagem e montagem (bancadas, corredores de abastecimento, zonas de WIP e buffers), enquanto áreas de stock redundante, sobreprodução de caixas ou materiais de baixa rotatividade eram consideradas como não úteis no layout inicial.

A tabela 21 contém informação que permite comparar o tempo associado ao transporte de cada uma das matérias-primas e produtos, em segundos.

Transportes	Antes	Depois
Pedras	420	300
Vidros	300	150
Metais	350	150
Montagem - Embalagem	120	10

Tabela 21 - Ganhos em Deslocação (segundos)

Os dados revelam reduções expressivas. No caso das pedras, as movimentações diminuíram de 420 para uma média de 300 segundos (-28,6%), para os vidros, de 300 para 150 segundos (-50%), nos metais, de 350 para 150 segundos (-57%) e no transporte do artigo montado para o posto de embalagem, a redução foi ainda mais acentuada, de 120 para apenas 10 segundos (-91,7%). Estes ganhos resultam sobretudo da reorganização das localizações dos materiais junto dos postos que os utilizam.

A análise qualitativa complementa estes resultados. Apesar da distância de transporte das pedras não se ter alterado, a sua organização por tipologia permitiu reduzir o tempo de seleção de material. No caso dos vidros e metais, para além da proximidade, a reorganização resultou em tempos de procura 25% inferiores, melhorando a fluidez do abastecimento. Por fim, no fluxo montagem–embalagem, a eliminação da necessidade de equipamentos de movimentação pesados traduziu-se numa transferência imediata do produto com carrinhos, reduzindo tempos de espera e aumentando a autonomia dos operadores.

Em síntese, os resultados obtidos comprovam que as alterações introduzidas ao layout e aos métodos de organização no setor de embalagem não só ampliaram a área produtiva disponível, como também reduziram substancialmente transportes, movimentações e tempos improdutivo. Estes efeitos alinham-se com os princípios *Lean* de eliminação de desperdícios (*muda*), especialmente nos domínios de transporte, movimentação e espera, assegurando um fluxo mais eficiente e contínuo entre as operações de montagem e embalagem.

página propositadamente em branco

## 5. CONCLUSÃO

Este capítulo sintetiza as principais conclusões do projeto e sinaliza caminhos para evolução em trabalhos futuros. Embora tenham sido alcançados resultados relevantes, o sistema produtivo permanece dinâmico e exige aperfeiçoamento contínuo, tanto para consolidar ganhos como para testar novas soluções.

### 5.1. Conclusões Finais

No fim deste projeto, pode-se dizer que os objetivos foram atingidos. Com base em observação direta, análise de tempos, desenho e teste de cenários e aplicação focada de ferramentas *Lean* foi possível reduzir tempos de *setup*, aproximar a operação do *Takt Time*, libertar espaço útil e tornar o fluxo mais fiável. O foco incidiu na zona da folha e no setor da embalagem, onde se concentravam os principais estrangulamentos e perdas por movimentação, espera, transporte e inventário. A marcenaria manteve um papel instrumental, sobretudo pela normalização visual de áreas e de WIP para sustentar o fluxo entre setores, sem se tornar o centro da intervenção.

Na zona da folha, o estudo desdobrou-se nos três postos nucleares — corte, costura e aplicação — e os ganhos decorreram de uma mesma linha de atuação: conversão de tarefas internas em externas segundo o SMED, reforço da gestão visual e organização do WIP, e pequenos acertos de layout para encurtar deslocações e evitar cruzamentos. No corte, identificado como principal gargalo, a criação de um carrinho móvel de abastecimento e a consolidação da preparação por turno reduziram idas ao armazém e eliminaram tempos mortos de procura. A disponibilidade passou de 60% para 77–88%, o tempo efetivo de operação por turno aumentou de 289,1 para 370,5–423,0 minutos e o tempo de ciclo desceu de 35,04 para 27,09–23,95 minutos por artigo. O OEE evoluiu de 36,6% para 60,8% e os tempos de *setup* encolheram de 182,5 para 103,0–51,2 minutos por turno, traduzindo-se numa redução próxima de 72% no custo de *setup* (de €54,74 para €15,36). O custo unitário desceu de €4,00 para €2,26–€1,10 e a poupança recorrente sustenta um retorno anual estimado em cerca de €5.245, sem investimento estrutural. Em termos de aderência à procura, o posto passou a cumprir o *Takt Time* de referência e, ao longo de onze semanas, eliminou procura acumulada, estabilizando o fluxo seguinte.

Na costura, os ganhos resultaram de medidas simples e consistentes: marcações explícitas para WIP, codificação cromática para identificação imediata e aproximação física dos materiais efetivamente consumidos. A disponibilidade subiu de 52% para 72%, o ciclo desceu de 8,40 para 6,06 minutos por artigo (ritmo de 7,1 para 9,9 artigos/hora) e o OEE quase duplicou (de 24,9% para 47,8%). Os *setups* reduziram-se de 100,9 para 52,5 minutos por turno e o custo unitário caiu de €1,06 para €0,51. Para além da melhoria quantitativa, a operação tornou-se mais estável, menos sensível a desvios pontuais de abastecimento e mais previsível no desempenho diário.

Na aplicação, a intervenção centrou-se na organização do posto, na calibração regular do equipamento e em aspetos ergonómicos que comprimem microtempos ao longo do ciclo. A disponibilidade evoluiu de 33% para 50%, o ciclo encurtou de 5,50 para 3,85 minutos por prato (aproximadamente de 5,7 para 8,7 artigos/hora), o OEE passou de 11,96% para 23,37% e os *setups*

reduziram-se de 145,0 para 100,6 minutos por turno; o custo total de *setup* desceu de €43,50 para €30,19. Globalmente, o posto passou a superar o *Takt Time* de referência, respondendo à procura com melhor utilização do tempo de abertura.

De forma integrada, a leitura das onze semanas de acompanhamento mostra convergência dos ciclos reais para os previstos e cumprimento consistente do *Takt Time* no corte; a costura ganhou folga de capacidade, libertando tempo útil para absorver variações; e a aplicação, embora sensível a picos, manteve-se dentro de limites operacionais controlados. Em síntese, a combinação entre método, logística local e gestão visual foi suficiente para aliviar o gargalo da folha, com impacto operacional e económico consistente.

No setor da embalagem, a estratégia combinou normalização dos postos, reorganização dos armazéns locais e redesenho do layout para um fluxo único, com foco em reduzir deslocações, condensar áreas e clarificar regras visuais. A padronização das bancadas — com localizações fixas para ferramentas e consumíveis, identificação simples e reposição por regra — reduziu tempos de procura e movimentos, simplificou a rotina de etiquetagem e melhorou a ergonomia (altura e alcance), tornando o estado do posto perceptível de imediato. Em paralelo, a realocação do stock de materiais de embalagem, a revisão da área de montagem e a reconfiguração do processo de caixas de exportação libertaram 186,75 m<sup>2</sup> de área útil (78 m<sup>2</sup> + 50 m<sup>2</sup> + 42,75 m<sup>2</sup> + 16 m<sup>2</sup>), aliviaram congestionamentos e criaram espaço para operações críticas. A montagem de caixas de exportação passou a orientar-se pela necessidade real, evitando acumulações e deslocações desnecessárias, e foram concluídas as marcações de WIP e zona de não conformes, estabilizando pontos de controlo visuais. Antes da intervenção, identificavam-se distâncias elevadas, ausência de identificação, montagem em lote desalinhada da expedição e acumulação de produto embalado; após as alterações, observaram-se circuitos mais curtos, menor cruzamento de fluxos e melhor legibilidade do espaço. O sistema de auditorias 5S revelou evolução em seleção e organização, mas alguma fragilidade em conservação e autodisciplina, com queda após a semana 23 e recuperação ligeira posteriormente, o que reforça a necessidade de rotinas e auditorias regulares para sustentar os ganhos. Em suma, a embalagem ganhou clareza, reduziu transportes e cruzamentos, simplificou a montagem/embalagem e criou as condições para uma operação puxada pela necessidade efetiva, em particular nas caixas de exportação. O layout final foi implementado e verificado funcionalmente, com recomendações explícitas para inspeção, manutenção e ajustes finos nos primeiros dias de operação.

Resposta à questão de investigação e objetivos. A questão de investigação foi respondida afirmativamente. Sem investimentos estruturais e atuando de forma cirúrgica nas regras de método, na organização do espaço e no abastecimento local, a capacidade foi alinhada com a procura, o gargalo da folha foi aliviado e a embalagem ganhou eficiência e área útil. Em concreto, os objetivos específicos foram atingidos: na folha, observou-se adesão ao *Takt Time* e reduções significativas de *setups*, ciclos e custos nos três postos; a variabilidade de ciclo diminuiu com a conversão de tarefas internas em externas e com rotinas de preparação por turno, produzindo quedas materiais no custo unitário; a marcenaria, tratada de forma instrumental, tornou o espaço mais legível através de marcações e gestão visual de WIP e produto acabado, o que facilitou a passagem entre zonas; e a embalagem consolidou um fluxo único e postos padronizados, libertando 186,75 m<sup>2</sup> e reduzindo movimentações.

## 5.2. Limitações e Investigação Futuras

O layout proposto para a zona da folha, embora aprovado, não foi implementado, tendo-se mantido distâncias e desperdícios preexistentes, o que terá limitado a obtenção de ganhos adicionais.

O método de recolha de processos produzidos durante 11 semanas mostrou-se insuficiente para captar sazonalidade e a totalidade das combinações de produto. Estes resultados evidenciaram tendência, mas não abrangeram todos os cenários possíveis. Este método foi inadequado, pois a recolha manual de dados introduziu uma margem de imprecisão inerente, suficiente para suportar a decisão operacional, embora não tivesse a granularidade de um sistema automático.

Na embalagem, o abastecimento de material manteve-se reativo, isto é, na ausência de uma rota horária fixa de reposição, ocorreram ruturas pontuais, picos de WIP e pequenas paragens. Por fim, persistiu falta de standardização em determinadas tarefas, sem modo operatório formalizado, o que gerou variação entre operadores e turnos e afetou a estabilidade da execução.

De modo a manter os resultados alcançados, deve-se implementar um sistema 5S com calendário de auditorias, padrões visuais por posto com fotografias de estado padrão, manutenção programada de marcações e etiquetas, formações de curta duração e um quadro de ações com responsáveis e prazos. Indicadores como pontuação 5S, tempo de procura por itens críticos, número de desvios e tempo até correção devem ser acompanhados de forma regular.

Em síntese, as limitações concentram-se na ausência de intervenção de layout e na maturidade ainda parcial de rotinas de abastecimento e normalização. O caminho futuro passa por aprofundar o SMED e o abastecimento padronizado na folha, consolidar o *kanban* e o JIT na embalagem e instituir um 5S disciplinado e visível. Com métricas simples e ciclos curtos de PDCA, estes passos permitem reduzir a variabilidade remanescente, consolidar os ganhos e criar base para escalabilidade a outras áreas.

página propositadamente em branco

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709 EP.
- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. *Heliyon*, 9(5), e15852. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15852>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- de Oliveira-Dias, D., Maqueira-Marin, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Carvalho, H. (2023). Implications of using Industry 4.0 base technologies for lean and agile supply chains and performance. *International Journal of Production Economics*, 262, 108916. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108916>
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1489–1495. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.155>
- Fuentes-Del-Burgo, J., Ruiz-Fernandez, J., & Navarro Astor, E. (2024). Kanban Applied to Construction: A Literature Review. *Construction Economics and Building*, 24, 43–57. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v24i4/5.8642>
- Gil-Vilda, F., Yagüe-Fabra, J. A., & Sunyer, A. (2021). From Lean Production to Lean 4.0: A Systematic Literature Review with a Historical Perspective. *Applied Sciences*, 11(21), 10318. <https://doi.org/10.3390/app112110318>
- Haapatalo, E., Reponen, E., & Torkki, P. (2023). Sustainability of performance improvements after 26 Kaizen events in a large academic hospital system: A mixed methods study. *BMJ Open*, 13, e071743. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-071743>
- Jessome, R. (2020). Improving patient flow in diagnostic imaging: A case report. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 51(4), 678–688. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.08.014>
- Kanabar, B., Piparva, K., Pandya, D., & Kanabar, R. (2024). The Impact and Challenges of the Implementation of 5S Methodology in Healthcare Settings: A Systematic Review. *Cureus*, 16. <https://doi.org/10.7759/cureus.64634>
- Kanojiya, N. (2021). Design and Implementation Strategies of 5S in Industry. Em *Journal of Production and Industrial Engineering* (Vol. 2). <https://doi.org/10.26706/jpie.2.1.20210103>
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.

Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. Productivity Press.

Rother, M., Shook, J., Womack, J., Jones, D., & Institute, L. E. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Taylor & Francis.  
<https://books.google.pt/books?id=mrNIH6Oo87wC>

Santos, V., Amaral, L., & Mamede, H. (2013). *Utilização do método Investigação-Ação na investigação em Criatividade no Planeamento de Sistemas de Informação*.

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>

Shingo, S. (2019). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* (1.<sup>a</sup> ed.). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9781315136479>

Skorupińska, E., Hitka, M., & Sydor, M. (2024). Surveying Quality Management Methodologies in Wooden Furniture Production. *Systems*, 12(2), 51. <https://doi.org/10.3390/systems12020051>

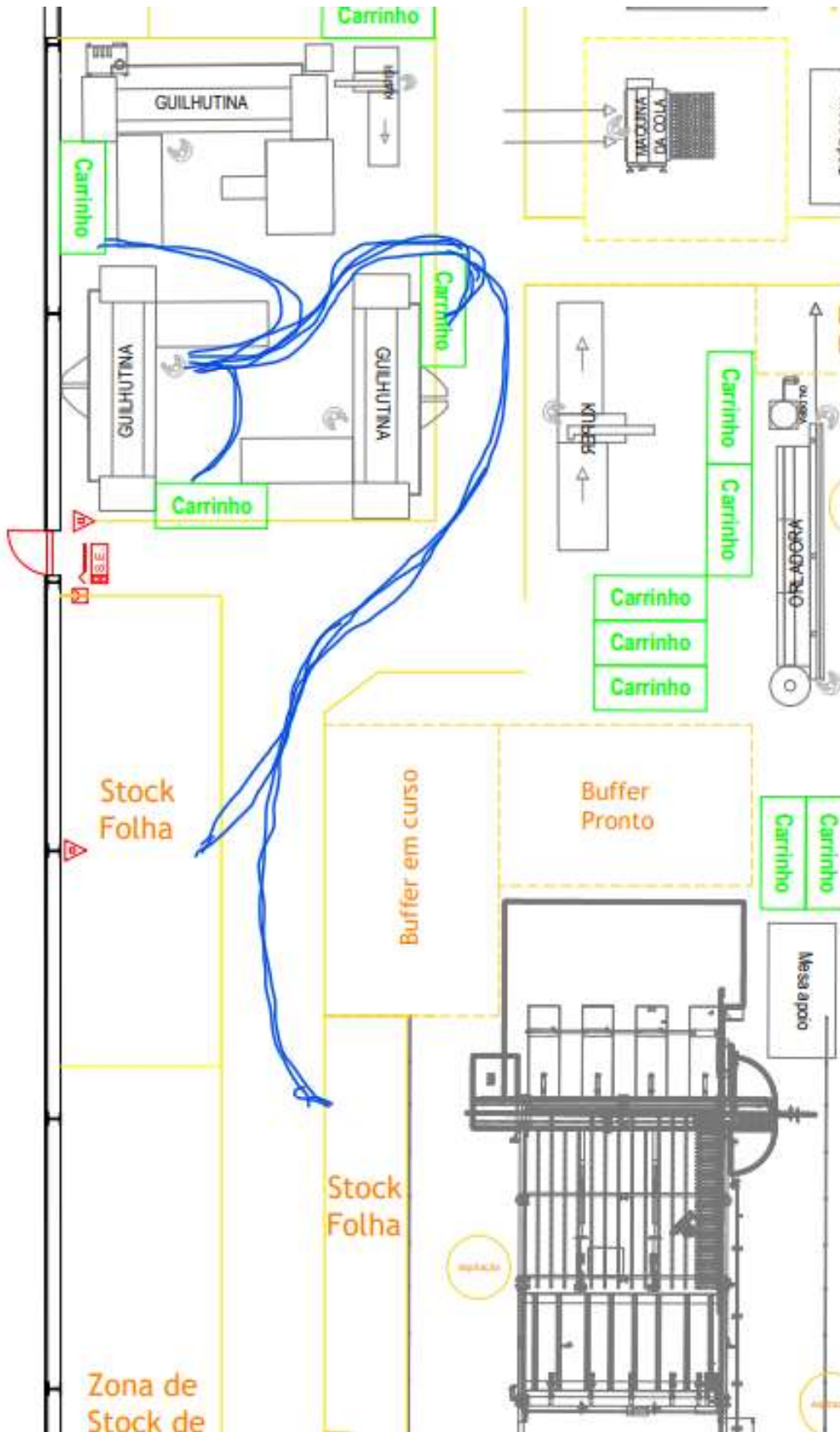
Valle, F., Rees, A., Del Conte, E., Schützer, K., & Blumetti Facó, J. F. (2015). *Changeover reduction: A case study in an automotive company Process improvement through lean manufacturing, VSM and SMED*.

Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Em *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48).  
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

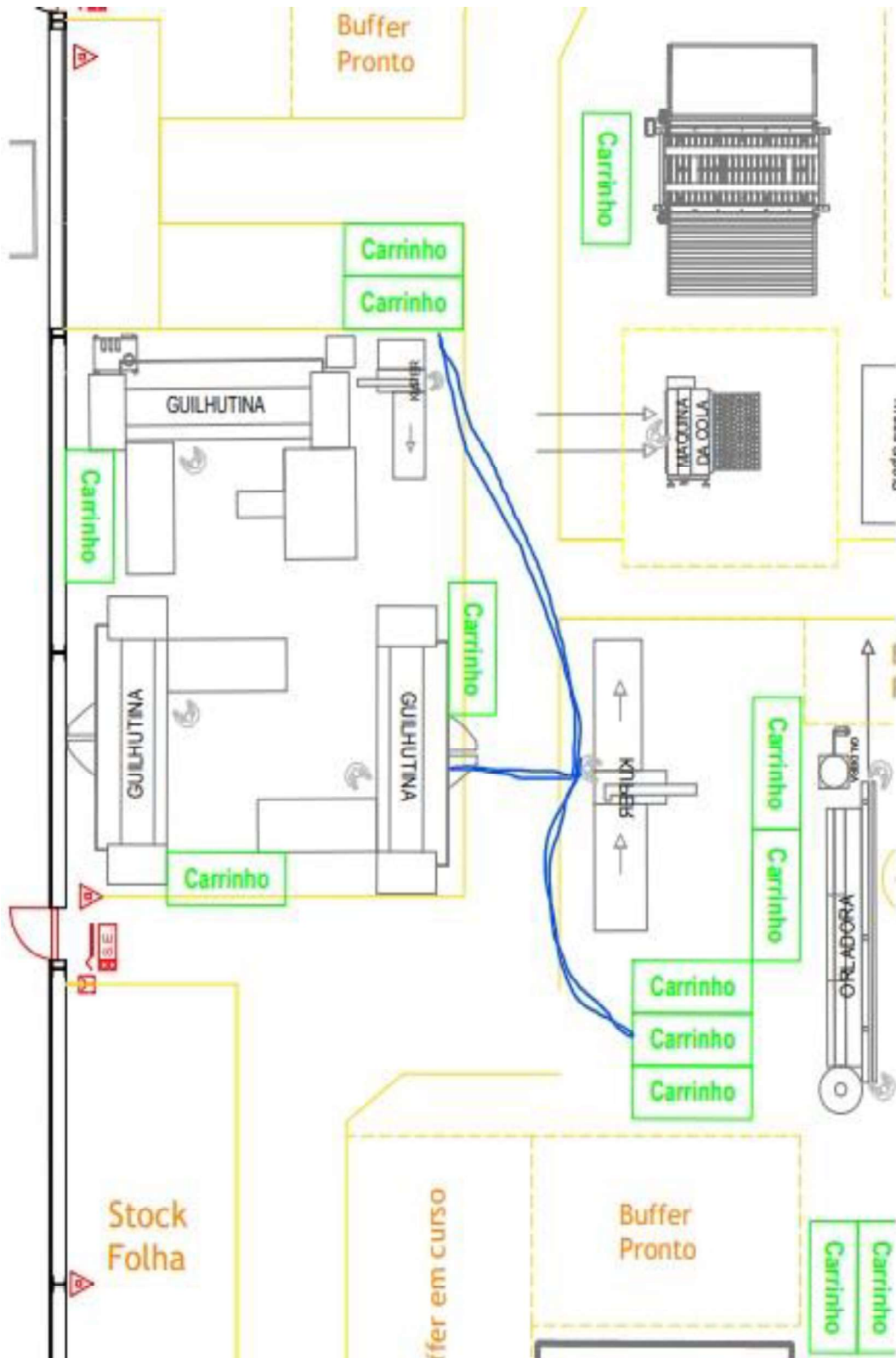
Yarbrough, A. C., Harris, G. A., Purdy, G. T., & Loyd, N. (2022). Developing Taiichi Ohno's Mental Model for Waste Identification in Nontraditional Applications. *ASME Open Journal of Engineering*, 1(011017). <https://doi.org/10.1115/1.4054037>

página propositadamente em branco

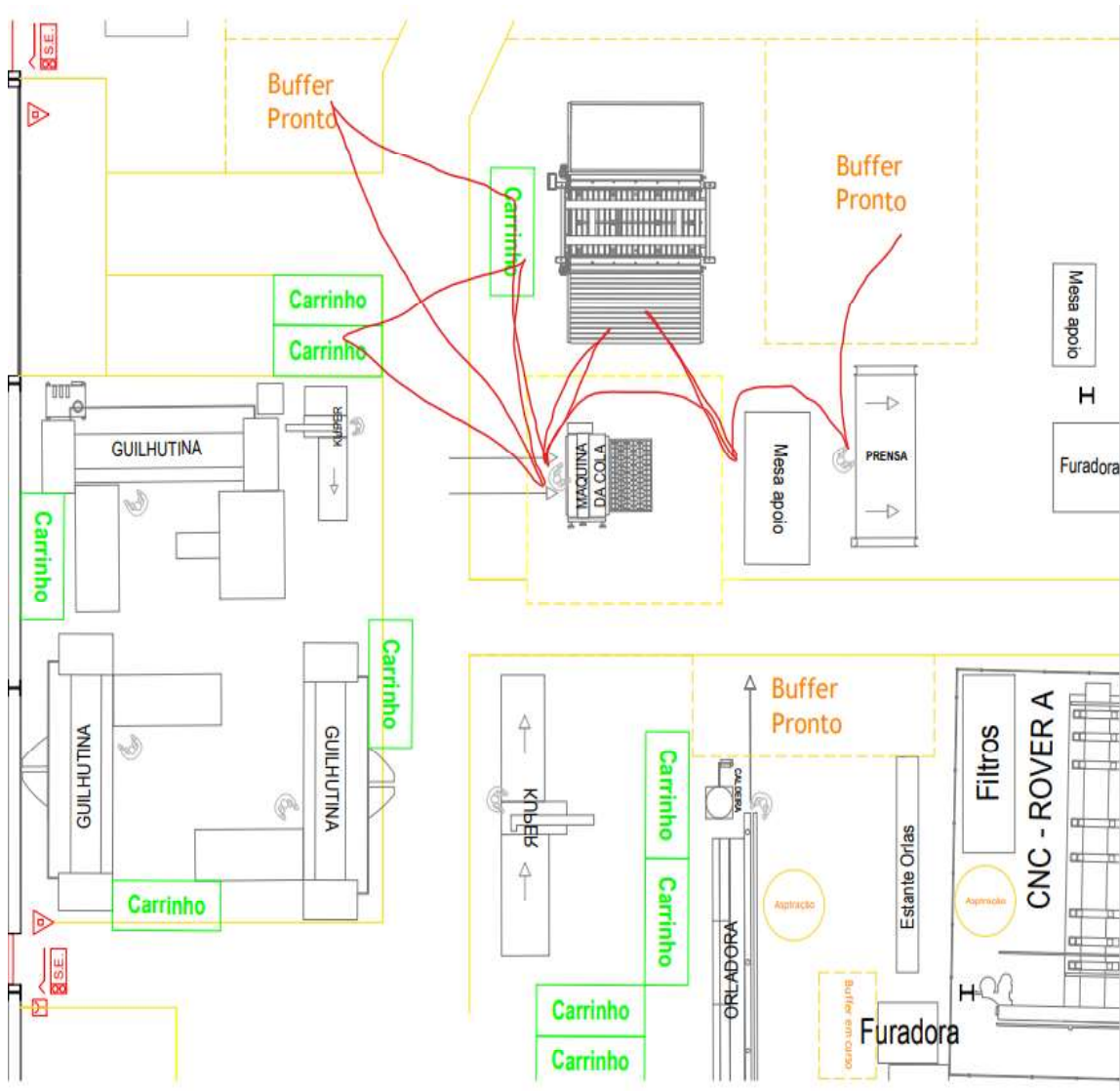
## APÊNDICE A - DIAGRAMA DE SPAGHETTI CORTE DE FOLHA



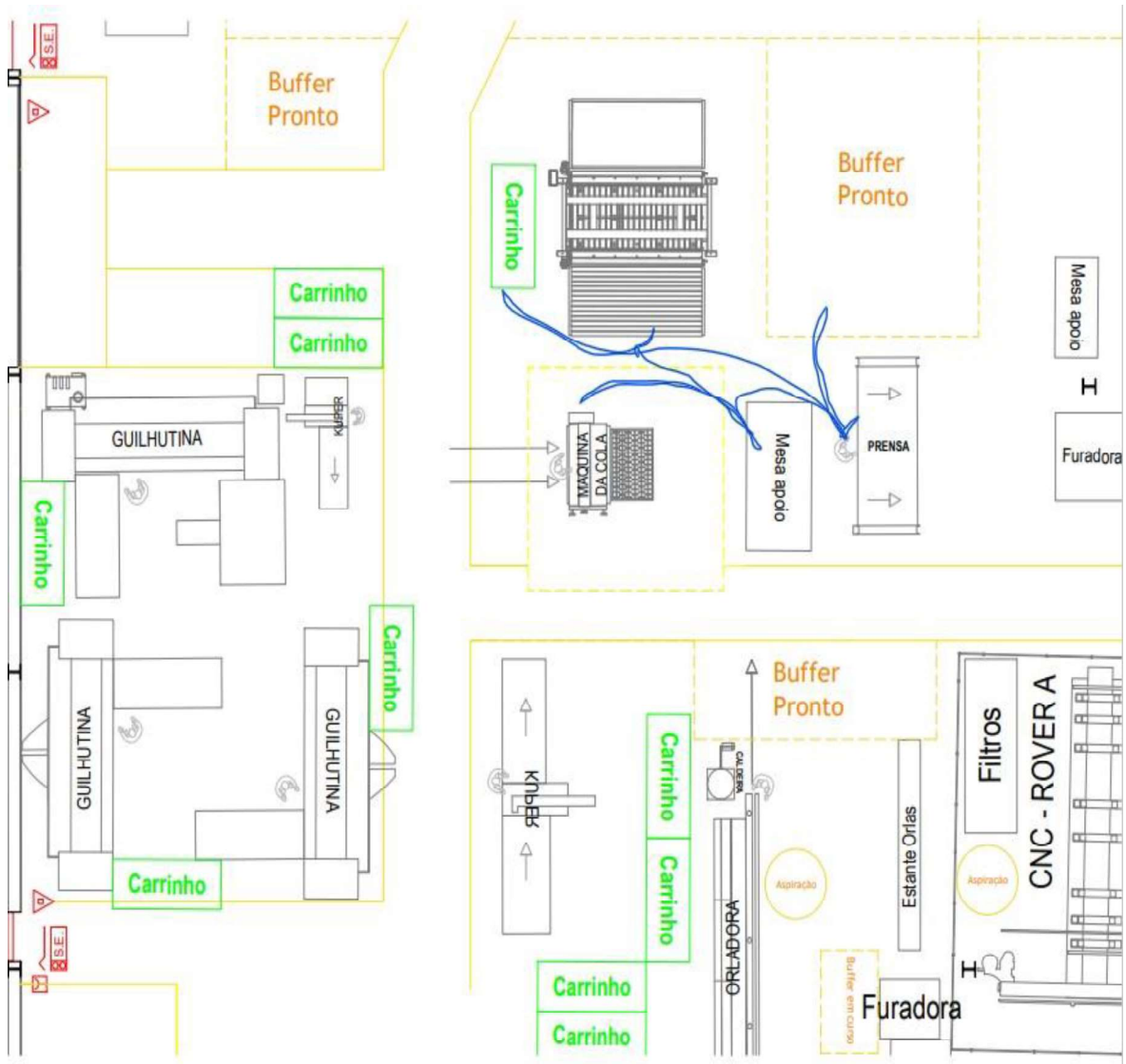
## APÊNDICE B - DIAGRAMA DE SPAGHETTI COSTURA DE FOLHA



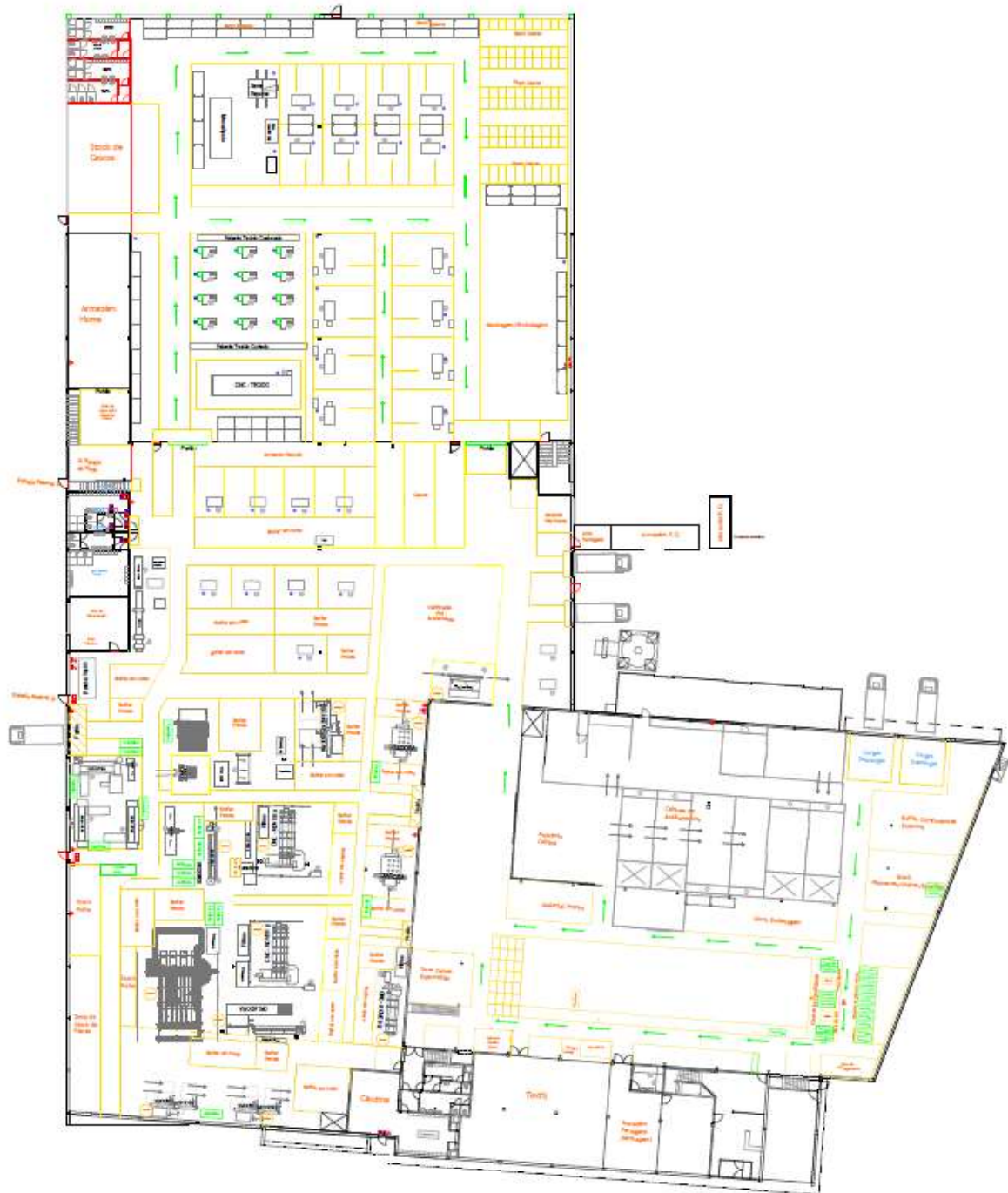
# APÊNDICE C - DIAGRAMA DE SPAGHETTI APLICAÇÃO DE FOLHA 1



**APÊNDICE D - DIAGRAMA DE SPAGHETTI APLICAÇÃO DE FOLHA 2**



## APÊNDICE E - LAYOUT ATUALIZADO LASKASAS



Fábrica (piso 0)

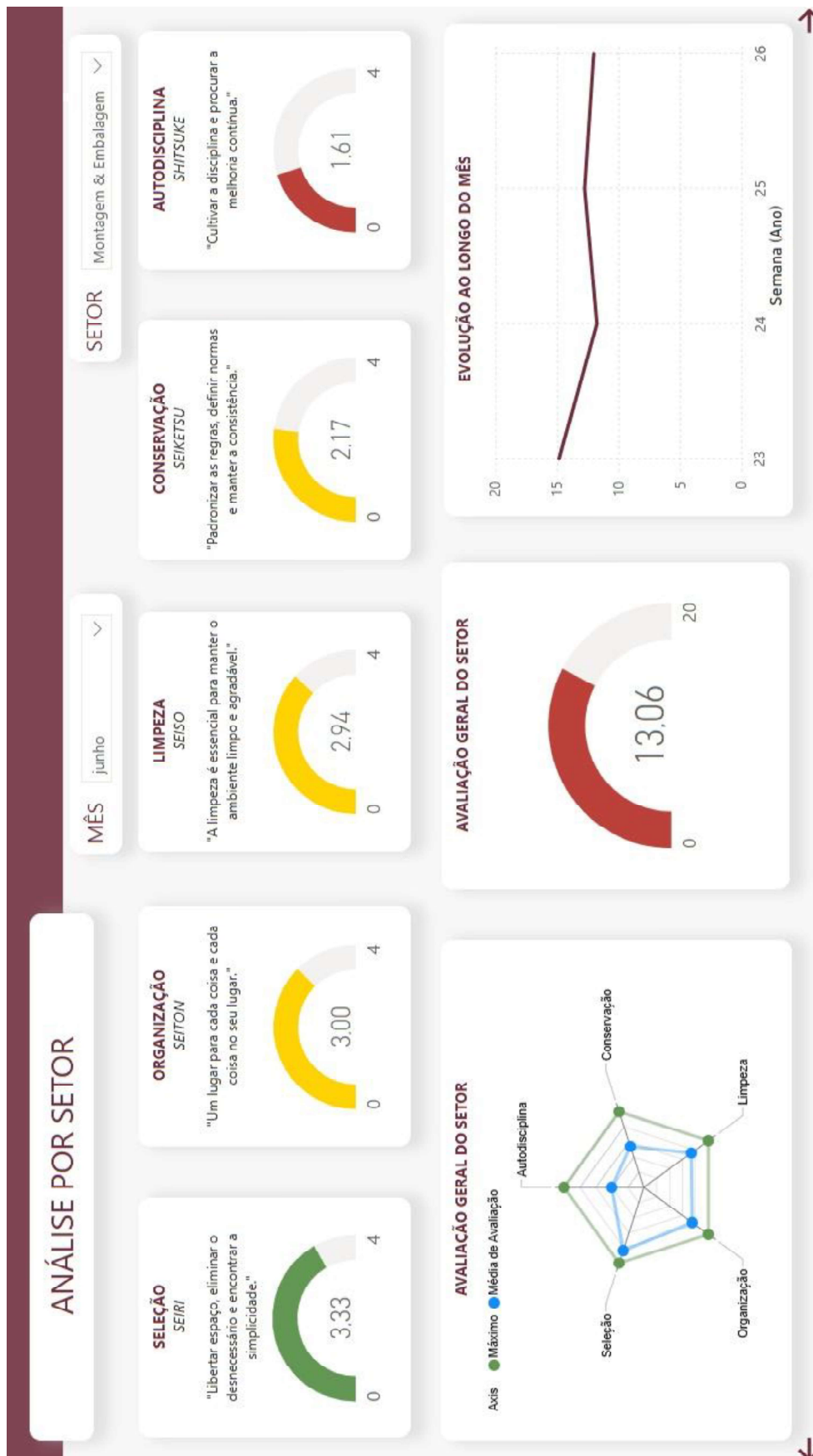
## APÊNDICE F - PROPOSTA DE LAYOUT VISTA CIMA



# APÊNDICE G - AUDITORIA 5S NO SETOR DA MARCENARIA



# APÊNDICE H - AUDITORIA 5S NO SETOR DA EMBALAGEM



# APÊNDICE I - TEMPOS DE OPERAÇÃO CORTE DE FOLHA

Tempo Observado	8,25	Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos
Total (horas)	14	Estratégia de Produção	410	Deslocação	28	Procurar e Retirar Lote	289
Setups / turno	13,7	Média	410	Deslocação	26	Procurar e Retirar Lote	290
		Soma	818	Deslocação	22	Procurar e Retirar Lote	383
		Tempo Operação / horæ	49,58	Deslocação	25	Procurar e Retirar Lote	274
				Deslocação	28	Procurar e Retirar Lote	340
				Deslocação	29	Procurar e Retirar Lote	332
				Deslocação	25	Procurar e Retirar Lote	375
				Deslocação	30	Procurar e Retirar Lote	340
				Deslocação	28	Procurar e Retirar Lote	307
				Deslocação	25	Procurar e Retirar Lote	378
				Deslocação	25	Procurar e Retirar Lote	314
				Deslocação	24	Procurar e Retirar Lote	340
				Deslocação	29	Procurar e Retirar Lote	301
				Deslocação	25	Procurar e Retirar Lote	278
				Média	26,36	Média	273,14
				Soma	389	Soma	4541
				Tempo Operação / horæ	44,73	Tempo Operação / horæ	124,12

Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos
Voltaar ao posto	37,5	Guardar PA	38	Pausas	175	Tempo Operação / horæ	87,58
Identificar Componentes	36	Guardar PA	54	Pausas	202,5		
Voltaar ao posto	30	Guardar PA	44	Pausas	187,5		
Identificar Componentes	39	Guardar PA	50	Pausas	157,5		
Voltaar ao posto	42	Guardar PA	55	Média	361,25		
Identificar Componentes	43,5	Guardar PA	62	Soma	722,5		
Voltaar ao posto	36	Guardar PA	60	Tempo Operação / horæ	87,58		
Identificar Componentes	40	Guardar PA	52				
Voltaar ao posto	42	Guardar PA	34				
Identificar Componentes	32	Guardar PA	53				
Voltaar ao posto	39	Guardar PA	48				
Identificar Componentes	42	Guardar PA	43				
Voltaar ao posto	34	Guardar PA	41				
Identificar Componentes	36	Guardar PA	48				
Média	37,79	Média	48,71				
Soma	529	Soma	682				
Tempo Operação / horæ	64,12	Tempo Operação / horæ	82,67				

# APÊNDICE J - TEMPOS DE OPERAÇÃO COSTURA DE FOLHA

Tempo Observado		segundos		segundos		segundos		segundos	
Tempo Observado	Setups	Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos
3,5	25	Escolhe o carrinho MDF	57	Escolher artigo	30	Deslocação	11	Procurar Folha Corresp.	110
		Escolhe o carrinho MDF	99	Escolher artigo	24	Deslocação	9	Procurar Folha Corresp.	82
		Escolhe o carrinho MDF	32	Escolher artigo	34	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	90
		Média	15,33	Escolher artigo	24	Deslocação	12	Procurar Folha Corresp.	112
		Soma	168	Escolher artigo	39	Deslocação	11	Procurar Folha Corresp.	111
		Tempo Operação / hora	13,14	Escolher artigo	24	Deslocação	10	Procurar Folha Corresp.	80
				Escolher artigo	33	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	74
				Escolher artigo	27	Deslocação	10	Procurar Folha Corresp.	91
				Escolher artigo	33	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	106
				Escolher artigo	37	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	87
				Escolher artigo	33	Deslocação	10	Procurar Folha Corresp.	107
				Escolher artigo	26	Deslocação	12	Procurar Folha Corresp.	93
				Escolher artigo	24	Deslocação	11	Procurar Folha Corresp.	98
				Escolher artigo	33	Deslocação	12	Procurar Folha Corresp.	96
				Escolher artigo	33	Deslocação	12	Procurar Folha Corresp.	88
				Escolher artigo	35	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	91
				Escolher artigo	35	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	109
				Escolher artigo	32	Deslocação	11	Procurar Folha Corresp.	88
				Escolher artigo	35	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	102
				Escolher artigo	39	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	89
				Escolher artigo	38	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	98
				Escolher artigo	34	Deslocação	11	Procurar Folha Corresp.	92
				Escolher artigo	27	Deslocação	10	Procurar Folha Corresp.	89
				Escolher artigo	32	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	99
				Escolher artigo	24	Deslocação	13	Procurar Folha Corresp.	110
				Média	31,76	Média	11,84	Média	95,68
				Soma	794	Soma	296	Soma	2392
				Tempo Operação / hora	226,86	Tempo Operação / hora	84,57	Tempo Operação / hora	683,43

Tempo Observado		segundos		segundos		segundos		segundos	
Tempo Observado	Setups	Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos	Operação	segundos
14		Juntar Folha c/MDF	38	Pausas	347				
13		Juntar Folha c/MDF	54	Pausas	381				
20		Juntar Folha c/MDF	44	Média	364				
15		Juntar Folha c/MDF	50	Soma	728				
19		Juntar Folha c/MDF	55	Tempo Operação / hora	208				
10		Juntar Folha c/MDF	62						
14		Juntar Folha c/MDF	60						
19		Juntar Folha c/MDF	52						
12		Juntar Folha c/MDF	34						
10		Juntar Folha c/MDF	53						
12		Juntar Folha c/MDF	48						
10		Juntar Folha c/MDF	43						
15		Juntar Folha c/MDF	41						
19		Juntar Folha c/MDF	48						
17		Juntar Folha c/MDF	38						
19		Juntar Folha c/MDF	54						
17		Juntar Folha c/MDF	44						
12		Juntar Folha c/MDF	50						
11		Juntar Folha c/MDF	55						
10		Juntar Folha c/MDF	62						
19		Juntar Folha c/MDF	60						
12		Juntar Folha c/MDF	52						
20		Juntar Folha c/MDF	34						
10		Juntar Folha c/MDF	53						
20		Juntar Folha c/MDF	48						
Média	14,76	Média	45,28						
Soma	369	Soma	1232						
Tempo Operação / hora	105,43	Tempo Operação / hora	352						

