



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ricardo Anjos Esteves

**Melhoria de processos de produção de
um produto de luxo aplicando princípios
Lean Thinking numa empresa de barcos**

Setembro de 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ricardo Anjos Esteves

**Melhoria de processos de produção de
um produto de luxo aplicando princípios
Lean Thinking numa empresa de barcos**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de
Operações – Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Setembro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo o esforço que tem feito ao longo dos últimos 24 anos, esta dissertação é o resultado da motivação diária que me passam, mesmo com a distância e saudade que só aumenta. Obrigado por nunca terem desistido de acreditar em mim.

Ao meu irmão, por toda a preocupação e orientação ao longo da minha vida, com o desejo que obtenha um futuro melhor.

À minha sobrinha e cunhada por estarem presentes e contribuírem para a minha felicidade.

Aos meus avós maternos e paternos, por sempre terem trabalhado e se esforçado para ajudar os netos em tudo o que podiam.

À minha companheira por toda a colaboração dada no desenvolvimento desta dissertação, em particular no estágio onde esta foi desenvolvida.

À minha orientadora pela disponibilidade e contributo para o término desta dissertação, bem como à empresa pela oportunidade de estágio.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

Melhoria de processos de produção de um produto de luxo aplicando princípios *Lean Thinking* numa empresa de barcos

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Projeto de Dissertação, inserido no Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações no ramo de especialização em Gestão Industrial da Universidade do Minho. Esta dissertação foi desenvolvida entre Janeiro de 2023 e Julho de 2023. Esta dissertação teve como principal objetivo a melhoria de processos de produção de um produto de luxo em diferentes fases da cadeia de valor de uma empresa de barcos. De forma a conseguir alcançar esse objetivo, foram os princípios *Lean Thinking* e diferentes ferramentas *Lean* de diagnóstico e de intervenção.

Esta dissertação iniciou-se com uma revisão bibliográfica sobre conceitos de *Lean Thinking*, onde foram abordados temas como o *Lean Production System*, ferramentas *Lean* e a Indústria 5.0. Na investigação e intervenção foi usada a metodologia *Action Research*, iniciando-se por uma análise geral aos processos produtivos e principais componentes utilizados na produção de barcos, e posteriormente uma análise mais focada na área de estudo desta dissertação.

Uma vez que esta dissertação foi inserida num programa de estágio profissional, não existia um projeto específico sugerido previamente na empresa, sendo o trabalho desenvolvido em toda a fábrica com particular foco por sugestão da empresa a área de laminação de *small parts*. Após a análise da área de estudo, foram identificados problemas e sugeridas propostas de melhoria, para a área analisada e para outras áreas de produção, como a pré-montagem e carpintaria. Estas propostas procuraram a redução ou eliminação dos problemas identificados, tendo-se apresentado propostas que não envolvessem um investimento elevado e que surtisse um efeito positivo na redução de desperdícios. Neste sentido, as propostas apresentadas passaram pela implementação de 5S e Gestão Visual, e normalização de processos e sequências de trabalho. Como principais resultados obtiveram-se uma redução na ordem dos 72,6% sobre o material extraviado de pequenos componentes e 13,16% no tempo de pré-montagem de um barco da Linha A. O *layout* sugerido para a nave 7 reduziria o custo associado ao tempo de movimentação de distância percorrida em 91%. Na área de laminação de *small parts* estimou-se a redução do tempo de ciclo em 47% e do tempo de atravessamento em 60%.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Thinking*, 5S, Gestão Visual, Normalização, VSM

Improvement of production processes of a luxury product by applying Lean Thinking principles in a boat company

ABSTRACT

The present dissertation was carried out within the scope of the Dissertation Project, integrated into the Master's in Engineering and Operations Management with a specialization in Industrial Management at the University of Minho. This dissertation was developed between January 2023 and July 2023. Its main objective was to improve production processes of a luxury product at different stages of the value chain of a boat company. In order to achieve this goal, Lean Thinking principles and various Lean diagnostic and intervention tools were employed.

The dissertation began with a literature review on Lean Thinking concepts, covering topics such as the Lean Production System, Lean tools, and Industry 5.0. The research and intervention utilized the Action Research methodology, starting with a general analysis of the production processes and main components used in boat production, followed by a more focused analysis on the area of study of this dissertation.

As this dissertation was part of a professional internship program, there was no specific project suggested beforehand by the company. The work was carried out throughout the factory, with a particular focus on the company's suggestion for the lamination of small parts area. After analysing this area, problems were identified, and improvement proposals were suggested for both the analysed area and other production areas, such as pre-assembly and carpentry.

These proposals aimed to reduce or eliminate the identified problems, presenting solutions that did not require significant investments but had a positive effect on waste reduction. The proposals included the implementation of 5S and Visual Management, as well as process standardization and workflow sequences.

As main results, a reduction of approximately 72.6% in the loss of small components and a 13.3% decrease in the pre-assembly time of a boat from Line A were achieved. The suggested *layout* for bay 7 would reduce the cost associated with distance travelled during movement by 91%. In the small parts lamination area, it was expected to reduce the cycle time by 44% and the flow time by 58%.

KEYWORDS: Lean Thinking, 5S, Visual Management, Standardization, VSM

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xvi
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia de Investigação.....	3
1.4. Organização da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica	6
2.1. <i>Lean Production System</i>	6
2.1.1. Origem.....	6
2.1.2. <i>Toyota Production System</i>	7
2.1.3. Princípios <i>Lean Thinking</i>	9
2.1.4. Tipos de desperdícios	10
2.2. Ferramentas <i>Lean</i>	12
2.2.1. <i>Value Stream Mapping</i>	12
2.2.2. <i>Kaizen</i>	14
2.2.3. Técnica 5S+1	15
2.2.4. Gestão Visual.....	16
2.2.5. <i>Standard Work</i>	16
2.3. Indústria 5.0	17
2.3.1. Pessoas.....	18
2.3.2. Sustentabilidade	18
2.3.3. Resiliência	19

3.	Apresentação da Empresa	20
3.1.	Empresa de Barcos Multinacional.....	20
3.2.	Localização em Portugal.....	20
3.3.	Missão e Visão	21
3.4.	Produtos	21
4.	Descrição e análise crítica do estado atual	23
4.1.	Descrição geral do estado atual das secções e processos associados.....	23
4.1.1.	<i>Layout</i> da fábrica	23
4.1.2.	Matérias-primas, peças e principais componentes da embarcação	24
4.1.3.	Processo produtivo e de informação geral	27
4.1.4.	Processos associados à produção geral	30
4.2.	Descrição do processo alvo de estudo: laminação de <i>Small parts</i>	32
4.2.1.	Ordem de produção.....	32
4.2.2.	Preparação do molde.....	33
4.2.3.	Pintura	34
4.2.4.	<i>Skin</i> e período de cura.....	35
4.2.5.	Colagem.....	36
4.2.6.	<i>Stiffen</i> e período de cura.....	37
4.2.7.	Desmolde da peça.....	38
4.3.	Análise crítica e identificação de problemas	39
4.3.1.	Análise ABC por quantidade de barcos.....	39
4.3.2.	VSM: Estado atual - Laminação <i>Small parts</i>	40
4.3.3.	Outros problemas identificados em diferentes áreas	47
4.4.	Síntese dos problemas identificados	54
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria	55
5.1.	Cabine de cura, reconfiguração e <i>standard work</i> na laminação <i>Small parts</i>	56
5.1.1.	Aquisição de uma cabine climatizada de cura	56
5.1.2.	Novo procedimento para a sequência de trabalho	58
5.1.3.	<i>Standard Work</i> para as estações da Laminação de <i>Small Parts</i>	59

5.2.	Distribuição das <i>picks</i> , alteração de <i>layout</i> e aquisição de caixas para componentes na Pré-Montagem	60
5.2.1.	Procedimento para distribuição de <i>picks</i> na Pré-Montagem Nave 3.....	60
5.2.2.	Alteração de <i>layout</i> na pré-Montagem Nave 7	62
5.2.3.	Caixa para pequenos componentes.....	63
5.3.	Implementação de 5S e Gestão Visual	64
5.3.1.	Identificação dos carrinhos de movimentação	64
5.3.2.	Identificação dos suportes ajustáveis para cada modelo de barco	65
5.3.3.	Marcação das áreas da carpintaria	66
6.	Análise e discussão de resultados	67
6.1.	Resultados na área de Laminação <i>Small Parts</i>	67
6.1.1.	Redução do Tempo de Ciclo	67
6.1.2.	Redução do WIP e Tempo de Atravessamento.....	68
6.1.3.	Normalização do processo de trabalho.....	69
6.2.	Resultados na área da Pré-Montagem.....	69
6.2.1.	Redução do tempo de movimentação - Nave 3.....	69
6.2.2.	Redução do tempo de movimentação - Nave 7	70
6.2.3.	Redução do material extraviado e diminuição do tempo de produção.....	71
6.3.	Melhor organização e identificação dos espaços e sistemas de transporte	75
7.	Conclusão	78
7.1.	Considerações finais	78
7.2.	Trabalho futuro	80
	Referências Bibliográficas	81
	Apêndices	84
	Apêndice 1 - Análise ABC - Quantidade de barcos produzidos.....	85
	Apêndice 2 - Cronometragem de tempos e contagem de WIP	86
	Apêndice 3 - Estudo de tempos.....	91
	Apêndice 4 - <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) - estado atual das <i>small parts</i>	93
	Apêndice 5 - Diagramas de Sequência do processo de Laminação <i>Small Parts</i>	94

Apêndice 6 - Sistema <i>Kanban</i> com caixa.....	97
Apêndice 7 - <i>Standard Work</i> para a Laminação de Small Parts	98
Apêndice 8 - Resultados da reorganização das estantes da pré-montagem - Nave 3.....	104
Apêndice 9 - Resultados da reorganização das estantes da pré-montagem - Nave 7	105
Anexos	106
Anexo 1 - Simbologia Value Stream Mapping (VSM).....	107
Anexo 2 - Percentagem de Catalisador a utilizar Vs Temperatura	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodologia de Investigação - Action Research	3
Figura 2. Casa do TPS.....	8
Figura 3. Sete tipos de desperdícios.....	10
Figura 4. Pilares da Indústria 5.0	17
Figura 5. Localização pelo mundo da Empresa de Barcos	20
Figura 6. <i>Layout</i> da Empresa de Barcos.....	24
Figura 7. Casco	25
Figura 8. Coberta	25
Figura 9. Casco (em baixo); Coberta (em cima).....	26
Figura 10. Processo produtivo e de informação geral de produção de um barco	28
Figura 11. Processo de laminação	29
Figura 12. Processo de montagem	29
Figura 13. Fluxo das Small parts até à Pré-montagem	31
Figura 14. Dobradiça montado na tampa	31
Figura 15. Escada montada na plataforma.....	31
Figura 16. Processos produtivos de Small parts	32
Figura 17. Flowchart de produção das Small parts	32
Figura 18. Preparação do molde.....	33
Figura 19. Cabine de pintura	34
Figura 20. Cura pós-skin.....	35
Figura 21. Pasta de colagem	36
Figura 22. Espumas	36
Figura 23. Aplicação da pasta e madeiras.....	37
Figura 24. Aplicação das espumas.....	37
Figura 25. Aplicação de tiras de fibra sobre a peça	38
Figura 26. Cunho e martelos para o desmolde.....	39
Figura 27. Local de inserção dos cunhos	39
Figura 28. Cunhos inseridos na peça	39
Figura 29. Diagrama de Pareto - Quantidade de barcos produzidos	40
Figura 30. Tempo de Ciclo vs Takt Time	42

Figura 31. WIP pós-pintura	44
Figura 32. WIP pós-Stiffen.....	44
Figura 33. Diagrama Ishikawa das causas para o elevado WIP	45
Figura 34. Laminação Small parts	46
Figura 35. Estante - estado atual.....	47
Figura 36. <i>Layout</i> e deslocações - Pré-Montagem Nave 3	48
Figura 37. <i>Layout</i> e deslocações - Pré-Montagem Nave 7 - Atualmente	49
Figura 38. Caixa transporte da pick.....	50
Figura 39. Sacos de plástico utilizados na pick.....	50
Figura 40. Desenho técnico do carrinho existente com suportes ajustáveis a vários modelos	52
Figura 41. Carrinho com suportes ajustáveis.....	53
Figura 42. Carrinho com suportes ajustáveis para a coberta do modelo 755CR.....	53
Figura 43. Carpintaria - estado atual	53
Figura 44. Exemplo de uma cabine climatizada.....	57
Figura 45. Proposta de sequência de trabalho das equipas	58
Figura 46. Standard Work Chart - Estação: Stiffen	60
Figura 47. Estante para pick's de "P.Assy" - Depois	61
Figura 48. Estantes para <i>pick's</i> Consola - Depois	61
Figura 49. <i>Layout</i> e deslocações - Pré-Montagem Nave 3 - após melhoria	62
Figura 50. Proposta <i>Layout</i> - Pré-montagem Nave 7	62
Figura 51. Suporte para tampa	63
Figura 52. "Nut" para plástico	63
Figura 53. "Catch" para o fecho	63
Figura 54. Caixa para pequenos componentes.....	63
Figura 55. Placas para identificação de carrinhos.....	64
Figura 56. Identificação com fitas autocolantes coloridas	65
Figura 57. Gráfico Tempo de Ciclo vs Takt Time - Estado Futuro.....	67
Figura 58. Sacos para transporte de componentes.....	72
Figura 59. Caixa atual para transporte de componentes.....	72
Figura 60. Gráfico de quantidade e custo do material extraviado por mês, em 2023.....	73
Figura 61. Tempos alcançados de Pré-Montagem por barco em cada linha	74
Figura 62. Carrinho sem identificação- Antes	75

Figura 63. Carrinho com identificação - Depois	75
Figura 64. Suportes ajustáveis sem marcação - Antes	76
Figura 65. Suportes ajustáveis com marcação - Depois	76
Figura 66. Carpintaria - Antes	76
Figura 67. Carpintaria - Depois	76
Figura 68. Análise ABC por quantidade de barcos produzidos	85
Figura 69. VSM - estado atual das Small parts	93
Figura 70. Diagrama de Sequência - Preparação de Moldes	94
Figura 71. Diagrama de Sequência - Pintura	94
Figura 72. Diagrama de Sequência - Skin.....	95
Figura 73. Diagrama de Sequência - Colagem.....	95
Figura 74. Diagrama de Sequência - Stiffen.....	96
Figura 75. Diagrama de sequência - Desmolde	96
Figura 76. Standard Work - Preparação de Moldes	98
Figura 77. Standard Work - Skin (4 colaboradores).....	99
Figura 78. Standard Work - Skin (2 colaboradores).....	100
Figura 79. Standard Work - Colagem.....	101
Figura 80. Standard Work - Stiffen	102
Figura 81. Standard Work - Desmolde.....	103
Figura 82. Simbologia VSM (adotado de Santos et al., 2012).....	107
Figura 83. Tabela de Resina temperatura - % de catalisador	108

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Siglas por modelo de barco	21
Tabela 2. Modelos de barcos por linha.....	22
Tabela 3. Medium parts.....	26
Tabela 4. Small parts.....	27
Tabela 5. Tempos de Ciclo por processo.....	41
Tabela 6. Relação do Tempo de Ciclo com o Takt Time.....	42
Tabela 7. Tempo de Operação por peça e número de colaboradores	43
Tabela 8. Indicadores de produção	43
Tabela 9. Atividades de Value Added (VA), Non Value-Added (NVA) e Necessary NVA (NNVA) na Laminação de Small Parts.....	44
Tabela 10. Distâncias e Tempos, em segundos, de VA e NVA.....	46
Tabela 11. Tempos de deslocação na Nave 3, em segundos	48
Tabela 12. Resultados dos tempos (em segundos) após alteração do <i>layout</i> para a Nave 7	49
Tabela 13. Quantidade e Custo das peças extraviadas	51
Tabela 14. Tempo de pré-montagem	51
Tabela 15. Análise Multimomento - Pré-Montagem	51
Tabela 16. Síntese dos problemas identificados, soluções e investimento	54
Tabela 17. Plano de Ações segundo a matriz 5W2H.....	55
Tabela 18. Orçamento cabine climatizada.....	57
Tabela 19. Resultado atual e futuro com investimento na cabine climatizada.....	68
Tabela 20. Resultados WIP e Tempo de Atravessamento	69
Tabela 21. Custos diários de movimentação por linha	70
Tabela 22. Resultados e poupança anual - Pré-montagem (Nave 3)	70
Tabela 23. Custos diário e tempos de movimentação por linha - Pré-montagem	71
Tabela 24. Resultados e poupança anual esperada - Pré-montagem (Nave 7)	71
Tabela 25. N° de caixas necessário e atual para cada linha.....	72
Tabela 26. Quantidade e custo do material extraviado por mês, em 2023	73
Tabela 27. Tempos e resultados da pré-montagem com e sem caixa para pequenos componentes ...	74
Tabela 28. Número de barcos passíveis de serem pré-montados por linha	75
Tabela 29. Tempos Prep. Molde, Pintura e Cura 1	86

Tabela 30. WIP pós-pintura, tempos skin e Cura 2	87
Tabela 31. WIP pós-Cura 1 e pós-Stiffen, tempos Colagem e Stiffen	88
Tabela 32. Tempos Cura 3 e Desmolde, WIP pós-Cura 3 e pós-desmolde.....	89
Tabela 33. Número de observações necessário por estação.....	91
Tabela 34. Procura e Lead Time por linha.....	97
Tabela 35. Número de caixas por linha	97
Tabela 36. Custos de movimentação - Pré-montagem (Nave 3) - Antes	104
Tabela 37. Custos de movimentação - Pré-montagem (Nave 3) - Depois	104
Tabela 38. Resultados atuais - Pré-montagem (Nave 7)	105
Tabela 39. Resultados esperados - Pré-montagem (Nave 7)	105

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CNC – Controlo Numérico Computadorizado

JIT - *Just in Time*

L_T - *Lead Time*

MRP – *Material Requirement Planning*

NNVA - *Necessary Non-Value Added*

NVA - *Non Value-Added*

P - Procura

PDCA - *Plan-Do-Check-Act*

P_S - Prazo de Segurança

P&D – *Patch and Detail*

Q - Quantidade

T/C - Tempo de Ciclo

T/O - Tempo de Operação

TA - Tempo de Atravessamento

T_D - Turno Diário

TN - Tempo Normalizado

TPM - *Total Production Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

TQC - *Total Quality Control*

TT - *Takt Time*

VA - *Value Added*

VSM - *Value Stream Mapping*

WIP - *Work -In-Process*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o enquadramento da dissertação e expostas as motivações da mesma, mostrando como o *Lean Thinking* pode ser fundamental na resolução de problemas. Posteriormente, são apresentados os objetivos propostos e algumas formas de os alcançar, bem como a metodologia de investigação a ser utilizada e a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

Os benefícios da implementação da metodologia *Lean Production* (Krafcik, 1988; Womack et al., 1990) e a sua ligação ao Sistema de Produção da Toyota (Ohno, 1988) tem servido de referência em todos os sectores industriais (Amaro et al., 2019), não sendo exceção o sector náutico de luxo. A partir desta metodologia, Womack e Jones (1996) desenvolveram os princípios *Lean Thinking*, pensamento associado ao aumento da competitividade, reduzindo os desperdícios, e os processos que não acrescentam valor ao produto final, respeitando o princípio de fazer mais com menos (Womack et al., 1990; Womack & Jones, 1996).

A indústria náutica de luxo, numa contínua expansão e desenvolvimento, necessita de uma constante procura por melhoria contínua e inovadores sistemas de produção, que deem resposta às exigências dos seus clientes, em que a qualidade é um dos principais requisitos assim como a entrega dentro do prazo. A qualidade do produto, eficiência dos processos produtivos e a melhoria das condições de trabalho dos colaboradores será a motivação para a melhoria dos processos da cadeia de produção dentro das diferentes fases dos processos produtivos da empresa de barcos (Sullivan et al., 2018).

A melhoria dos processos de produção será o desafio da dissertação que irá ser desenvolvida na Empresa de Barcos, uma empresa da indústria náutica de luxo. Esta é uma multinacional norte-americana que produz barcos de lazer e recreio, para os clientes mais exigentes. Um estudo detalhado sobre o estado atual das fases de produção alvo, será o ponto de partida para uma alteração dos procedimentos produtivos e implementação de ferramentas de melhoria contínua, sempre focado na segurança dos colaboradores e na eficiência de todos os processos, para ir de encontro ao conceito de *human-centric* e a outros pilares da indústria 5.0 (Breque et al., 2021).

Esta surge na perspetiva de estratégias direccionadas para a sociedade, centrada no homem e mais resiliente. Assim, pretende-se usar uma abordagem personalizada a fim de trabalhar cooperativamente com o colaborador, não ameaçando postos de trabalho ou a segurança dos mesmos. Algumas das fases

de produção dos barcos estão em processo de mudança devido ao investimento numa nova nave de produção que obrigou à alteração de *layout* e a mudanças nas rotinas existentes. Este será o momento certo para o desenvolvimento deste projeto, que servirá para melhorar as secções de produção atualmente em reconfiguração como a carpintaria, pré-montagem, estofos e *small parts* (Freitas et al., 2021).

1.2. Objetivos

O objetivo principal desta proposta de investigação passou pela implementação dos princípios *Lean Thinking*, numa perspetiva de melhoria dos processos de produção de um produto de luxo numa empresa de barcos. Estas melhorias passaram por:

- Reduzir desperdícios;
- Reduzir *Work-In-Process* (WIP);
- Reduzir o tempo de produção dos barcos;
- Aumentar a fluidez do fluxo produtivo;
- Aumentar a motivação dos colaboradores;
- Reduzir custos de produção.

Para se alcançar estes objetivos foi necessário realizar:

- Mapeamento dos processos produtivos;
- Estudo de tempos de produção;
- *Gemba walk* para identificação de desperdícios;
- Implementação correta de 5S+1 e Gestão Visual;
- Estudo da implementação pontual de um sistema *Pull* e sistema *Kanban*;
- Reconfiguração do *layout*;
- Formação aos colaboradores.

1.3. Metodologia de Investigação

Nesta dissertação a metodologia de investigação mais adequada é a metodologia Investigação Ação - *Action Research* - designação em inglês, desenvolvida por Kurt Lewin, sendo esta investigação caracterizada por “*learning by doing*” (O'Brien 1998). Esta metodologia é aquela que se ajusta melhor à dissertação uma vez que é considerada com o método que auxilia a identificar e corrigir os diferentes problemas que podem surgir no *shopfloor*.

Na investigação-ação existe o envolvimento de todas as partes interessadas na investigação e não apenas do investigador, mas também dos colaboradores, através de entrevistas, sugestões, conversas formais e informais. Esta metodologia envolveu cinco fases ilustradas na Figura 1.

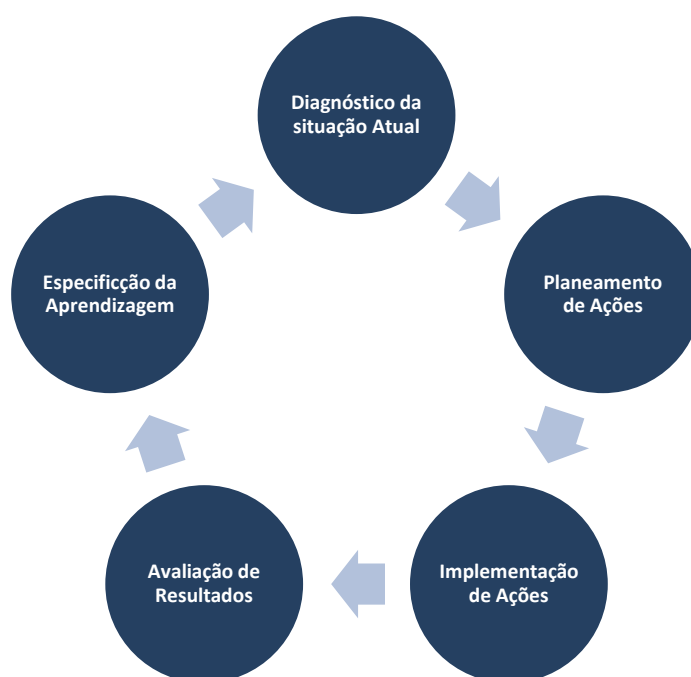


Figura 1. Metodologia de Investigação - *Action Research*
(Adaptado de O'Brien, 1998)

Na primeira fase realizou-se o diagnóstico onde foi feita uma avaliação detalhada dos diferentes processos produtivos durante um período dois meses, em que se utilizou ferramentas de diagnóstico como *Value Stream Mapping*, Diagrama de *Ishikawa*, *Gemba Walk*, numa perspetiva da análise das áreas produtivas, e após observações intensivas no chão de fábrica.

Na segunda fase, foi elaborado o planeamento de ações durante as quatro semanas seguintes ao período de diagnóstico, onde foram definidos os projetos alvos de melhoria a abordar e qual a melhor solução para cada um deles. Existiu um foco maior na laminação de *small parts* e pré-montagem, uma vez que esta dissertação foi inserida num programa de estágio profissional na empresa, não sendo possível focar em apenas uma área.

Posteriormente, na terceira fase, foram implementadas ao longo de seis semanas as ações de melhoria, após serem validadas pela empresa. Nomeadamente, implementou-se a introdução de uma caixa para pequenos componentes, numa primeira fase um caixa piloto em barcos de maior dimensão e numa segunda fase em todas as linhas com um controlo intensivo. Foram feitas nesta fase também a identificação de alguns equipamentos de movimentação de grandes peças

Na quarta fase, foi realizada a avaliação do resultado e a respetiva discussão, ou seja, foi feito um controlo e avaliação das melhorias implementadas durante quatro semanas, e discussão sobre o estado da produção após as mesmas serem postas em prática.

Por último, na quinta fase que teve a duração de três semanas, foram retiradas as conclusões sobre os resultados obtidos e se estas foram de encontro aos que era expectável, e em que medida podem ser adaptadas, definindo também o plano para implementação das propostas não implementadas.

1.4. Organização da dissertação

Esta dissertação está dividida em sete capítulos. No capítulo 1 é feita a introdução, onde é apresentado o enquadramento do trabalho, os objetivos propostos para a dissertação, a metodologia de investigação utilizada e onde se insere a organização da dissertação.

No capítulo 2, fez-se uma revisão bibliográfica com enfoque no *Lean Production System*, onde foram destacadas a sua Origem, o *Toyota Production System* (TPS), princípios *Lean Thinking* e desperdícios associados. Foram apresentadas diferentes ferramentas *Lean*, utilizadas como ferramentas de diagnóstico e ferramentas de intervenção, na secção final do capítulo, foi feita uma abordagem á indústria 5.0.

No capítulo 3 é feita uma apresentação da empresa onde foi desenvolvida a dissertação, caracterizando a localização em Portugal, apresentando a missão e visão dada pela empresa aos colaboradores e é feita a apresentação do tipo de produtos produzidos nas instalações em Portugal.

No capítulo 4 é apresentado a descrição e análise crítica do estado atual. Este capítulo é composto por uma primeira secção de descrição do *layout* da fábrica, as matérias-primas utilizadas e os seus principais componentes, bem como uma descrição do processo produtivo, expondo as fases de produção pela qual passa o produto. Na segunda secção são caracterizadas as estações de produção alvo de estudo nesta dissertação. A dissertação foi focada numa área de laminação da empresa, foi por isso feita uma caracterização pormenorizada de cada estação, para ser possível compreender as atividades executadas na linha de laminação de *small parts*. Feita esta caracterização, é apresentado na última secção do

capítulo, a análise crítica e identificação de problemas com recurso a análise ABC, mapeamento de processo através da ferramenta VSM, bem como identificados outros problemas em diferentes áreas da empresa de barcos.

No capítulo 5, são apresentadas as propostas de melhoria para a área de laminação, e as propostas para os problemas identificados em diferentes áreas. No capítulo 6, é feita a análise de resultados das propostas apresentadas nas diferentes áreas, como algumas propostas foram implementadas, é feito também a apresentação dos resultados obtidos, nas propostas não implementadas é apresentado os resultados esperados se estas fossem implementadas. No capítulo 7, é feita uma conclusão da dissertação e faz-se referência a oportunidades para trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é explorada uma vertente mais conceptual da dissertação, onde serão apresentados os conteúdos e metodologias a serem desenvolvidos e aplicados, apresentando a base da filosofia *Lean*, das suas ferramentas e do TPS, bem como alguns dos seus conceitos e temas incindíveis da sua origem.

2.1. *Lean Production System*

Lean Production System foi a designação usada por Krafcik (1988) ao sistema utilizado pela Toyota, o TPS, no seu artigo “*Triumph Of The Lean Production System*”. Krafcik (1988) utiliza o Fordismo, de Henry Ford, como termo de comparação, de forma a caracterizar *Lean Production* apresentando as suas distinções e resultados, que originaram o seu triunfo.

Lean Production é “*Lean*” – (magro), porque utiliza menos recursos, comparado com a produção em massa, para alcançar os objetivos de entrega atempada de produtos de qualidade, materiais e informação, sem nenhuns desperdícios e focados no cliente. Para além disto, utiliza menos recursos humanos na fábrica, menos espaço nas infraestruturas, menos investimento, menos horas de trabalho, menos transportes e menos inventário, sendo estas mudanças no paradigma da produção que resultam em menos defeitos e uma maior e crescente variedade de produtos (Womack et al., 1990) para alcançar a produtividade e qualidade (Krafcik, 1988).

A filosofia *Lean* torna-se numa vantagem competitiva, traduzindo-se no elemento diferenciador entre as empresas e a confiança do mercado.

2.1.1. Origem

O conceito de *Lean Production* é desenvolvido na base do aproveitamento dos recursos através da eliminação dos desperdícios. Este conceito foi particularmente importante no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, devido aos escassos recursos humanos e financeiros assim como de matérias-primas que levaram a redução da produção em massa. As fábricas da indústria automóvel, em particular a Japonesa Toyota, perceberam a necessidade de alterar o seu sistema, e viram na procura pela perfeição, a chave para o sucesso, através da redução de custos, satisfação do cliente, redução de inventários e lead-times mais curtos (Krafcik, 1988; Melton, 2005) .

Lean Production acabou por se tornar a designação ocidental para o TPS desenvolvido nas fábricas da Toyota por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, criando um sistema focado na qualidade do produto e cada vez

mais automatizado (Melton, 2005) sentindo por isso a necessidade de melhorar o seu sistema de produção.

Ao contrário do que Ford fazia no seu sistema de produção em massa, acumulando grandes quantidades de WIP ao longo do processo produtivo, a Toyota não tinha condições para fazer o mesmo devido aos reduzidos orçamentos, e ao pouco espaço nas fábricas e em armazenamento. Era necessário produzir quantidades reduzidas de vários modelos com uma grande qualidade, a um preço reduzido e um *lead-time* curto e flexível (Womack et al., 1990).

2.1.2. *Toyota Production System*

A necessidade de redução de custos mantendo a qualidade, levou o *Toyota Production System* a distinguir os seus dois pilares: *Just-in-time* (JIT) e *Autonomation* ou *Jidoka* (designação em japonês), focados na eliminação total dos desperdícios (Ohno, 1988).

Taichii Ohno através da publicação do seu livro “*Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*” em 1988, descreve estes dois conceitos de forma clara e como eram encarados na Toyota, assim como Jeffrey K. Liker e James M. Morgan no artigo científico “*The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development*” publicado em 2006 (Liker & Morgan, 2006).

O pilar JIT é focado no abastecimento correto e atempado de itens apenas quando necessário, na quantidade exata e local correto, visando reduzir ou eliminar os níveis de stock e inventário desnecessários (Liker & Morgan, 2006; Ohno, 1988). O conceito de JIT necessita do conceito de *Pull Production System* para que possa ser definido, em que o sistema *Pull* (puxado) limita a quantidade de WIP que pode estar no sistema, ao contrário do sistema *Push* (empurrado), onde este limite não está definido. Posto isto, o sistema pull necessita que exista um pedido ou previsão de necessidade por parte do cliente ou entidade a jusante para que aquele pedido seja processado e satisfeito de modo a facilitar a execução da metodologia JIT definida anteriormente (Hopp & Spearman, 2004).

Para tornar os problemas existentes visíveis, o segundo pilar do TPS, é o *Autonomation* ou “*Automação com um toque humano*”. De forma a respeitar a primeira condição imposta pela Toyota de eliminação dos desperdícios, inconformidades e excessos, foi necessário criar um sistema que de forma automática, pare, se existir a probabilidade de um produto ser produzido com defeito (Ohno, 1988).

A palavra *Jidoka*, seria aquela que iria vingar e tornar-se o título para o conceito de *Autonomation*, facultar às máquinas ou às pessoas a possibilidade de parar o sistema de forma autónoma caso detete uma falha. Para a emissão desse sinal de ajuda feito pela máquina ou operador, criou-se um sistema de

“*andon*”, que emitiria um sinal luminoso e sonoro de alerta, e num curto espaço de tempo, beneficiaria da ajuda para verificar e corrigir a falha que tinha sido detetada.

Este sistema *Jidoka*, permite reduzir a probabilidade de os defeitos se espalharem pela produção e toda a cadeia de valor, sendo assim possível contornar as falhas, e evitar que possam mesmo chegar ao cliente final, prejudicando o princípio de satisfação do cliente e de melhoria contínua imposto pela Toyota (Liker & Morgan, 2006).

Segundo Ohno (1988, p.45) *“A fábrica opera para a empresa como o corpo humano trabalha para o indivíduo. De forma automática o sistema nervoso, responde até quando estamos a dormir. O corpo humano funciona de forma saudável quando é tratado de forma cuidada, alimentado, hidratado, exercitado de forma frequente, e tratado com respeito. Apenas quando um problema surge é que nos preocupamos com o nosso corpo. A mesma coisa acontece com as fábricas. Nós devemos ter um sistema nas fábricas que responda automaticamente quando um problema ocorre”*.

Para uma caracterização mais sólida e de fácil interpretação, o TPS é facilmente compreendido através da casa do TPS, como apresentado na Figura 2, tornando-se esta num “*ícone cultural no mundo da produção*” (Liker & Morgan, 2006).



Figura 2. Casa do TPS
(adaptado de Liker & Morgan, 2006)

Os pilares da casa do TPS, assentam nos processos estáveis e trabalho normalizado – *Standard Work*, e do nivelamento da produção, conhecido como *Heijunka* em japonês. Quando o trabalho é nivelado existe a oportunidade de padronizar processos e permite saber a quantidade de inventário que é necessária existir em *stock*.

TPS define como objetivos a melhor qualidade, os custos mais baixos, a redução do *lead time*, melhorias na segurança assim como a oportunidade de melhor moral, e a redução do fluxo de produção pela eliminação dos desperdícios (Alves et al., 2014).

2.1.3. Princípios *Lean Thinking*

A vantagem da produção *Lean* parte pela compreensão do *Lean Thinking* e é nesse sentido que Womack e Jones, após o lançamento do seu primeiro livro “*The machine that changed the world*” em 1990, lançaram o livro “*Lean Thinking*” em 1996, sendo este visto como um guia de orientação para as empresas que explora o pensamento *Lean* e os seus cinco princípios determinantes. O *Lean Thinking* é encarado como um antídoto para o desperdício, reduzindo ou eliminando o que não acrescenta valor na perspectiva das necessidades e requisitos do cliente (Alves et al., 2012). Os cinco princípios podem ser sucintamente definidos como (Womack & Jones, 1996):

1. Valor: A satisfação do cliente é alcançada na medida em que o produto ou serviço vai de encontro às expectativas deste, estabelecendo o seu valor, sendo imperativo identificar o que é valorizado pelo cliente final e quais as características que justificam a sua aquisição.
2. Identificar a cadeia de valor: Identificar “*todas as ações para levar os produtos até ao cliente*”, este mapeamento de todas as fases da cadeia de valor de um produto ou família de produtos, quer seja um fluxo físico ou de informação, permite categorizar em três dimensões as operações da cadeia de valor, as que acrescentam valor ao produto, as que não acrescentam valor ao produto, mas são necessárias e as que não acrescentam valor e podem ser eliminadas (Womack & Jones, 1996).
3. Fluxo: Consiste no processo de produção sem interferências e ineficiências de produção que prejudiquem a cadeia de abastecimento, sendo o fluxo contínuo de trabalho atingido ao manter o foco no produto e removendo barreiras de produção como a execução de uma única tarefa em grandes lotes, privilegiando práticas como *one-piece-flow*, repensando assim diferentes práticas de fluxo contínuo que contrastam com a produção em massa (Melton, 2005; Womack & Jones, 1996)
4. Pull: O sistema *pull* garante a necessidade do mercado de um produto, funciona como um pedido de produção de um bem à fábrica e garante que apenas se produz quando é necessário, impondo um limite na produção, o que permite reduzir os níveis de inventário e custos associados (Hopp & Spearman, 2004).

5. Perseguir a Perfeição: A nunca satisfação com o estado atual, permite nunca parar de procurar melhor, sendo a perfeição um princípio que tem de estar intrínseco na cultura das organizações, a sua perseguição deve ser do conhecimento de todas as partes envolvidas com a organização, e o seu contributo diário deverá ir de encontro a esse objetivo. *“Não existe o fim do processo de redução de tempo, espaço, custos e erros”* (Womack & Jones, 1996).

Os princípios apresentados anteriormente, são tão importantes quanto o envolvimento e comprometimento das pessoas dentro e fora da organização, sendo a perseguição pela perfeição o mais exigente na ótica de melhoria de processos e atividade, eliminando desperdícios - *Muda* – (designação em Japonês) (Alves et al., 2014).

2.1.4. Tipos de desperdícios

A produção *Lean* é desenvolvida para alcançar o objetivo de zero defeitos e zero desperdícios, para isso utiliza uma série de ferramentas que se aplicam à redução ou eliminação dos diferentes desperdícios que podem ocorrer. Ohno (1988) identifica estes desperdícios e classifica-os como os “*sete tipos de desperdícios*”. Segundo Ohno (1988), a redução destes sete desperdícios permite reduzir os custos de produção e aumentar os lucros através de uma eficiência operacional, para isso o autor foca-se em dois pontos: a necessidade de produzir apenas o necessário utilizando a mão-de-obra necessária, assim como olhar para cada linha de produção individualmente e depois como um todo.

Quando se avalia um desperdício, não se está a avaliar um desperdício individual, remete-se para uma cadeia de desperdícios, cadeia de causa e efeito, onde um desperdício leva a outros (Koskela et al., 2013). Não sendo o grande problema um desperdício específico, mas sim toda a cadeia de desperdícios que são originados por ele, sendo que estes podem ser identificados através da Figura 3.

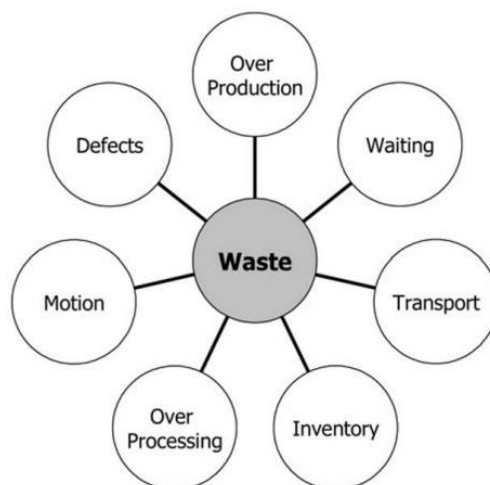


Figura 3. Sete tipos de desperdícios (Melton, 2005)

Os sete desperdícios identificados e alvo de redução/eliminação, segundo Ohno (1988) e outros autores (Rajab et al., 2022; Wahab et al., 2013) são:

1. Sobreprodução: É a produção de produtos que não são necessários ou que não tem um cliente final associado, não acrescentado valor. Este desperdício origina outros novos desperdícios como o aumento de inventário com custos associados.
2. Esperas: As esperas acontecem quando o tempo não está a ser utilizado de forma eficiente e os produtos estão parados, este tipo de desperdício incide sobre os produtos, mas também sobre os trabalhadores que não estão a ser produtivos, pode acontecer, por exemplo, devido a falhas de stock de matérias-primas ou equipamentos de produção que não estão operacionais (ex: *setup*).
3. Transporte: É responsável pela transição de componentes e produtos entre postos de trabalho, sem que exista uma operação de criação de valor para o cliente.
4. Sobreprocessamento e/ou processamento incorreto: É a utilização de vários processos ou máquinas para executar uma tarefa que poderia ter sido executada de forma mais simples obtendo a mesma qualidade de produção. Muitas vezes, resulta da falta de um método de produção detalhado ou falta de investimentos em máquinas mais eficientes.
5. Inventário: Pode ser de matérias-primas, de WIP ou produtos acabados que estão armazenados mais tempo que o necessário. A existência de inventários em excesso aumenta o *lead time*, dificulta a rápida deteção de problemas e obriga a necessidade de existir maior espaços de armazenamento.
6. Movimento: São considerados os movimentos desnecessários que o trabalhador tem de fazer para executar as suas funções, tal como se dobrar ou a rotação do tronco no seu posto de trabalho, sendo estes considerados como problemas ergonómicos do trabalhador ou das tarefas que executa e que levam a perdas de produtividade e problemas de qualidade.
7. Produção com defeitos: Consiste na produção de um produto ou componente que não tem qualquer utilidade por ter sido produzido com defeito, o que implica uma perda direta de custos, mas também de retrabalho e atrasos.

A definição de desperdício tem três conceitos associados de origem japonesa, *Muda*, *Muri* e *Mura* designando de 3M (Liker, 2004) , o que caracteriza tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto. Os três conceitos representam diferentes tipos de desperdícios, sendo eles:

- Muda: é o desperdício causado por toda a atividade que usa recursos, mas não tem valor para o produto e que pode ser caracterizada por todos os sete desperdícios acima indicados. É ainda dividido em duas dimensões: as atividades que não tem qualquer valor, mas são necessárias (não podem ser evitadas) e as atividades que não tem qualquer valor e podem ser evitadas (Chandra & Noya, 2014).
- Muri: é o desperdício causado pelas infraestruturas inadequadas, ferramentas e ambientes pouco ergonómicos. O stress que o trabalhador possa sentir durante o seu trabalho indicia um desperdício Muri.
- Mura: Pode ser visto como o resultado dos dois conceitos anteriores. Num sistema produtivo desregulado existe a variabilidade dos processos, existindo momentos em que as máquinas e as pessoas não conseguem responder às necessidades da procura, bem como momentos em que o trabalho diminui. Assim, está associado a perdas de material, produtos com defeitos ou volatilidade de volume de produção (Liker, 2004). É o desperdício que acontece através de processos instáveis ou variabilidade dos processos, pode acontecer devido à falta de uniformização dos processos e imprevisibilidade da procura.

2.2. Ferramentas *Lean*

Neste capítulo apresentam-se algumas ferramentas utilizadas na filosofia *Lean*, e que foram as utilizadas na elaboração desta dissertação. Estas ferramentas são utilizadas com o objetivo de identificar e reduzir desperdícios, criar metodologias de trabalho mais eficientes num princípio de melhoria contínua, aliado às práticas normalizadas de trabalho.

2.2.1. Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM), designado em português por “Mapeamento de Fluxo de Valor”, consiste numa ferramenta *Lean* desenvolvida por Rother e Shook, (1999), com o objetivo de representar todo o fluxo de materiais e a informação de um produto ou uma família de produtos ao longo de toda a cadeia de valor. É, por isso, utilizada como uma ferramenta de diagnóstico, de forma a identificar problemas uma vez que através da sua representação é mais simples a identificação de desperdícios, como “*bottleneck*”, e de oportunidades de melhoria. Para a execução de um VSM, Rother e Shook (1999) estabeleceram quatro etapas:

1. Identificação da família de produtos: Esta identificação deve ser feita através dos produtos com maior importância, tendo em conta a variedade de produtos numa organização. A família de produtos é descrita como aqueles que passam por um processo de produção semelhante através da utilização de equipamentos comuns. Esta identificação da família de produtos é facilmente feita através de uma análise ABC, de forma a serem seleccionadas em 3 categorias os diferentes produtos estudados.
2. Representação de um VSM do estado atual: Com recurso à simbologia adequada, elaborar um VSM que represente todo o processo produtivo atual.
3. Elaboração de um novo VSM: Este VSM irá representar o estado futuro e terá como objetivo a melhoria dos processos e fluxos de material e informação.
4. Implementação de melhorias: Nesta fase são implementadas as melhorias possíveis, diagnosticadas através do VSM, com recursos a ferramentas *Lean*.

Um VSM tem também de respeitar alguns princípios, e necessita de dados como:

- Tempo de Ciclo (T/C)
- Tempo de *setup*
- Número de operadores
- Procura (P)
- Disponibilidade do Turno
- *Lead Time* (L_T)
- Inventário
- *Takt Time* (TT)

O VSM requer a utilização de uma simbologia específica, essa simbologia pode ser encontrada na Figura 81 do Anexo 1.

Um mapeamento de processo bem estruturado e completo, permite criar uma perceção visual da cadeia de valor como um todo e, para além disto, permite que sejam tomadas decisões que eliminem ou reduzam desperdícios (Santos et al., 2012).

No VSM são usadas várias ferramentas auxiliares, como, por exemplo, o diagrama de *Ishikawa* ou diagrama causa-efeito. Este pode ser utilizado como uma ferramenta de suporte ao VSM, uma vez que este também funciona como uma ferramenta de diagnóstico ao analisar categorias como o Ambiente, Pessoas, Máquinas, Processo, Medidas e Material.

O diagrama de causa efeito é uma ferramenta útil para identificar possíveis causas de um problema e para ajudar na análise de como essas causas podem estar interrelacionadas. Após a identificação das causas raiz do problema, as organizações podem tomar medidas para evitar que o problema ocorra novamente.

2.2.2. *Kaizen*

Kaizen divide-se em duas partes, "*Kai*" que significa - mudança - e "*Zen*" que significa - bom - associadas uma a outra representam uma mudança para melhor (Imai, 2012). A palavra *Kaizen* foi amplamente difundida por Missaki Imai no seu livro "*Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success*", sendo esta uma palavra de origem japonesa que se refere à melhoria contínua. O processo de melhoria contínua é aquele que inclui todos os colaboradores de uma organização - gestores e operadores- de forma a procurar alcançar melhores práticas e rotinas organizacionais focadas sempre na melhoria. Esta reestruturação cultural origina uma redução de custos, melhor qualidade do produto e permite aumentar o comprometimento dos colaboradores (Imai, 2012).

Kaizen obedece, por isso, ao quinto princípio do *Lean Thinking* de perseguição da perfeição como: qualidade, eliminação dos desperdícios, desenvolvimento pessoal, standards visuais, processos otimizados e resultados (Coimbra, 2009).

Para o desenvolvimento de uma estratégia *Kaizen*, é fulcral o apoio e comprometimento da gestão de topo, que deve ser demonstrado de imediato para o sucesso dos processos *Kaizen*. Esses processos podem ser apoiados por ferramentas como a produção JIT (referido na secção 2.1.2), *Total Quality Control* (TQC), *Total Productive Maintenance* (TPM) e *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) (Lonnie, 2010).

Numa primeira abordagem à estratégia *Kaizen*, é necessário identificar e compreender bem o problema de forma clara para encontrar a sua origem. O ciclo PDCA ou Ciclo de Deming, nome do seu autor, é um dos pilares da melhoria contínua e ajuda nessa abordagem estratégica (Coimbra, 2009). Este termo consiste num ciclo de fases que pressupõe uma mudança no processo através do seguimento, em sequência, de fases distintas. Estas fases, passam por uma análise e verificação do procedimento, de forma a ser possível planear uma melhoria no processo produtivo.

Desta forma, a utilização do ciclo PDCA, destina-se à criação de novos métodos de melhoria respeitando um conjunto de quatro fases, em que cada fase depende da execução da fase anterior (Coimbra, 2009). Foi denominada a sigla PDCA, por cada uma das quatro letras ser a primeira letra da palavra de cada fase do ciclo:

- *Plan* – Identificação e análise do problema. Esta é a fase de diagnóstico do problema onde são delineadas e planeadas as tarefas que serão alvo de estudo para melhoria com base nos dados recolhidos na análise;
- *Do* – Define a execução do processo de forma a alcançar a melhoria;
- *Check* – Consiste na verificação e *follow up* dos resultados alcançados, estabelecendo uma comparação com os resultados anteriores;
- *Act* – Padronização do processo após a sua avaliação e elaboração de novas propostas de melhoria possíveis.

2.2.3. Técnica 5S+1

A técnica 5S é uma ferramenta *Lean* associada ao *Kaizen*, muitas vezes vista como o primeiro passo para o *Kaizen*. Esta funciona como um mecanismo de organização baseado em cinco passos, de forma a tornar o chão-de-fábrica visualmente atrativo e organizado (Namcev et al., 2018). A técnica 5S é baseada em cinco palavras de origem japonesa que começam com a letra S, em que cada palavra representa uma atividade a ser desenvolvida, de forma a responder a questões como: "Temos tudo o que precisamos no chão-de-fábrica?" e "Precisamos de tudo o que temos no chão-de-fábrica?" (Imai, 2012). Assim, segundo Imai (2012), estes cinco conceitos são:

- *Seiri* (Separação): Separar o que é necessário do que não é necessário, mantendo apenas o essencial no local de trabalho. Este processo irá aumentar o espaço disponível.
- *Seiton* (Organização): Organizar todos os itens considerados essenciais de forma correta, simples e intuitiva de forma a tornar clara a sua existência ou falta dela. Esta tarefa promove a organização facilitando a procura ou armazenamento de uma determinada ferramenta ou matéria-prima.
- *Seiso* (Limpeza): Limpar o local de trabalho, mas também as ferramentas que foram utilizadas, mantendo tudo, o que é necessário para o funcionamento da atividade, limpo tornando assim mais atrativo o trabalho e facilitando a identificação de problemas.
- *Seiketsu* (Normalização): Normalizar os processos acontece quando os 3S's anteriores estão interiorizados e respeitados. A normalização acontece com o respeito pelos procedimentos definidos para alcançar a organização do posto de trabalho.
- *Shitsuke* (Disciplina): Fazer com que os colaboradores compreendam os benefícios dos 4S anteriores, de forma que consigam respeitar e cumprir as normas definidas.

Embora a técnica 5S esteja completa com as cinco palavras e conceitos supramencionados, é cada vez mais comum a designação de 5S+1, em que o adicional é o conceito de Segurança. A Segurança como forma de melhorar as condições de trabalho dos colaboradores e que estes consigam desempenhar as suas tarefas da forma mais segura possível respeitando os seus direitos a um ambiente de trabalho seguro e confortável (Alves et al., 2019).

2.2.4. Gestão Visual

A gestão visual tem particular relevância na eficiência e eficácia dos processos e a forma como estes são interpretados e controlados pelas pessoas (Pinto, 2008). A gestão visual atua no sentido de tornar os problemas visíveis, aqueles que estão fora de controlo, pois se uma anomalia não pode ser detetada, também não pode ser resolvida. É neste sentido que a gestão visual facilita a compreensão e comunicação da informação, sendo utilizada para transmitir informação de qualidade, de fácil precessão, intuitiva, relevante e correta aos colaboradores (Imai, 2012).

Uma utilização correta de ferramentas de gestão visual, permite criar rotinas intuitivas nos colaboradores, na organização de materiais com aplicação de 5S (referido na secção 2.2.2), mas também na interpretação de uma necessidade existente, visível através de gráficos, tabelas, *andons* e outros quadros de apoio à gestão visual, que podem aumentar a eficiência do colaborador (Lonnie, 2010).

2.2.5. *Standard Work*

O *Standard Work*, ou trabalho normalizado, pretende gerar a melhor combinação entre as pessoas e os equipamentos, utilizando a menor quantidade de trabalho, espaço e inventário, de forma a satisfazer uma determinada procura. Para isso, é necessário respeitar regras fundamentais do TPS, como a especificação das operações em termos de tempos e sequência de resultados (Emiliani, 2008).

O trabalho normalizado visa o princípio de definir os melhores métodos de trabalho para cada processo, para reduzir a variabilidade dos processos, redução de desperdícios e de custos, aumento da qualidade do produto, capacidade de previsão de prazos de entrega e de menor duração. Numa relação direta com o desempenho dos funcionários, o *Standard Work* permite uma maior facilidade na aprendizagem de novas operações e polivalência de execução de tarefas, uma vez que a informação é visível e inequívoca (Emiliani, 2008).

Para executar o *Standard Work* de forma correta é necessário elaborar três diagramas: *parts-production capacity worktable*, *standard operations combination chart* e *standard work sheet* (Productivity Press Development Team, 2002).

Segundo Grichnik et al. (2009), a implementação de *Standard Work* permitiu, nas organizações que o executaram corretamente, um aumento de produtividade na ordem dos 20% e uma redução até 30% do *lead time*. Esta implementação depende do compromisso e valorização que a gestão de topo e funcionário tenham em relação ao *Standard Work* e a sua potencialidade, este compromisso é alcançado através da formação dos funcionários e gestão de topo e da atribuição de responsabilidade para que a adesão aos *standards* se mantenha, lembrando que o esforço pela melhoria e por *standards* mais exigentes não deve terminar.

De forma a auxiliar a definição de *Standard Work*, o *Takt time* é essencial para avaliar o ritmo a que é necessário produzir de forma a satisfazer uma determinada procura. Este tempo serve de referência na avaliação dos tempos de ciclo de cada operação numa determinada linha de produção. Para que a linha satisfaça a procura, os tempos de ciclo tem de ser inferiores ao *Takt Time* ($T/C < TT$).

O *Takt Time* de uma linha de produção pode ser definido a partir da equação seguinte:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível\ para\ a\ produção}{Procura}$$

Em que o Tempo disponível para a produção é por norma o tempo do turno de trabalho deduzindo as pausas programadas, e a Procura, a necessidade do cliente, interno ou externo.

2.3. Indústria 5.0

A Indústria 5.0 (I5.0) parte como um inovador paradigma nas organizações após a já conhecida indústria 4.0. Esta está virada para uma estratégia sustentável, focada nas pessoas, e cada vez mais resiliente, muito para além da produção de bens e serviços com vista a obtenção do lucro (Breque et al., 2021). Os pilares da Indústria 5.0 são três e estão representados na Figura 4.



Figura 4. Pilares da Indústria 5.0
(Breque et al., 2021)

Nesta nova abordagem, a tecnologia introduzida pela Indústria 4.0 é utilizada sem prejudicar ou afetar o trabalho do colaborador, sempre respeitando a sua segurança e bem-estar (Bessa, 2020).

Sendo um paradigma focado nas pessoas e na sustentabilidade, na justiça social e na responsabilidade social por parte das organizações, é um dos principais focos e diferenças em relação à anterior indústria 4.0, pois os fundamentos para alcançar a sustentabilidade são o primeiro ponto para uma tomada de decisão, apoiada pela já existente tecnologia implementada (Breque et al., 2021).

2.3.1. Pessoas

A I5.0 coloca as pessoas no centro da abordagem estratégica, sendo a tecnologia utilizada a favor das pessoas, em que a pergunta a ser feita é o que a tecnologia pode fazer por nós e não o que nós podemos fazer pela tecnologia. A tecnologia é adaptada às necessidades do colaborador no processo de produção e não o contrário. Aliar a inteligência humana e a tecnologia deve ser visto como um investimento sustentável e não como um custo desnecessário (Breque et al., 2021).

Esta introdução de uma visão mais focada nas pessoas, leva a que a qualidade de vida e satisfação pessoal cresçam, reduzindo o desgaste físico e psicológico. As máquinas devem agora executar as tarefas monótonas e repetitivas, logo desgastantes, dando espaço ao colaborador de direcionar a sua criatividade para melhorias dentro da organização (Maddikunta et al., 2022).

2.3.2. Sustentabilidade

A sustentabilidade é um dos pilares da Indústria 5.0, é definida como a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem comprometer as gerações futuras. É por isso associada à capacidade de implementação de processos circulares com o objetivo de reutilizar, reaproveitar e reciclar recursos naturais, reduzir desperdícios e impacto ambiental (Breque et al., 2021).

A indústria 5.0 pretende alcançar organizações mais sustentáveis, em que os seus processos não estejam apenas focados na produção e qualidade, mas também focados nos limites do planeta que devem ser respeitados, não ultrapassando as suas barreiras, estabelecendo objetivos como a neutralidade carbónica até 2050 (Breque et al., 2021).

A tecnologia como a inteligência artificial terá um papel fundamental na ótica produtiva, de forma a alcançar estes objetivos, otimizando recursos, promovendo a eficiência e minimizando os desperdícios (Breque et al., 2021).

2.3.3. Resiliência

A resiliência é o terceiro, e último, pilar da Indústria 5.0. É por definição a capacidade de adaptação às adversidades, sendo esta característica cada vez mais importante nas pessoas, mas também nas organizações. Sendo por isso, um dos fatores diferenciadores entre as organizações. Uma organização resiliente está preparada para se adaptar rapidamente a uma mudança de circunstâncias nas suas cadeias de abastecimento ou produção. Essa preparação tem de responder a qualquer vulnerabilidade que possa ocorrer a qualquer nível, incluindo o chão de fábrica, rede de abastecimento e outros sistemas industriais (Breque et al., 2021).

A Indústria 5.0 vem incutir esta resiliência nas organizações e nas pessoas, em que para além dos processos e informações serem digitais o que reduz o consumo de recursos naturais, torna-se mais atrativo para os clientes, colaboradores e futuros colaboradores. Uma empresa que se adapte às mudanças tecnológicas, transmitirá uma imagem de confiança numa eventual emergência global (Breque et al., 2021).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a empresa onde foi desenvolvido este projeto. Atendendo à confidencialidade da empresa vai-se usar a designação “Empresa de Barcos”. Numa fase inicial é feita uma apresentação da empresa, identificando as suas áreas de negócios, os seus produtos, a sua visão e missão e a forma como se tem expandido em Portugal.

3.1. Empresa de Barcos Multinacional

A Empresa de Barcos é uma multinacional norte americana de produção de barcos de recreio. Atualmente a Empresa de Barcos conta com 18 500 colaboradores espalhados pelas 29 unidades produtivas no mundo (Figura 5), sendo que a maioria está situada nos Estados Unidos da América onde se destaca o seu *Global Headquarters* em *Mettawa*, IL. A Empresa de Barcos é ainda detentora da importante marca e líder de mercado *Mercury*, produtora de motores para embarcações de recreio.



Figura 5. Localização pelo mundo da Empresa de Barcos

3.2. Localização em Portugal

As instalações da Empresa de Barcos Portugal estão situadas na zona industrial de Vila Nova de Cerveira, dispondo de sete naves diferentes que recebem diariamente 900 colaboradores, onde 47,17% são mulheres e 52,83% homens.

A unidade produtiva em Portugal encontra-se em franco crescimento, facilmente identificado com a recente inauguração da sua Nave 7 com 4000 m².

A produção de embarcações semi-rígidas varia consoante os modelos, sendo que atualmente são produzidas embarcações dos modelos *Quicksilver*, *Uttern* e *Bayliner*, com o objetivo de alcançar os 14

barcos por dia, de forma a responder às necessidades dos mercados do Estados Unidos, Canada, América Latina, México, Finlândia, Báltico, Itália e França.

3.3. Missão e Visão

A Empresa de Barcos tem na sua génese a criação de valor e de entregar o melhor produto ao cliente mantendo a sustentabilidade financeira, sem nunca comprometer a segurança dos seus colaboradores. São por isso definidos 3 pilares: Segurança, Qualidade e Desperdícios.

A visão da empresa segue os três pilares mencionados, uma vez que a frase de eleição é "*To be the best plant in the boat building industry and recognized as an agile organization. To achieve our vision, we commit to have as our main focus safety, quality and profitability with the support of the most talented and passionate people in the world*" (Empresa de Barcos, 2023).

3.4. Produtos

Os produtos fabricados pela Empresa de Barcos, variam consoante o modelo e marca do barco. Neste momento a Empresa de Barcos em Portugal é responsável pelas embarcações da marca *Quicksilver*, *Uttern* e *Bayliner*. Estas marcas disponibilizam diferentes gamas de modelos, que variam dos 4,5 metros aos 9 metros de comprimento, sendo estas gamas distinguidas pelas suas siglas representadas na Tabela 1. Siglas por modelo de barco.

Tabela 1. Siglas por modelo de barco

Bayliner	EL	<i>Element</i>
Quicksilver	AXESS	<i>Axess</i>
Quicksilver	CAB	<i>Cabine</i>
Quicksilver	NBR	<i>Bowrider</i>
Quicksilver	CR	<i>Cruiser</i>
Quicksilver	WE	<i>Weekend</i>
Quicksilver	WPH	<i>Pilothouse</i>
Quicksilver	OP	<i>Open</i>
Quicksilver	SD	<i>Sundeck</i>
Uttern	S	<i>Center consoles</i>
Uttern	T	<i>Bowrider</i>
Uttern	C	<i>Weekender</i>
Uttern	D	<i>Cruiser</i>

Na Tabela 2 são apresentados os modelos de barcos produzidos em cada linha de montagem da Empresa de Barcos.

Tabela 2. Modelos de barcos por linha



Linha A

15EL; 17EL; 19EL
455OP; 475AXESS; 505CAB; 505OP
525AXESS; 555CAB; 555OP; 605OP
605SD; 675OP; 675 SD
S45;



Linha B

555NBR; 605NBR; 605CR; 675NBR
675CR; 755OP; 755SD
D59; D65
S53; S59; S65
T53; T59; T65



Linha C

675WE; 625WPH; 705WPH
C70; D70



Linha D

755CR; 805OP; 805CR; 875SD
D77;

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO ESTADO ATUAL

Neste capítulo é feita uma descrição do estado atual das secções de produção alvo deste projeto, seguindo-se uma análise crítica dos processos. Esta análise crítica permitiu uma identificação de um conjunto de problemas, também caracterizados neste capítulo. As propostas para resolver os problemas são apresentadas no capítulo seguinte.

4.1. Descrição geral do estado atual das secções e processos associados

Esta secção apresenta o *layout* da fábrica, nomeadamente as naves de produção, os componentes fundamentais para a produção na Empresa de Barcos e a forma como estes são aplicados. Por fim, são apresentados os processos gerais de produção existentes internamente e alguns processos associados à produção alvo de estudo e intervenção.

4.1.1. *Layout* da fábrica

A Empresa de Barcos divide-se em sete naves de produção, um armazém e um parque para barcos produzidos e semi-produzidos. A Figura 6 representa o *layout* da empresa com a delimitação marcada de cada nave, não estando representada a Nave 6 por não estar inserida no desenho técnico apresentado.

As áreas de produção dividem-se pelas naves apresentadas, da seguinte forma:

- Nave 1 - Laminação de *Small parts*; Desmolde;
- Nave 2- Laminação de *Bige Medium parts*;
- Nave 3- Montagem; Pré-Montagem (Início dissertação);
- Nave 4- Laminação de *Stringers*;
- Nave 5- Tanques;
- Nave 6- Manutenção de Moldes;
- Nave 7- Corte; *Patch & Detail* (P&D); Carpintaria; Pré-Montagem (Final da dissertação);
- Armazém

Esta dissertação foi maioritariamente desenvolvida na Nave 1 e Nave 7, onde estão localizadas as áreas produtivas alvo de estudo e intervenção.

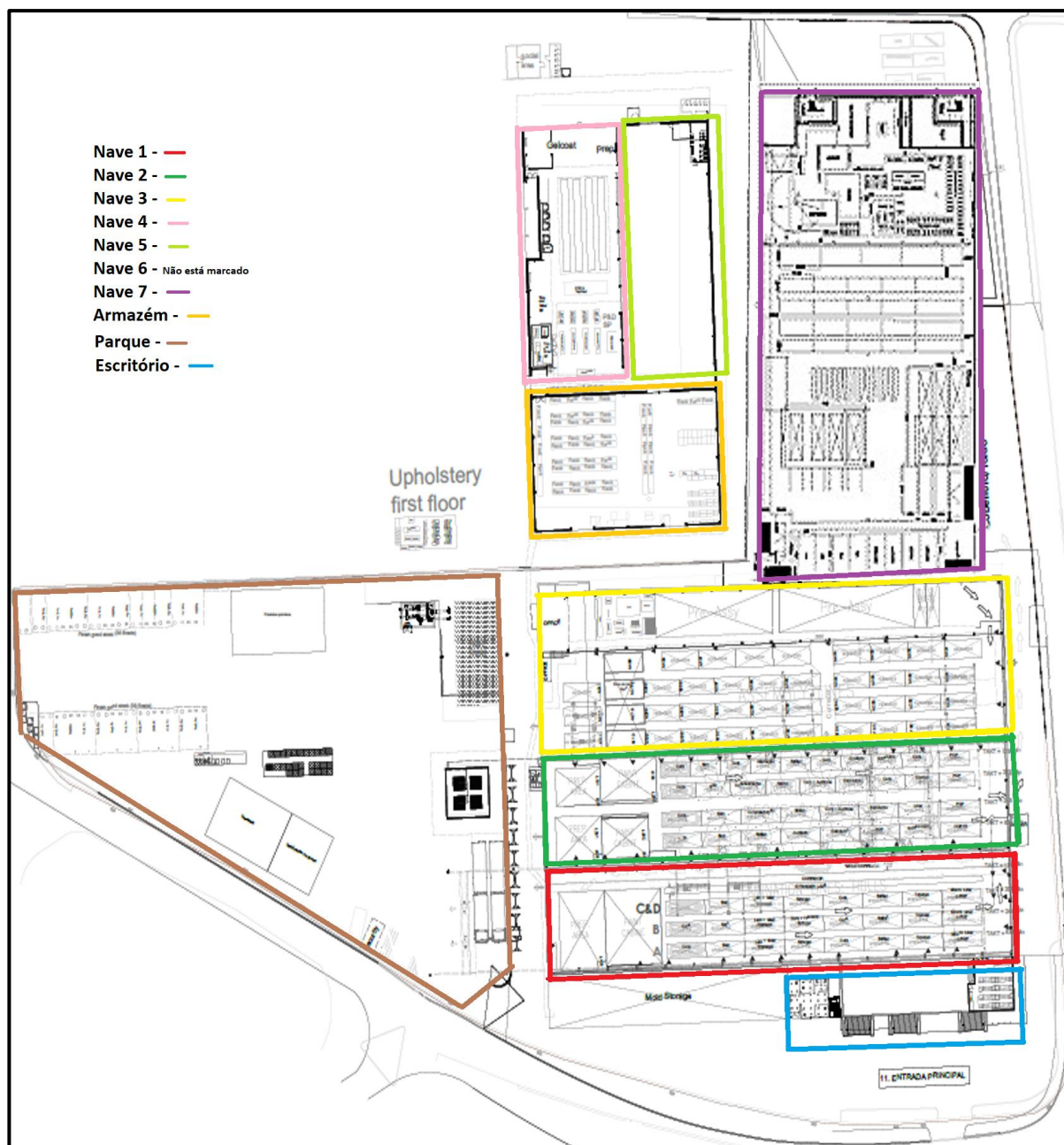


Figura 6. *Layout* da Empresa de Barcos
(Empresa de Barcos, 2023)

4.1.2. Matérias-primas, peças e principais componentes da embarcação

A produção de uma embarcação em fibra de vidro envolve a utilização de diferentes matérias-primas, sendo estas aplicadas e produzidas em diferentes fases do processo produtivo. As principais e que darão a forma característica aos barcos, são a aplicação de resina, fibra e catalisador.

Estes três componentes são essenciais na confecção das peças que envolvem a produção do barco. Para além destas matérias-primas, são utilizados em diferentes modelos e moldes, madeiras, fibras e espumas, também estas consideradas matérias-primas e alvo de transformação na empresa de barco.

As embarcações são compostas também por componentes de fornecedores, de forma a tornar a embarcação mais confortável e segura para o cliente.

4.1.2.1 *Big parts*

As *big parts* são as peças de maior dimensão do barco como o casco e coberta, responsáveis pela definição da forma da embarcação e características desta, sendo as primeiras peças a ser produzidas devido à sua importância e tempo de produção. Assim, estas consistem em:

- Casco: o casco será a peça mais importante de uma embarcação, é produzida através do processo de laminação de um molde de casco, o molde de casco é o que lhe dará a forma característica para cada modelo de barco. Cada modelo de barco terá um molde de casco correspondente e através de um processo de laminação com fibra e resina, duas componentes essenciais na produção de uma embarcação em fibra de vidro, é possível criar as características de flutuabilidade e estabilidade (Figura 7).

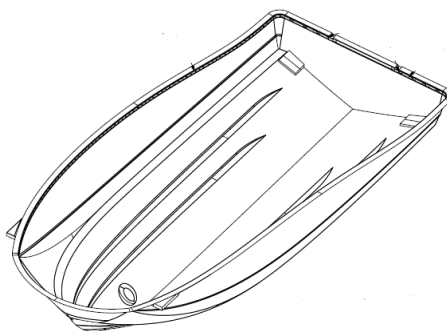


Figura 7. Casco

- Coberta: a coberta de uma embarcação, é em tudo semelhante ao processo de produção de um casco, em que a laminação do molde da coberta, à base de resina e fibra, é utilizada para dar a resistência ao molde, tendo na sua componente a utilização das mesmas matérias-primas que o casco (Figura 8).

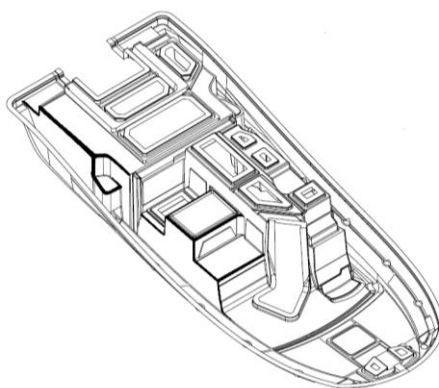


Figura 8. Coberta

Ilustrado na Figura 9, é possível compreender facilmente a forma como estas duas *big parts* se unem e encaixam dando a forma característica de uma embarcação.

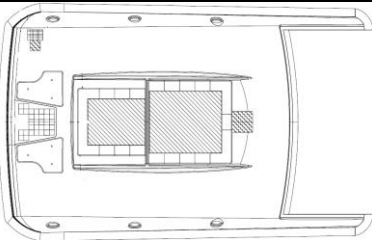
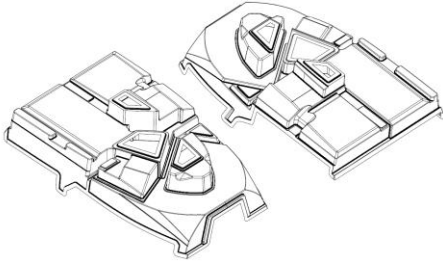


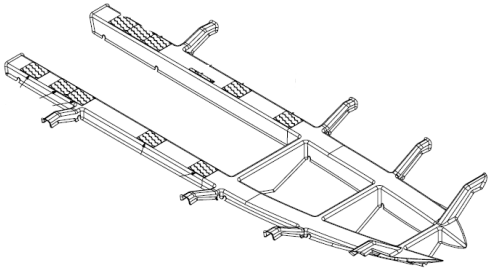
Figura 9. Casco (em baixo); Coberta (em cima)

4.1.2.2 *Medium parts*

As *Medium parts* são consideradas as peças de dimensão intermédia como os *liners*, *stringers* e *hardtop*. Os *liners* são uma peça de dimensão média que encaixará no casco ou na coberta consoante o modelo do barco. Os *stringers*, por sua vez, são uma peça sempre incorporada no casco, nos modelos que assim o exigem, para dar resistência ao casco e normalmente é utilizado nos barcos de maior dimensão. Em relação ao *hardtop*, este é de forma comum apelidado como o “toldo” do barco. As *medium parts* mencionadas estão ilustradas na Tabela 3.

Tabela 3. *Medium parts*

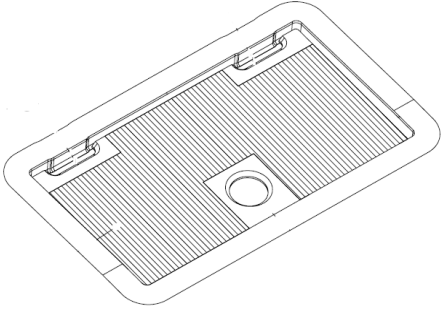
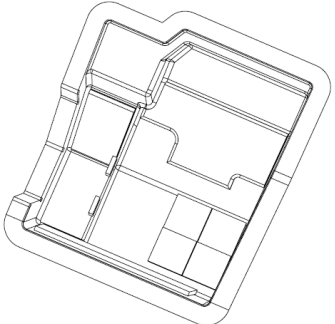
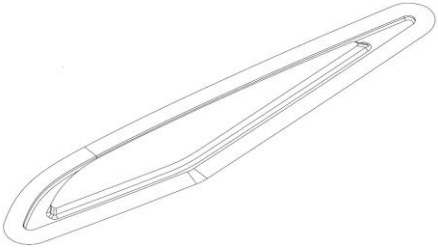
	<i>Hardtop</i> (2,80m x 2m x 0,30m)
	<i>Liner</i> (3m x 2m x 1,10 m)

	<i>Stringer</i> (5m x 1,50m x 0,40m)
---	---

4.1.2.3 *Small parts*

As *small parts* são componentes de menor dimensão que permitem que o espaço do barco seja utilizado de forma útil, pois são as tampas, banheiras, módulo da consola e arrumos, que ajudam a criar compartimentos dentro do mesmo. Estas *small parts* são ilustradas na Tabela 4.

Tabela 4. *Small parts*

	Tampa do assento de popa (0,90m x 0,45m x 0,05m)
	Módulo da consola (0,90m x 0,60m x 0,35m)
	Tampa de ventilação (0,70m x 0,20m x 0,05m)

4.1.3. Processo produtivo e de informação geral

O processo produtivo de uma embarcação em fibra de vidro é bastante manual, tendo apenas uma pequena componente automatizada, o que torna a empresa de barcos dependente da mão-de-obra. O

início da produção de barcos, começa sempre com o pedido do cliente, em que este é direcionado ao departamento de vendas, e o departamento de vendas inicia o pedido de produção para o departamento de compras num primeiro momento de forma a este, através do *Material Requirement Planning* (MRP), garantir que existe todo o material necessário para a produção do barco. Após este processo e receção da matéria-prima é dado início ao processo de produção.

A primeira fase de produção, começa com a preparação do molde de *big Parts* e *medium parts*, esta preparação antecede a entrada na Cabine de pintura. Após a pintura é dado início ao processo de laminação e, posteriormente, de corte, onde é cortada a "pestana" do molde e são feitos todos os furos necessários para incorporar outros componentes. Os moldes já cortados seguem para uma área de qualidade, onde são identificados e reparados todos os defeitos da peça, e após reparados e todas as peças dadas como conformes, segue-se o último processo de produção, a Montagem, onde são montadas as *big parts*, *medium parts* e *small parts* e produtos adquiridos externamente, para se poder embalar o barco, e este seguir para o cliente final. O processo produtivo descrito anteriormente pode ser visualizado e compreendido através do esquema da Figura 10.

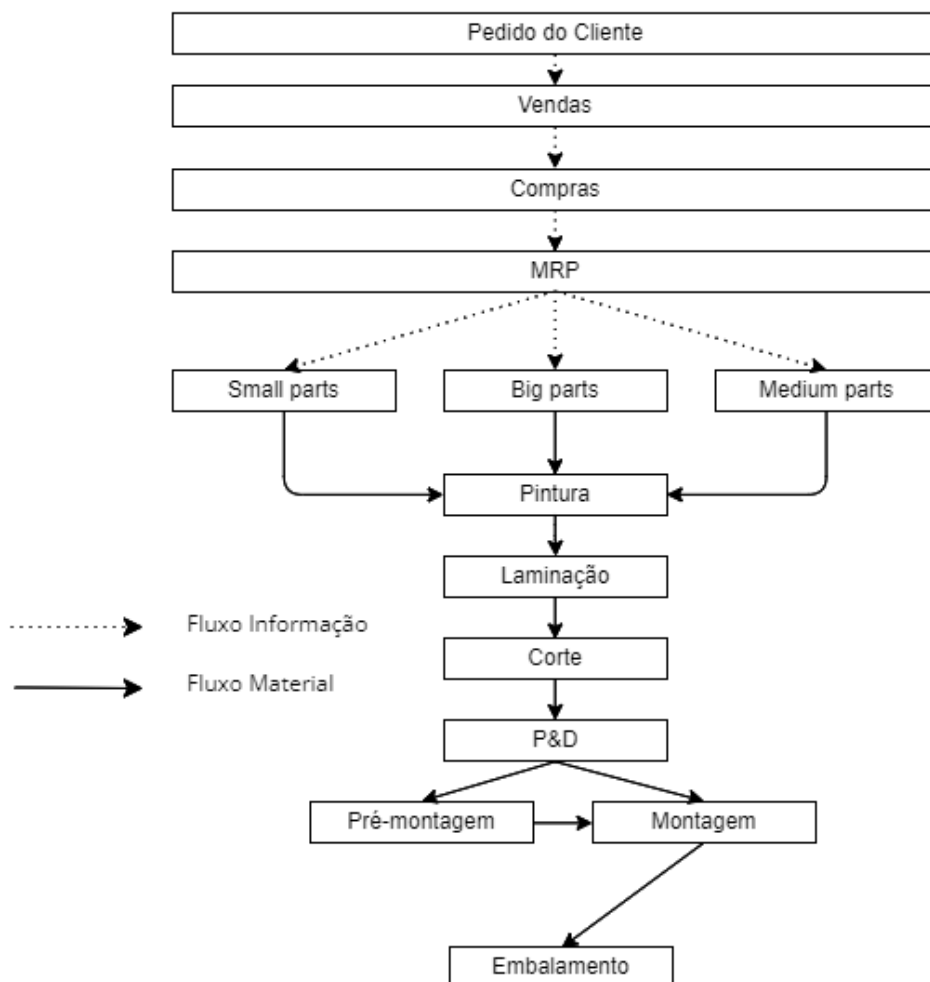


Figura 10. Processo produtivo e de informação geral de produção de um barco

4.1.3.1. Processo de Laminação

O processo de laminação é aquele que visa dar a forma ao barco, através de uma aplicação de produtos e matérias-primas diretamente *nas big parts, medium parts e small parts*. Na primeira fase da laminação, a fibra e a resina são aplicadas, em simultâneo, através de uma pistola para o efeito – *chop* – e, para além disso, é aplicado juntamente com catalisador para tornar mais eficiente o processo de cura, dando robustez à peça. Este processo envolve várias fases, que serão processadas pela ordem representada na Figura 11, até que a peça esteja pronta para seguir para o processo seguinte, o corte.

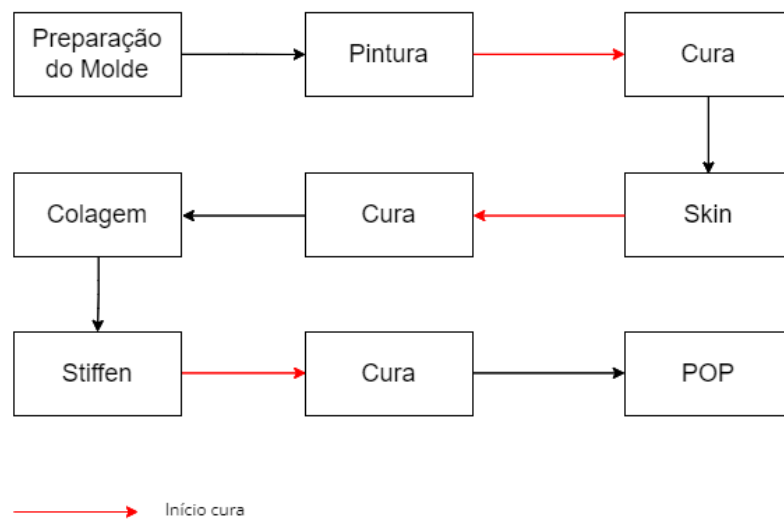


Figura 11. Processo de laminação

4.1.3.2. Processo de Montagem

A montagem é a última fase do processo de produção do barco. Esta fase ocorre em quatro linhas diferentes, consoante a dimensão do barco a ser montado, dividindo-se pelas Linhas A, B, C, D, em que a dimensão crescente do barco acompanha a distribuição pelas linhas. No entanto, em todas as linhas, os processos seguidos são os mesmos e na mesma sequência, como é possível observar na Figura 12.

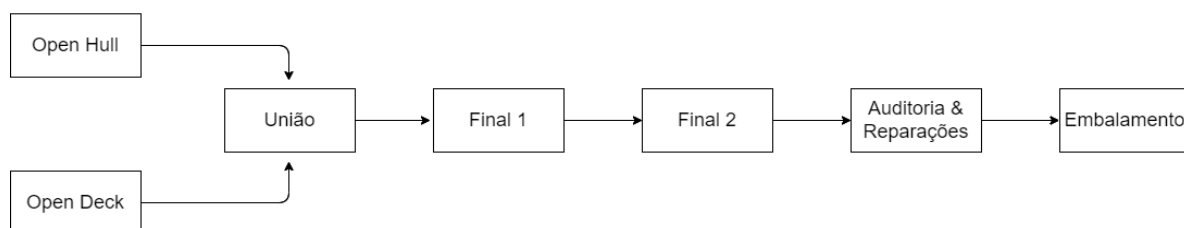


Figura 12. Processo de montagem

Nas etapas iniciais, *Open Hull* e *Open Deck*, todas as *big parts* e *medium parts* produzidas internamente já estão na linha, sendo o processo de preparação do casco e da coberta feitos em simultâneo. Após as duas etapas anteriores é feita a união do casco e da coberta.

Já com a união feita, são montadas todas as *small parts*, que foram inicialmente *preparadas* na pré-montagem, no barco nas zonas de Final 1 e Final 2. Posto isto, e respeitando o princípio de qualidade

exigido pela empresa, o barco segue para uma nova auditoria e processo de reparação se alguma não conformidade originada pelo fluxo da linha for encontrada. Numa fase final, é realizado o teste de água e, por último, o barco é embalado.

4.1.4. Processos associados à produção geral

Nesta secção são apresentados os processos de suporte à produção das embarcações, como a Carpintaria e a Pré-Montagem, que são fundamentais para facilitar o processo de produção, tornando-o mais fluído. Para além disso, estes são uma mais-valia porque tornam o processo de produção mais económico, pois as tarefas são executadas internamente o que se traduz num menor custo necessário.

4.1.4.1. Carpintaria

Uma grande parte dos componentes que são adicionados aos moldes, das diferentes partes dos barcos, são produzidos na carpintaria. A carpintaria trabalha com diferentes matérias-primas entre elas a madeira, plástico e fibra de pano, em que para cada uma delas existe uma máquina CNC associada para o corte das peças. Este corte é feito consoante os requisitos de cada modelo de barco. Posteriormente, é feita a recolha e a distribuição das madeiras, plásticos e fibras, para cada nave, onde as peças cortadas serão utilizadas na preparação dos componentes do barco.

O casco terá na sua estrutura um reforço de madeira, assim como a coberta, para que exista uma resistência superior quando for necessário aparafusar e colar componentes de fornecedor a estes locais.

As madeiras e plásticos cortados na carpintaria são também fundamentais na preparação de pequenos componentes de embelezamento do barco.

4.1.4.2. Pré-Montagem

Esta fase de produção, é aquela que antecede a fase final de montagem do barco. O barco após entrar na linha necessita de uma pré-montagem de pequenos componentes, que não podem ser montados na linha de montagem devido aos elevados tempos de montagem de *small parts*. Na sua génese, esta pré-montagem dedica-se à preparação de tampas de compartimentos laminados na Nave 1, mesas de apoio no deck do barco, plataformas com escada, e consolas onde será preparada toda a parte eletrónica do barco e de navegação necessária.

Após as peças laminadas, seguem para o corte e P&D de *small parts* até que é feita a separação das *small parts* entre as áreas destinadas na pré-montagem. Esta divide-se em dois grandes grupos: *Pré-Assembly* e Consolas, em que cada grupo corresponde a uma zona de produção dedicada à pré-montagem de peças distintas. O esquema da Figura 13 ilustra a sequência de processos das *small parts*,

atravessando a pré-montagem, onde se dividem em *Pré-Assembly* e Consola, até que se unem de novo na montagem.

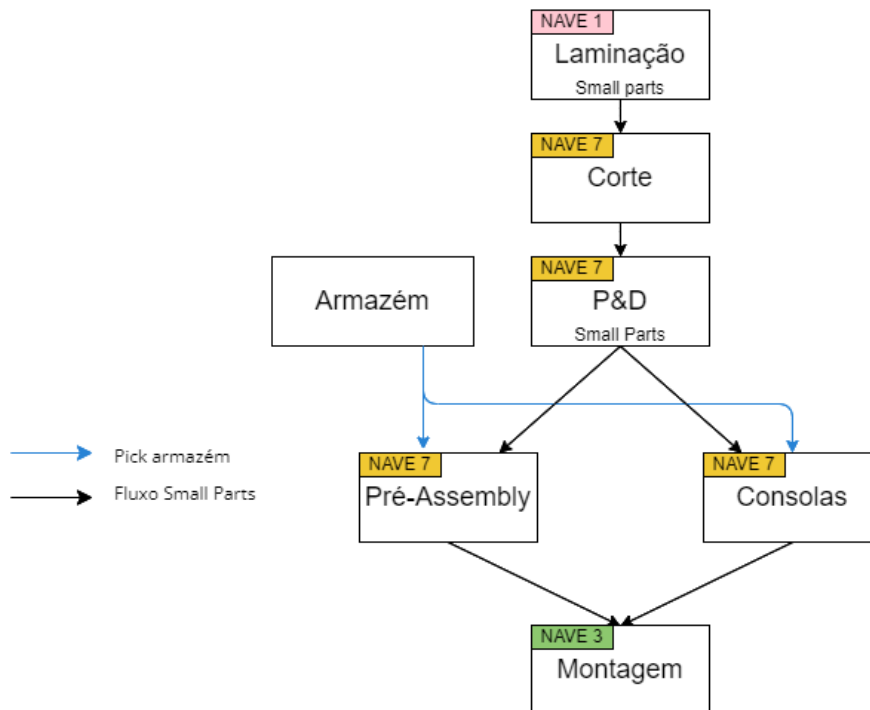


Figura 13. Fluxo das *Small parts* até à Pré-montagem

A *Pré-Assembly* é a zona onde as *small parts* passam por um processo de preparação antes de serem montadas no barco. Esta preparação, consiste na associação de componentes de armazém como dobradiças (Figura 14), parafusos, escadas (Figura 15), anilhas, batentes, entre outros, às *small parts*, de forma a estas conseguirem ser montadas na linha de montagem de forma mais rápida.



Figura 14. Dobradiça montado na tampa



Figura 15. Escada montada na plataforma

A pré-montagem destas peças divide-se em bancadas, em que cada bancada está associada à pré-montagem das peças a que correspondem os barcos por cada linha, ou seja, as *small parts* dos barcos da linha A são pré-montadas na bancada correspondente à linha A.

As Consolas, por sua vez, representam a pré-montagem de todo o material elétrico, como cabos elétricos, botões de navegação, volante, entradas USB, GPS, Rádio VHF entre outros, que necessitam de uma pré-montagem e teste antes de serem colocados no barco. À semelhança do *Pré-Assembly*, estão associadas bancadas de preparação de Consolas para cada linha.

4.2. Descrição do processo alvo de estudo: laminação de *Small parts*

Nesta secção é apresentada a área sugerida pela empresa como a área alvo de estudo desta dissertação, a Laminação de *Small parts* bem como os processos seguintes a esta. Foi caracterizado o processo produtivo na secção inicial e feita uma apreciação crítica do estado atual, após recolha de toda a informação necessária. Uma vez caracterizado todo o processo produtivo, ilustrado na Figura 16, são identificados os desperdícios *Lean* bem como outros problemas passíveis de serem resolvidos. Na secção final são sintetizados todos os problemas identificados, assim como possíveis soluções, desenvolvidas no capítulo seguinte.

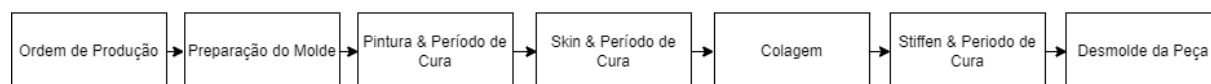


Figura 16. Processos produtivos de *Small parts*

4.2.1. Ordem de produção

O processo de laminação de *small parts* segue o procedimento normal de laminação aplicado às *big parts* e *medium parts*. O processo de laminação destas componentes começa com o pedido do cliente, após este pedido efetuado, é dada a ordem de produção do barco através do *Flowchart* (Figura 17) (a legibilidade reduzida está relacionada com a política de confidencialidade da empresa).

Figura 17. *Flowchart* de produção das *Small parts*

Como os tempos de produção são diferentes, a ordem de produção não é dada no mesmo instante para todas as fases de laminação. Por se tratar de componentes de dimensão inferior, logo um tempo de produção menor, a ordem de produção de *small parts* é dada, regra geral, um dia após se ter iniciado o processo de laminação de *big parts*, também este através do *Flowchart* de produção. Todos as estações de produção operam durante dois turnos.

Feito o pedido de produção à laminação, é dado início à preparação dos diferentes moldes de *small parts* correspondentes ao modelo do barco pedido pelo cliente. Muitos dos moldes da Empresa de Barcos, são partilhados por diferentes modelos uma vez que a marca do barco pode ser a mesma variando apenas o número de compartimentos e dimensão do barco.

4.2.2. Preparação do molde

O processo inicial é a Preparação do Molde, todos os moldes passam por uma preparação antes de entrarem na *Cabine* de pintura. Esta preparação consiste num processo de limpeza do molde, executado por dois colaboradores, uma vez que este esteve exposto a poeiras e outro tipo de sujidade que podem causar defeitos futuros na peça. Estes dois colaboradores preparam os moldes por barco, ou seja, preparam todos os moldes correspondentes ao barco que está registado no *flowchart* para ser produzido.

Para além desta limpeza, é colocada uma fita de papel em todas as extremidades da peça, ilustrado na Figura 18, para que o processo final de desmolde da peça seja facilitado, sem esta fita de papel, quer a tinta quer a fibra e resina, seriam aplicadas diretamente nestas extremidades dificultando todo o processo de desmolde com cunhas, caracterizado na secção final deste capítulo.

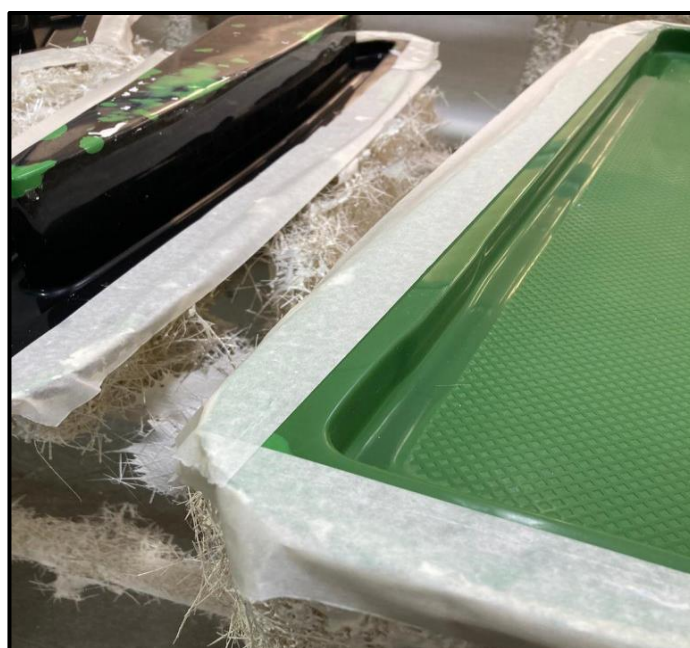


Figura 18. Preparação do molde

4.2.3. Pintura

Após a preparação de todos os moldes correspondentes ao modelo solicitado, estes são colocados dentro da cabine de pintura, para executar o processo de pintura do molde.

O processo de pintura do molde, pode ser feito com tinta branca ou preta, se a peça corresponder à Consola do barco (parte elétrica). Todas as peças são pintadas dentro da cabine, com recurso a uma pistola de tinta, por um colaborador, apresentada na Figura 19.



Figura 19. Cabine de pintura

Todas as peças têm o mesmo fluxo de entrada e saída, sendo este processo executado por lotes, uma vez que são pintados todos os moldes de *small parts* correspondentes ao barco naquele momento, e é dada a saída de todos os moldes para o processo seguinte todos no mesmo instante. Após pintura das peças, dá-se início ao primeiro processo de cura. A cura é o tempo de secagem da peça até que esta possa passar para o processo seguinte, este processo é executado sem recurso a nenhum colaborador, pois o processo de cura é executado através da climatização da nave onde se encontram os moldes, o que origina tempos de cura variáveis devido às inconstantes variações de temperatura da nave.

Atualmente os moldes seguem para o processo seguinte quando existe espaço, e não assim que as peças estejam curadas. Existindo espaço para executar a fase seguinte dá-se início ao processo de skin da peça.

4.2.4. *Skin* e período de cura

O processo de *skin* é aquele onde se aplica a primeira camada de fibra e resina na peça, dando-lhe a resistência e robustez necessária. A estação de skin conta com seis colaboradores a operar indiscriminadamente. O processo inicia-se com a aplicação da pasta de bolhas juntamente com o catalisador, esta pasta é aplicada nos cantos e dobras da peça para encobrir os defeitos de má laminação. Esta pasta é aplicada para que no período de auditoria da peça, em que a peça é testada, não sejam visíveis os defeitos de laminação incorreta, originando bolhas. Aplicada esta pasta, é feita a projeção de fibra e resina através da pistola *chop*, esta pistola corta em pequenas partes a fibra que é projetada na peça de forma a esta poder ser laminada em seguida. Inicia-se o processo de laminação com o rolo de ferro e o pincel, fase de maior importância, pois é aquela que define a maior ou menor qualidade da peça.

Quando terminado o processo de laminação e este esteja conforme os *standards* mínimos, é cortada a “pestana” da peça. Esta pestana deve ser cortada e de forma rápida pois, como a fibra e resina são aplicadas juntamente com o catalisador, esta tem tendência natural a endurecer, o que torna mais difícil o seu corte com o passar do tempo.

Após terminado este processo, é iniciado o novo período de cura da peça pós-skin (Figura 20). A espera que a peça esteja pronta e possa seguir para o processo seguinte consiste numa atividade de valor não acrescentado. Este processo, tal como a cura pós-pintura, é feito através da climatização de toda a nave, não existindo qualquer intervenção humana nem de controlo de temperatura adequado.



Figura 20. Cura pós-skin

4.2.5. Colagem

A fase de colagem da peça, fase seguinte à cura feita pós-skin, é a fase de “enchimento” da peça. O processo de estruturas é realizado por três colaboradores. Este processo inicia-se com a atividade de lixar manualmente as dobras da peça, para posteriormente se dar início à fase de “enchimento”, isto é, é aplicada uma pasta de colagem (Figura 21) preenchendo o corpo da peça, e fixadas as madeiras necessárias para dar a resistência às áreas que serão furadas no Corte. Após a fixação das madeiras, e ainda com toda a área onde foi aplicada a pasta de colagem por secar, toda a área circundante às madeiras é preenchida com tiras de espuma para estas não permitirem eventuais defeitos de qualidade (Figura 22).

O processo de colagem termina assim que as espumas são coladas em toda a peça, não sendo necessário um processo de cura pós-colagem. Posto isto, e existindo disponibilidade da parte do processo seguinte, a peça pode avançar na sua cadeia de valor.



Figura 21. Pasta de colagem



Figura 22. Espumas

As Figura 23 e Figura 24 apresentam a aplicação da pasta de colagem e seguinte aplicação de madeiras e espumas no molde das *small parts*.



Figura 23. Aplicação da pasta e madeiras



Figura 24. Aplicação das espumas

Assim que esta disponibilidade exista, é dado início ao processo seguinte, e último, de atividades de valor acrescentado nesta área de produção, estudado na presente dissertação.

4.2.6. *Stiffen* e período de cura

O *Stiffen* é o processo final e, também, é o mais complexo. Este envolve um conjunto de processos que se repetem consoante o tipo de peça e a sua complexidade a nível de quantidade de madeiras que foram aplicadas no processo anterior.

É um processo realizado por cinco pessoas, em que nenhuma tem uma tarefa definida dentro das tarefas realizadas no processo, trabalhando todas em simultâneo em peças diferentes ou, em alguns casos, mediante a dimensão da peça, duas pessoas na mesma peça.

Inicia-se sempre com uma aplicação de resina em toda a área da peça, de forma a esta ficar humedecida. Feita a primeira aplicação de resina são aplicadas manualmente as tiras de fibras cortadas pela carpintaria da Empresa de Barcos. Esta primeira aplicação de fibra, é sobreposta às madeiras e espumas anteriormente aplicadas na peça, pelo que esta primeira aplicação visa cobrir a totalidade da *small part*, incluindo as extremidades onde será criada uma nova "pestana", como se observa na Figura 25.



Figura 25. Aplicação de tiras de fibra sobre a peça

Executada a primeira fase do processo, esta repete-se de novo consoante a complexidade da peça. Nas áreas onde foi aplicada madeira, são adicionados pequenos retalhos das tiras de fibra para dar uma resistência superior àquela zona específica, pois o contacto com a água pode originar infiltrações, e se a zona onde foi colocada a madeira não tiver uma capacidade de resistência superior, a madeira em contacto com a água pode apodrecer a longo prazo.

Posto isto, a peça está pronta para começar a tarefa mais demorada e final do processo de *Stiffen*, a de laminação com rolo de ferro.

Esta tarefa é semelhante à praticada no *Skin*, sendo aquela que irá definir a qualidade da peça e se esta irá ter defeitos ou não, uma má laminação, origina defeitos como as bolhas, uma das principais causas de não conformidades.

Após o processo de laminação com o rolo de ferro ser finalizado, e a pestana da peça ser cortada de forma manual com uma tesoura, esta entra em um novo e último processo de cura, cura pós-*stiffen*. Decorrido o tempo necessário para a cura ser feita, a peça aguarda disponibilidade por parte do "POP", ou desmolde, para que esta possa ser retirada do molde, e se dê por terminado o processo de laminação de *small parts*.

4.2.7. Desmolde da peça

O processo final de desmolde da peça, é executado através de cunhos e de um martelo de borracha, como se observa na Figura 26. O desmolde da peça é feito colocando os cunhos entre o molde e as tiras de papel aplicadas na Preparação do Molde (Figura 27). Estes cunhos assim que colocados no local

correto, são batidos manualmente com o martelo de borracha por dois colaboradores, trabalhando em peça individuais, até que a peça se solte do molde (Figura 28).



Figura 26. Cunho e martelos para o desmolde

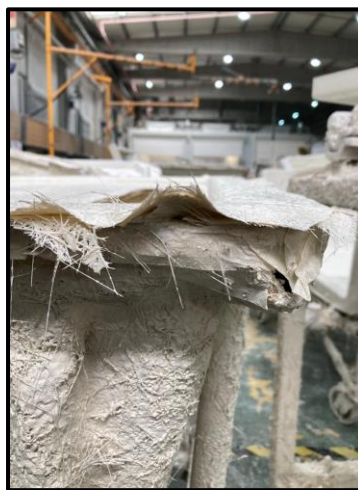


Figura 27. Local de inserção dos cunhos



Figura 28. Cunhos inseridos na peça

Assim que a peça se solte do molde, está pronta para ser colocada, pelo mesmo colaborador, no carrinho adjacente ao local onde é feito o desmolde, para que assim que este carrinho esteja completo com todas as peças correspondentes ao determinado barco, possa seguir para o Corte. Dependendo do número de *small parts* de cada barco, o carrinho pode ser transportado com, no mínimo, um barco ou, no máximo, dois barcos, não existindo espaço na maioria das vezes para um terceiro barco no mesmo carrinho. O processo de laminação de *small parts* termina com a colocação da peça no carrinho, finalizando todas as tarefas executadas na Nave 1, referentes às *small parts*.

4.3. Análise crítica e identificação de problemas

Nesta secção são identificados os problemas durante a análise crítica da área de produção estudada na presente dissertação. Foi feita uma Análise ABC e consequente Diagrama de Pareto para identificar quais os modelos com maior volume de produção entre janeiro 2022 e fevereiro 2023. Posteriormente, foram utilizadas diferentes ferramentas *Lean*, nomeadamente, VSM, diagramas de *Ishikawa* e diagramas de sequência, de forma a executar um diagnóstico correto das áreas estudadas nesta dissertação. As idas ao *gemba* foram fundamentais para compreender a importância de gestão de equipas, de liderança e da formação profissional e como esta afeta o processo produtivo.

4.3.1. Análise ABC por quantidade de barcos

De forma a caracterizar o número de barcos produzidos na Empresa de Barcos, e a importância que cada modelo tem dentro da organização, foi realizada uma análise ABC por quantidade de barcos

produzidos. Este estudo compreende um intervalo temporal de 13 meses, entre janeiro de 2022 e fevereiro de 2023. A análise ABC encontra-se na Figura 68 do Apêndice 1.

A Figura 29, apresenta o Diagrama de Pareto gerado a partir da análise ABC, onde é possível analisar os modelos com maior número de produção.

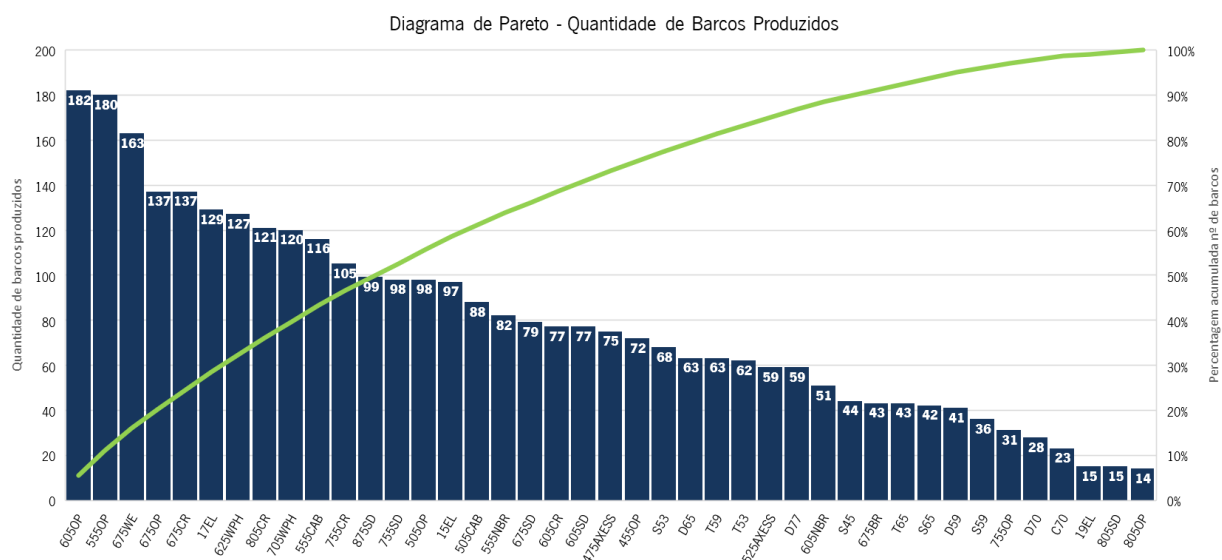


Figura 29. Diagrama de Pareto - Quantidade de barcos produzidos

A partir da análise ABC realizada, é possível identificar que os modelos 6050P, 5550P, 675WE e 6750P, representam 9,75% dos 41 modelos produzidos na empresa de barcos representam 20,31% das unidades produzidas, integrando a categoria A.

4.3.2. VSM: Estado atual - Laminação *Small parts*

Após vários anos em que a Laminação de *Small parts* era feita na Nave 4, no início do ano de 2023 houve uma mudança da área de Laminação de *Small parts* para a Nave 1. Segundo análises anteriores realizadas pela Empresa de Barcos, esta alteração deveu-se à falta de capacidade da Nave 4 para satisfazer o objetivo diário de produção estabelecido de 14 barcos. Partindo do princípio que a falha de capacidade produtiva era fruto de falhas da Nave 4, foi feita uma análise detalhada do processo produtivo na nave atual, nave 1. Para essa análise, recorreu-se num primeiro momento a um mapeamento do processo produtivo através da ferramenta *Lean* de mapeamento, VSM, descrito na secção 2.2.2.

O estudo completo dos tempos cronometrados e a forma como foram obtidos é apresentado no Apêndice 2 e Apêndice 3.

Para a construção correta do VSM foi necessário saber qual a procura requerida pelo cliente (Nave 7), de forma a conseguir calcular o *Takt Time* de cada peça para que esta satisfizesse a necessidade do cliente interno. Foi por isso utilizada a equação (ver secção 2.2.5.), para calcular o *Takt Time*:

Foi considerado como valor da procura o objetivo da Empresa de Barcos de produzir 14 barcos por dia, sendo que o valor considerado para cada barco, era de 15 *small parts* em média, criando uma procura média de 210 peças/dia. O tempo disponível para a produção foi considerado através da duração dos dois turnos de trabalho, 960min. Aplicando a equação mencionada anteriormente, o *Takt Time* seria de 4,57 min.

Após realizadas todas as cronometragens necessárias e contagens do WIP entre estações (Apêndice 2), foi construído o VSM do estado atual que está apresentado na Figura 69 do Apêndice 4. A construção deste VSM permitiu identificar alguns pontos chave de forma a caracterizar o estado atual do processo produtivo, retirando informação para detetar problemas identificados nas secções seguintes. A produção é variável, por isso os valores sofrem enormes variações, pois atividades de valor não acrescentado como, comunicação inoportuna entre colaboradores, deslocações desnecessárias pela área de trabalho, movimentação manual de carrinhos, ritmos de trabalho lentos e falta de motivação, dificultam toda a análise da cadeia de valor da laminação de *small parts*.

4.3.2.1. Elevado Tempo de Ciclo

Realizada a análise dos tempos cronometrados e as contagens necessárias, foi possível analisar diferentes indicadores que permitiram avaliar o estado atual do sistema produtivo apresentado no VSM. Na Tabela 5 são apresentados os tempos de ciclo das diferentes estações de trabalho na laminação de *small parts*.

Tabela 5. Tempos de Ciclo por processo

Estação	Tempos de Ciclo
Prep. Molde	2,81 min
Pintura	2,50 min
Cura	5,45 min
Skin	3,83 min
Cura	6,67 min
Colagem	4,62 min
Stiffen	4,29 min
Cura	6,00 min
Desmolde	4,29 min

Através das várias observações das diferentes estações de trabalho, foi possível identificar o tempo de ciclo da unidade produtiva. Sabendo que o *Takt Time* é de 4,57 min para satisfazer o objetivo de 14 barcos/dia, facilmente se identifica a falha de capacidade do sistema produtivo em satisfazer a procura, uma vez que o seu tempo de ciclo é de 6,67 min, como é apresentado na Figura 30.

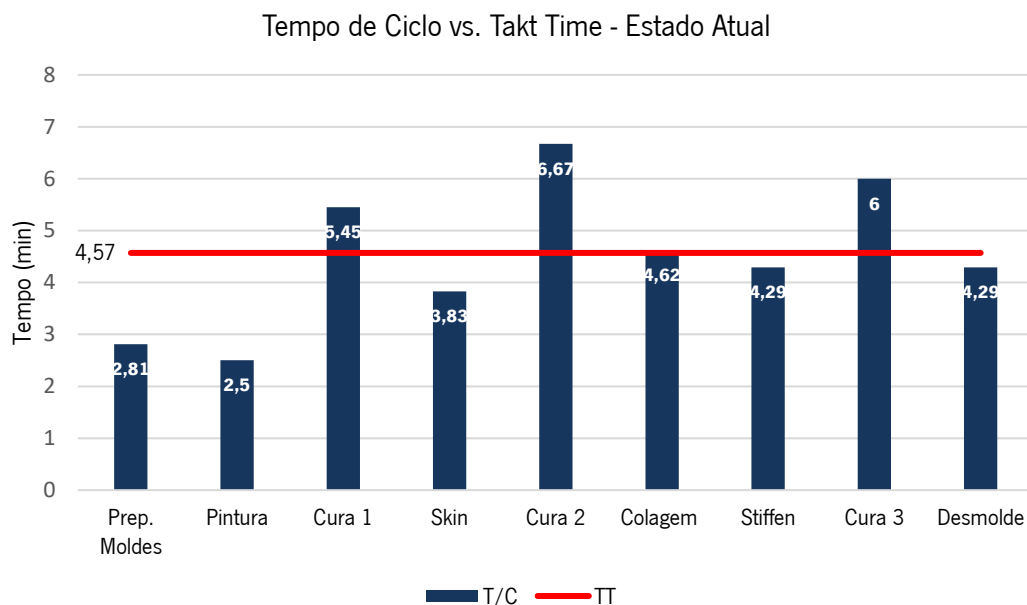


Figura 30. Tempo de Ciclo vs *Takt Time*

O Tempo de ciclo atual é superior ao *Takt Time* que satisfaz a procura/objetivo da empresa, de 14 barcos/dia, existindo uma relação direta entre o Tempo de Ciclo (T/C) e o *Takt Time*, como mostra na Tabela 6.

Tabela 6. Relação do Tempo de Ciclo com o *Takt Time*

Tempo de Ciclo - Atual	<i>Takt Time</i>	Tempo de Ciclo Vs <i>Takt Time</i>
6,67 minutos	4,57 minutos	T/C 45,6% superior ao TT

No estado atual, a Empresa de Barcos fica muito abaixo do objetivo estabelecido, uma vez que cada barco tem em média 15 *small parts* e o tempo de ciclo da linha é de 6,67 min, o que indica que no período de dois turnos de 8h, a laminação de *small parts* produz *small parts* para 9,59 barcos (9 barcos).

Para além dos tempos de ciclo apresentados é também indicado, na Tabela 7, o tempo de operação. Os tempos de operação foram medidos através de várias cronometragens de forma a aferir o tempo que cada peça demora a ser trabalhada.

Tabela 7. Tempo de Operação por peça e número de colaboradores

Estação	Nº Colaboradores	Tempo de Operação
Prep. Molde	2	1 min 16 seg.
Pintura	1	1 min 21 seg.
Cura	-	50 min 7 seg.
<i>Skin</i>	6	7 min 52 seg.
Cura	-	54 min 34 seg.
Colagem	3	10 min 18 seg.
<i>Stiffen</i>	5	11 min 21 seg.
Cura	-	58 min 27 seg.
Desmolde	2	2 min 32 seg.

Os tempos de operação de cada peça apresentados, englobam todas as atividades de valor acrescentado e valor não acrescentado como a movimentação de colaboradores, de carrinhos, deslocações para limpeza de ferramentas assim como paragens não planeadas, presentes nos processos produtivos. Utilizando os valores de referência do VSM, é possível construir a Tabela 8 de indicadores apresentada.

Tabela 8. Indicadores de produção

Tempo de Ciclo	6,67 min
Tempo de Atravessamento	692,46 min
Taxa de produção = $\left(\frac{3600 \text{ seg.}}{T_c}\right)$	9 peças /h
Eficiência = $\frac{Q * T_o}{n^o \text{ Trabalhadores} * T_D}$	67,29 %
Produtividade = $\frac{\left(\frac{n^o \text{ peças produzidas}}{n^o \text{ horas trabalho}}\right)}{n^o \text{ trabalhadores}}$	0,47 peças/h.h

Foram também contabilizados os tempos em que não se acrescenta valor (NVA - *Non Value-Added*) em todo o processo de laminação de *small parts*. Este estudo foi realizado através da análise visual da área de trabalho, onde foram identificadas as principais atividades de NVA, bem como os tipos de desperdício *Lean* associados, apoiado pelos diagramas de sequência apresentados no Apêndice 5. A análise realizada é apresentada na Tabela 9, em que a percentagem de NVA na laminação de *small parts* é de 40%. Pode-se identificar também que a movimentação é o principal desperdício, sendo responsável por 34% das atividades do turno de trabalho.

Tabela 9. Atividades de *Value Added (VA)*, *Non Value-Added (NVA)* e *Necessary NVA (NNVA)* na Laminação de *Small Parts*

Atividades	Tipo de Desperdício	NVA	NNVA	VA	Tempo em Minutos
Procura de material	Movimentação				15
Procura de Ferramentas	Movimentação				18
Produção					238
Espera de materiais	Espera				20
Transporte de carrinho do molde	Movimentação				120
Consultar documentação	Sobprocessamento				15
Limpeza de material	Sobprocessamento				38
Produto acabado transportado para o carrinho	Movimentação				10
Correção de defeitos	Defeitos				8
VA - <i>Value Added</i>	VA				238
NVA - <i>Non Value-Added</i>	NVA+NNVA				243
NNVA - <i>Necessary Non-Value Added</i>	Total				480
		NVA			40%
		Movimentação			34%

4.3.2.2. Elevado *Work-In-Process*

Por força das falhas de coordenação, tempos de ciclo elevados e desequilíbrio do processo produtivo evidenciado através do VSM (Apêndice 4), o *WIP* excessivo foi um dos problemas do fluxo de produção. Entre cada fase do processo de laminação, o inventário acumulava-se sem que existisse disponibilidade para implementação de um sistema *pull* de produção. A Figura 31 e a Figura 32 ilustram o *WIP* que sucede às estações de Pintura e *Stiffen*.



Figura 31. WIP pós-pintura

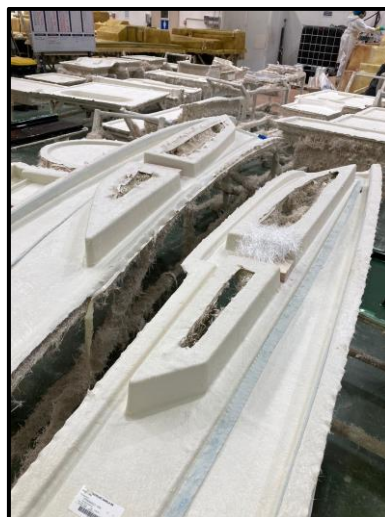


Figura 32. WIP pós-*Stiffen*

Através de idas ao *gemba*, foi possível fazer uma análise visual das causas que originavam este problema, mantendo também conversas informais com os colaboradores e supervisores. Recorreu-se por isso a um diagrama de causa-efeito ou *Ishikawa* para clarificar as causas de elevado *WIP* (Figura 33).

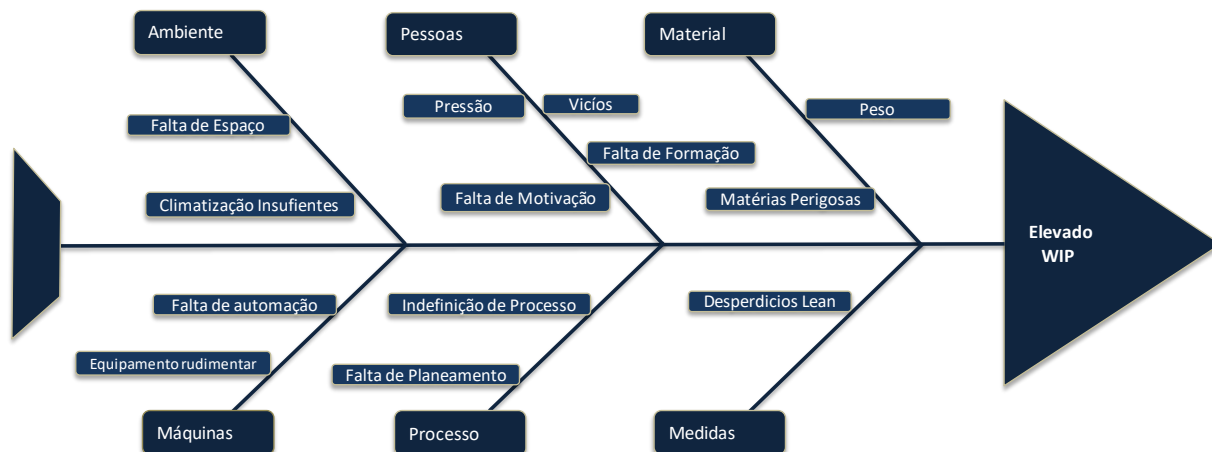


Figura 33. Diagrama *Ishikawa* das causas para o elevado WIP

A organização acredita que a produção nas estações não deve parar mesmo que a estação seguinte não tenha capacidade para absorver as peças que saem da estação anterior. A produção *Push* prevalecia sobre qualquer intenção de reduzir a força de produção, de forma a ajustar as estações para tentar que existisse um fluxo contínuo de peças.

Todo o espaço que existia entre estações era utilizado para colocar peças que tinham sido processadas pela estação anterior, mesmo que a estação que as iria receber estivesse com uma menor capacidade de as processar, ou até estivesse mesmo parada.

As atividades de NVA sobrepunham-se, a qualquer criação de valor, sendo que as peças eram produzidas ao ritmo da disposição dos colaboradores de cada estação, não existindo qualquer coordenação entre os supervisores das estações.

4.3.2.3. Falta de normalização dos processos de produção

Por força da falta de coordenação, definição incorreta de processo de produção e aumento do número de colaboradores sem que estes tivessem o acompanhamento devido, criou-se uma irregularidade no processo de laminação. É ilustrado na Figura 34 o estado atual da laminação de *small parts* e a forma como as equipas se organizam em cada estação, bem como as direções das suas movimentações, com especial foco nas estações de *Skin*, Colagem e *Stiffen*. É caracterizado também na Figura 34 o *WIP* ao longo da linha, em que é marcado o valor deste entre as estações ilustradas.

Existia uma variabilidade nos tempos de execução de tarefas, número de tarefas a executar e sequência de tarefas para os processos, prejudicando a fluidez da linha de produção. Os tempos de laminação inconstantes, pausas não planeadas, bem como todas as atividades de valor não acrescentado presentes no processo, criavam a irregularidade nos processos.

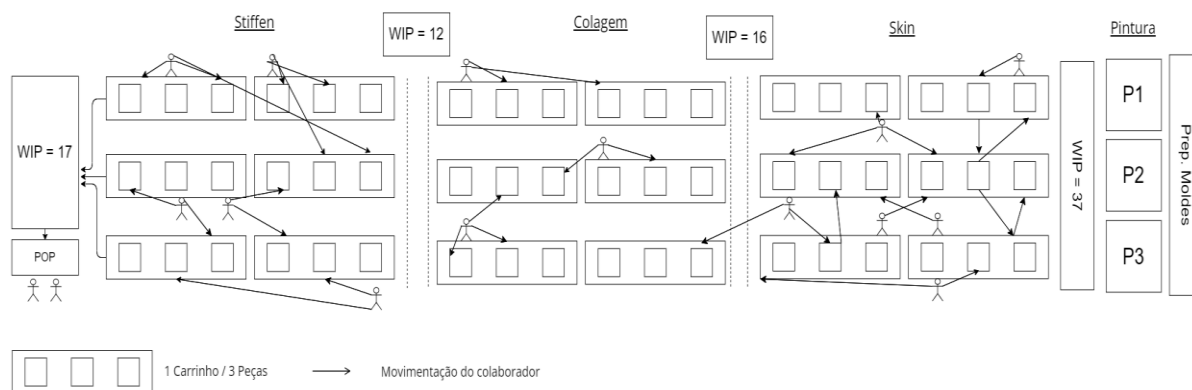


Figura 34. Laminação *Small parts*

Para perceber melhor este problema, foram criados diagramas de sequência-material, para cada estação da laminação, de forma a conseguir identificar qual a sequência de processos a serem executados, e de que forma as tarefas executadas estavam delineadas da forma correta. O diagrama de sequência feito para cada estação de trabalho, descreve a atividade realizada na área, onde em sequência são referidas as diferentes tarefas em cada estação.

As tarefas podem ser classificadas em Operações, Transporte, Controlo, Espera e Armazenagem. Para cada tarefa foram cronometrados os tempos e a distância que o operador percorria na sua execução, sendo posteriormente sumariados.

Todos os diagramas de sequência para cada estação são apresentados no Apêndice 5, nas Figura 70, Figura 71, Figura 72, Figura 73, Figura 74, Figura 75, que permitiram identificar alguns dos desperdícios que ocorriam durante a execução da tarefa pelo colaborador.

Foram ainda sintetizadas as distâncias percorridas pelo colaborador em cada processo de trabalho durante a execução de uma peça, assim como o tempo de valor acrescentado e não acrescentado em cada processo na execução de uma peça. Identifica-se na Tabela 10 que o colaborador dedicava o seu tempo, em média, a 40,3% de atividades de valor não acrescentado, durante todo processo de laminação de uma peça.

Tabela 10. Distâncias e Tempos, em segundos, de VA e NVA

	Distância (metros)	VA	NNVA	Total	% VA	% NNVA
Prep. Molde	35	35	91	126	28%	72%
Pintura	13	68	13	81	84%	16%
Skin	8	360	90	450	80%	20%
Colagem	20	548	70	618	89%	11%
Stiffen	25	530	150	680	78%	22%
Desmolde	8	0	139	139	0%	100%
Total	109				59,7%	40,3%

4.3.3. Outros problemas identificados em diferentes áreas

Nesta secção são apresentados outros problemas identificados em diferentes áreas, durante o desenvolvimento desta dissertação. São identificados e quantificados problemas nas áreas da pré-montagem, armazém, carpintaria, bem como falhas a nível de 5S e gestão visual.

4.3.3.1. Desorganização das estantes/ *layout* na Pré-Montagem

A pré-montagem foi uma das zonas onde foram identificados alguns problemas, sendo que esta no início da dissertação se situava na Nave 3 e posteriormente foi relocada para a Nave 7. Foram divididos e caracterizados nas secções 4.3.3.1.1. e 4.3.3.1.2., os dois problemas identificados, passíveis de serem alvo de melhorias nesta área.

4.3.3.1.1. Pré-Montagem - Nave 3

Uma das principais fases de produção e que mais impacto tinha no tempo de produção do barco era a pré-montagem, uma vez que esta existe para aumentar a fluidez da montagem das *small parts* no barco. No entanto, a pré-montagem devido a uma liderança frágil, no início desta dissertação situava-se na Nave 3, não tinha qualquer organização, e as atividades de NNVA, como as movimentações, eram um dos principais desperdícios *Lean*.

A organização das estantes onde eram colocadas as *pick's* eram deficitárias, assim como o *layout* da pré-montagem. As *pick's* da pré-montagem dividiam-se entre *Pré-Assembly* e Consola (mencionado na secção 4.1.4.2), existindo duas *pick's* diferentes, feitas em simultâneo pelo armazém, e entregues em simultâneo à pré-montagem. Estas *pick's* eram colocadas nas estantes, que se dividiam com a indicação de “Linha # Tampas” e “Linha # Elétrico”, sendo que a Figura 35 ilustra a organização prévia das estantes.



Figura 35. Estante - estado atual

Esta organização juntamente com o *layout* existente, prejudicava a circulação dos colaboradores uma vez que as deslocações até às estantes eram frequentes para ir buscar material necessário para executar a pré-montagem das peças. O *layout* e deslocações dos colaboradores das suas bancadas de trabalho até às estantes correspondentes é apresentado na Figura 36.

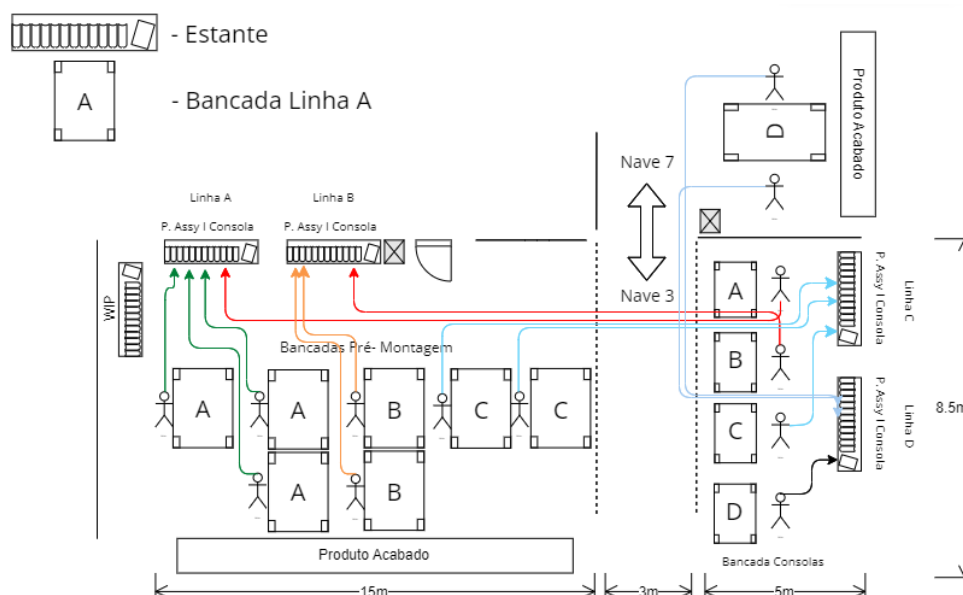


Figura 36. *Layout* e deslocações - Pré-Montagem Nave 3

O *layout* e disposição das estantes era totalmente ineficiente para alguns colaboradores no seu posto de trabalho, sendo forçados a deslocações e perdas de tempo, aumentando as atividades de valor não acrescentado nas suas rotinas diárias. Foram feitas medições dos tempos de deslocação de cada colaborador da sua bancada até à estante onde é colocada a *pick* com os componentes necessários para a pré-montagem da peça, seja a peça uma tampa, onde os componentes estão na *pick* de "P.Assy", abreviatura de "Pre-Assembly", ou uma consola em que o material elétrico para a pré-montagem se encontra na *pick* colocada na estante "Consola". Os tempos das deslocações dos colaboradores das suas bancadas até às estantes são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Tempos de deslocação na Nave 3, em segundos

		Bancada							
		Pré-Assembly				Consola			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Estantes	Linha A	19				63			
	Linha B		30				60		
	Linha C			69				12	
	Linha D				58				5

4.3.3.1.2. Pré-Montagem - Nave 7

O responsável pela pré-montagem alterou a localização da pré-montagem para uma nova nave, a Nave 7. Feita esta alteração para a nova nave, e embora a organização das estantes feita anteriormente se tenha mantido, o *layout* voltou a ser alterado como é ilustrado na Figura 37.

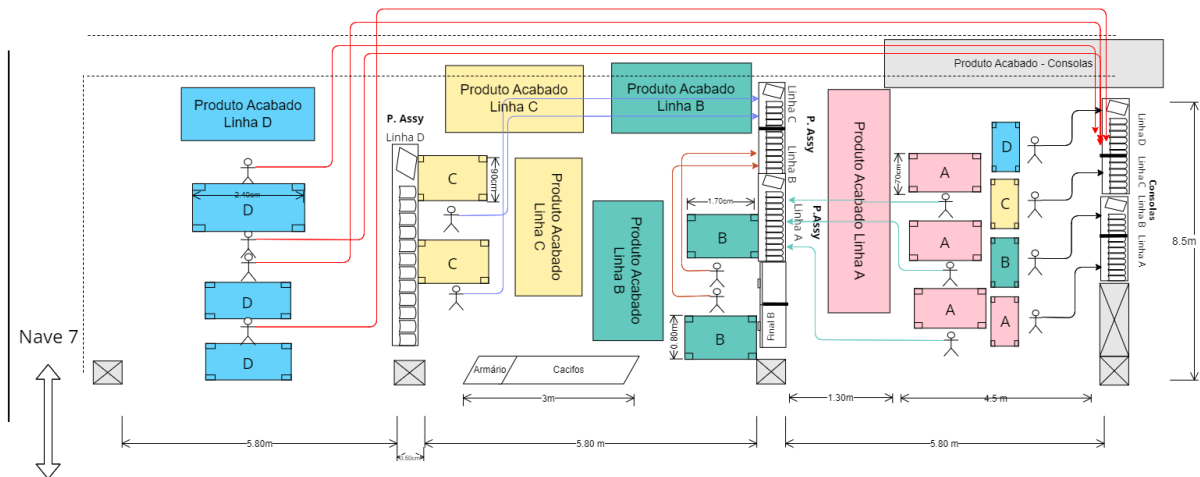


Figura 37. *Layout* e deslocamentos - Pré-Montagem Nave 7 - Atualmente

Com a mudança de localização da Nave 3 para a Nave 7, o *layout* voltou a tornar-se ineficiente. A ineficiência criada por falta de planeamento, voltou a obrigar a tempos de deslocação feitos pelos colaboradores superiores aos que realizavam na Nave 3, para ir buscar os materiais à estante.

Foram novamente medidos os tempos de deslocação dos colaboradores com a alteração da área de produção, estando estes representados na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados dos tempos (em segundos) após alteração do *layout* para a Nave 7

		Bancada							
		Pré-Assembly				Consola			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Estantes	Linha A	41				5			
	Linha B		84				5		
	Linha C			69				5	
	Linha D				105				5

4.3.3.2. Elevado número de extravios nas *pick's* da Pré-Montagem

Devido à desorganização da pré-montagem existia um elevado número de extravio de peças e um consequente aumento do tempo de produção. Por isso, foi realizada uma análise, com recurso a idas ao *gemba* e conversas informais com os colaboradores da pré-montagem e supervisora, e foi identificado como um dos problemas que afetava a produtividade e aumento de peças extraviadas, a forma como as peças e materiais eram colocadas dentro da *pick* (Figura 38).



Figura 38. Caixa transporte da *pick*

Os componentes de menor dimensão eram colocados dentro de sacos de plástico semi-transparentes, como mostra a Figura 39. Dado que existia um elevado número de referências e uma grande quantidade de pequenos componentes fornecidos pelo armazém, estes eram colocados no mesmo saco ou divididos por sacos, o que em nenhum dos casos era a melhor forma para visualizar facilmente quais os pequenos componentes que estavam dentro da *pick*.



Figura 39. Sacos de plástico utilizados na *pick*

A forma como estes pequenos componentes eram armazenados levava a que existisse material extraviado e fosse necessário pedir novamente o mesmo componente ao armazém, dando-se como extraviado o anterior.

Através da Tabela 13 é possível visualizar os resultados apurados de peças extraviadas referentes a janeiro e fevereiro de 2023. O número de peças extraviadas foi retirado do sistema informático da Empresa de Barcos, AS400, através da filtragem das peças de pequena dimensão pedidas novamente ao armazém por extravio das anteriores.

Tabela 13. Quantidade e Custo das peças extraviadas

Mês 23'	Quantidade	Custo
janeiro 23'	403	530,11 €
fevereiro 23'	451	549,29 €
Total	854	1 079,40 €

Em relação aos tempos de produção em cada linha da pré-montagem, estes foram cronometrados manualmente desde o momento em que o colaborador ia buscar a primeira peça à *pick* até que a pré-montagem de todas as *small parts*, referentes aquele barco, estivesse finalizada, não existindo mais componentes dentro da *pick*. Estes tempos estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Tempo de pré-montagem

Linha	Tempo de Pré-montagem (horas)
A	2h 17 min
B	2h 22 min
C	3h 35 min
D	5h 15 min

Através dos tempos de movimentação para ir buscar os componentes da *pick* às estantes registados na secção 4.3.3.1.2, foi feita uma análise das atividades de valor acrescentado e valor não acrescentado. Esta análise, através de cronometragem dos diferentes desperdícios durante um turno de trabalho, permitiu construir a Tabela 15, onde estão representadas as atividades realizadas na pré-montagem.

Tabela 15. Análise Multimomento - Pré-Montagem

Atividades	Tipo de Desperdício	NVA	NNVA	VA	Tempo em Minutos
Procura de Componentes	Movimentação				35
Procura de Ferramentas	Movimentação				18
Produção					325
Espera de material	Espera				13
Ajudar o colega	Movimentação				10
Correção de defeitos	Sobreprodução				23
Produto acabado transportado para o carrinho	Movimentação				10
Arrumar peças no carrinho	Movimentação				8
Outros desperdícios					25
Consultar documentação	Sobreprodução				15
	VA				325
	NVA+NVAN				155
	TOTAL				480
		NVA			29,17%
		Movimentação			16,67%

Através desta análise podemos concluir que a pré-montagem dedica 29,17% do seu tempo de turno, a atividades de valor não acrescentado. Com isto, podemos destacar a Movimentação, um dos desperdícios *Lean*, a que é dedicado 16,67 % do tempo de turno de trabalho.

4.3.3.3. Falta de identificação nos carrinhos de movimentação *Big Parts*

Uma das maiores dificuldades da Empresa de Barcos era a gestão visual e implementação de 5S de forma a facilitar a atividade operacional dos colaboradores. Foram identificadas diferentes falhas na implementação destes ou até a inexistência de qualquer implementação.

Através de *gemba* foram identificadas falhas na identificação dos carrinhos de transporte utilizados para a movimentação das *big parts*. Estes carrinhos não tinham qualquer identificação ou referência aos modelos que podiam ser movimentados nestes, como se pode ver através da Figura 40 onde é possível visualizar um carrinho para a movimentação de uma coberta.

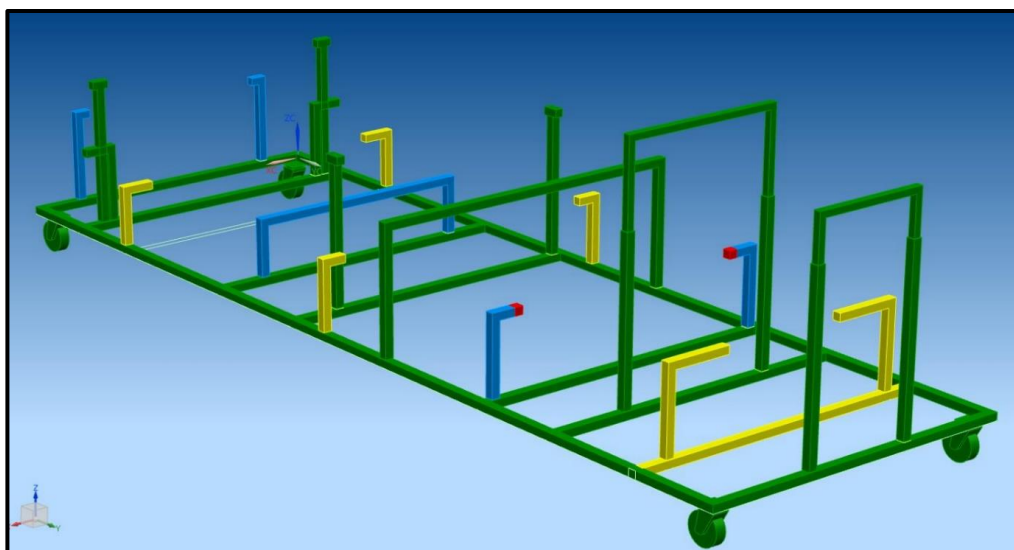


Figura 40. Desenho técnico do carrinho existente com suportes ajustáveis a vários modelos

Para além das falhas de identificação dos carrinhos, existiam tipos de carrinhos adaptáveis a vários modelos, uma vez que era possível levantar ou baixar suportes, consoante as necessidades de sustentação do modelo de coberta como é ilustrado pelas Figura 41 e Figura 42. A não identificação destes suportes induzia em erro os colaboradores no momento do desmolde da peça, uma vez que a peça ficava assente nos suportes incorretos para aquele modelo, provocando defeitos como as fissuras na estrutura da coberta.



Figura 41. Carrinho com suportes ajustáveis



Figura 42. Carrinho com suportes ajustáveis para a coberta do modelo 755CR

4.3.3.4. Falta de marcações e identificação na carpintaria

Devido à nova alteração de localização da carpintaria, esta situava-se num novo espaço, tendo sido transferida da Nave 5 para a Nave 7. A nova localização não tinha nenhuma marcação que delimitasse as áreas de trabalho, bancadas, espaços fixos para colocar paletes e áreas de segurança para máquinas de corte e lixadoras, sofrendo de total ausência da técnica 5S, como é possível visualizar na Figura 43.

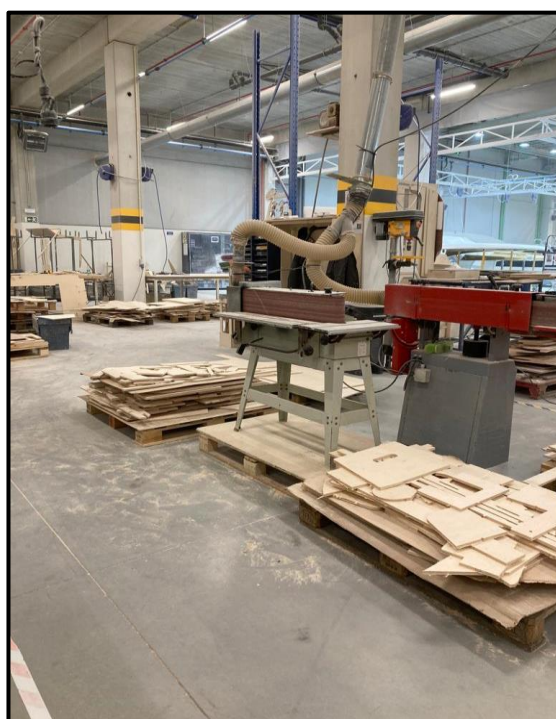


Figura 43. Carpintaria - estado atual

A falta de marcação e identificação tornava confuso a identificação dos locais corretos para colocar os materiais a serem utilizados, bem como os processos que eram executados em cada local.

4.4. Síntese dos problemas identificados

Nesta secção são apresentados alguns dos problemas identificados em cada área da Empresa de Barcos, bem como as causas que os originam e os desperdícios que deles derivam (Tabela 16).

Tabela 16. Síntese dos problemas identificados, soluções e investimento

Área	Problemas identificados	Causas	Consequências	Tipo de Desperdício
<u>Laminação Small Parts</u>	Elevados tempos de produção	Tempo de cura elevado	Incumprimento do <i>Takt Time</i>	Processamento incorreto
		Falta de formação		
	<i>Work-In-Process</i> (WIP)	Descoordenação das estações de produção	Elevado tempo de atravessamento	Sobprocessamento/ Defeitos / Stock
	Falta de normalização dos processos de produção	Falta de Standard no processo	Produção inconstante	Defeitos / Processamento incorreto / Movimentação
		Curto período de formação	Imprevisibilidade do processo	Defeitos
<u>Pré-Montagem</u>	Desorganização da pré-montagem / <i>Layout</i>	<i>Layout</i> incorreto	Tempo de montagem	Stock / Processamento incorreto / Movimentação
		Estantes com organização ineficiente	Material extraviado	Stock
	<i>Pick's</i> da pré-montagem	Falta de 5S	Material extraviado	Stock
		Desorganização na execução da <i>pick</i> pelo armazém	Perdas de tempo na procura do material	Processamento incorreto/ Movimentação
<u>Movimentação</u>	Falta de identificação dos carrinhos de movimentação	Falta de gestão visual	Dificuldade em identificar o carrinho correto	Movimentação
	Falta de identificação dos suportes corretos para cada modelo	Falta de gestão visual	Fissuras nas peças que utilizam o carrinho incorreto	Defeitos / Movimentação
<u>Carpintaria</u>	Falta de marcações e identificação das estações	Falta de 5S	Dificuldade na delimitação de áreas de trabalho	Processamento incorreto

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria sugeridas para as diferentes áreas da Empresa de Barcos. Ao longo de cinco meses foram avaliadas as diferentes oportunidades de melhoria possíveis e avaliada a melhor forma de as abordar. Num primeiro momento recorreu-se à matriz 5W2H apresentada na Tabela 17, para a apresentação de propostas aos problemas identificados e a forma como estas seriam implementadas. Após a apresentação desta matriz, foram desenvolvidas as propostas de melhoria contínua possíveis para cada área.

Tabela 17. Plano de Ações segundo a matriz 5W2H

5W2H						
What?	Why?	Where?	When?	Who?	How?	How much?
Cabine Climatizada	Tempos de Cura elevados	Laminação <i>Small Parts</i> (Nave 1)	A definir	Empresa de Barcos	Aquisição de cabine com temperatura controlada	298.000,00 €
Alteração do processo de trabalho	Descoordenação das estações / WIP	Laminação <i>Small Parts</i> (Nave 1)	A definir	Empresa de Barcos	Normalização da sequência de trabalho das equipas em cada estação	0,00 €
<i>Standard Work</i> / Diagramas de Sequência	Falta de formação / Operações Irregulares	Laminação <i>Small Parts</i> (Nave 1)	A definir	Empresa de Barcos	Implementação de procedimento standard na execução das tarefas	0,00 €
Alteração do <i>Layout</i>	Ineficiência de movimentos	Pré-montagem (Nave 3 e Nave 7)	A definir	Empresa de Barcos	Alteração do <i>layout</i> e infraestruturas de apoio à produção	0,00 €
Alteração da organização das estantes	Extravio de material / Desorganização das estantes	Pré-montagem (Nave 3 e Nave 7)	mar/23	Ricardo Esteves		0,00 €
Caixa para pequenos componentes	Sacos de plástico utilizados para transporte de material	Pré-montagem (Nave 3 e Nave 7)	abr/23	Ricardo Esteves e Equipa de Armazém	Aquisição de caixas para colocar os pequenos componentes avulso	294,00 €
Placas de identificação do modelo	Dificuldade em identificar o carrinho correto para cada modelo	Área exterior	jan/23	Ricardo Esteves e Lean Facilitator	Placas com a identificação da peça e dos modelos para os quais é adequada	50,00 €
Fitas com cores para gestão visual de quais suportes utilizar para cada modelo	Falhas na colocação dos suportes corretos para cada modelo	Área exterior	jan/23	Ricardo Esteves e Lean Facilitator	Marcação com fita dos suportes para cada modelo de barco	10,00 €
Fitas de marcação de área	Relocalização para nova nave sem marcação existente	Carpintaria (Nave 7)	fev/23	Ricardo Esteves e Lean Facilitator	Marcação de todas as áreas de trabalho e máquinas para a produção	10,00 €

Nas próximas secções são apresentadas em detalhe as propostas de melhoria nas diferentes áreas de estudo nesta dissertação. Estas melhorias e investimentos para as áreas de Laminação de *Small parts* e Pré-Montagem, têm em vista aumentar a capacidade produtiva e a redução de desperdícios. São feitas

propostas também para implementação da técnica 5S e gestão visual na Carpintaria e nos carrinhos de movimentação.

5.1. Cabine de cura, reconfiguração e *standard work* na laminação *Small parts*

Estas propostas visam melhorar a produção de *small parts*, reduzindo tempos de ciclos, diminuindo o WIP ao longo da linha de produção, assim como criar um processo normalizado na execução das tarefas de laminação.

5.1.1. Aquisição de uma cabine climatizada de cura

Um dos principais fatores que interfere com o aumento da capacidade produtiva é o Tempo de Ciclo da estação de cura, como mencionado na secção 4.3.2.1. Esse Tempo de Ciclo é superior ao *Takt Time*, o que não permite satisfazer a procura de 14 barcos diários. Por essa razão foi necessário encontrar uma forma para reduzir esse tempo de cura. O agente de cura utilizado é o catalisador (*Butanox M-50*), é utilizado de forma a acelerar o processo de cura, no entanto esta substância química tem limitações de utilização como é apresentado na Figura 83 no Anexo 2.

Esta limitação implica uma quantidade máxima de catalisador a utilizar por perigo de ignição caso atinja uma temperatura superior ao permitido e aconselhado, uma vez que este risco é elevado por a nave não ter um controlo de temperatura. Por essa razão, aumentar a quantidade aplicada do agente de cura não é uma opção a considerar para acelerar o processo de cura.

A proposta apresentada incidiu sobre a redução do tempo de cura das peças pelo controlo de temperatura, sendo esta a única forma para redução do tempo de ciclo da linha sem nenhuma alteração na quantidade de agente de cura.

Foi proposto o investimento numa cabine climatizada para toda a laminação de *small parts*. A Figura 44 ilustra o tipo de cabine climatizada a ser adquirida. Uma cabine climatizada permitiria manter a temperatura controlada dentro desta durante todo o processo de laminação a partir da fase de skin, isto porque a estação de pintura já tem uma cabine de pintura própria. A cabine climatizada seria montada adjacente à cortina dos *outputs* da cabine de pintura. Desta forma, os carrinhos pintados que saem da cabine de pintura entrariam diretamente para a cabine climatizada para executar o primeiro processo de cura de forma controlada.



Figura 44.Exemplo de uma cabine climatizada

Para a execução desta proposta foi necessário fazer um pedido de orçamento para avaliar o investimento necessário nesta estrutura e de que forma se iria obter um retorno a nível de aumento de capacidade produtiva que justificasse esta aquisição. É previsto, segundo os responsáveis pela Engenharia de Produto, que a cabine climatizada reduza o tempo de cura em 25%.

Para a aquisição desta estrutura é necessário ter em conta não só o tipo de Cabine a utilizar, mas todos os geradores de controlo de temperatura, ventilador de extração de gases e todo o quadro elétrico necessário de forma a avaliar a viabilidade do projeto. Para este estudo é considerado não só o investimento inicial, mas também os custos variáveis de manutenção da Cabine anualmente.

Feito o pedido de orçamento a uma empresa especializada, no entanto não foi recebida nenhuma resposta, foram utilizados por isso valores referentes a orçamentos anteriores para uma cabine de pintura e cabine de corte. Os valores expetáveis para a cabine climatizada são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Orçamento cabine climatizada

Característica	Custo (€)
Estrutura Cabine (15x20x5m)	150 000€
Ventilador de extração	50 000€
Duas cortinas em painel	5 000€
Tubagem e acessório para entrada e saída de ar	25 000€
Iluminação, com foco LED	3 000€
Montagem	30 000€
Outras especificações necessárias	25 000€
Sub Total	298 000€
Custos de funcionamento/ Anual	50 000€
Manutenção/ Anual	30 000€
Sub Total	80 000€
TOTAL	378 000€

5.1.2. Novo procedimento para a sequência de trabalho

Realizada a análise dos problemas identificados na laminação, um dos problemas que prejudica o fluxo de produção é o elevado WIP na linha de produção como mencionado na secção 4.3.2.2, por essa razão foi feita uma proposta de alteração da sequência de trabalho em cada estação de forma a reduzir esse WIP.

Por não existir um procedimento correto e coordenado, foi sugerido que as equipas de trabalho da estação de *skin*, colagem e *stiffen*, seguissem uma sequência de trabalho. Essa sequência de trabalho é ilustrada através da Figura 45.

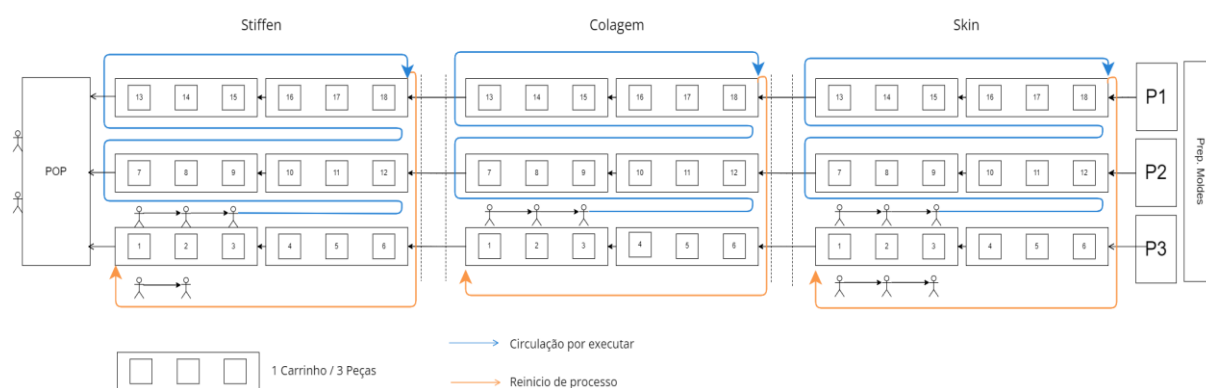


Figura 45. Proposta de sequência de trabalho das equipas

Esta proposta visa que se comece a trabalhar em relação ao carrinho como produto acabado e não à peça como produto acabado, uma vez que três peças estão no mesmo carrinho, não sendo possível dissociar as peças do carrinho, e é necessário mover todo o carrinho e não uma peça isolada. Foi privilegiada uma circulação *standard* da equipa de trabalho, em que a equipa circula sempre com a mesma sequência e em bloco, a equipa trabalha no mesmo carrinho até que este esteja finalizado, passando apenas depois para o carrinho seguinte. A equipa de trabalho começa a trabalhar na peça número 1 e segue a sequência até à peça número 18.

Esta quantidade de peças/carrinhos por estação foi definida através da dimensão dos carrinhos, todos, com cerca de 2 metros, e da área disponível para cada estação, cerca de 5 metros cada. Totalizando na maioria das vezes 18 peças por 6 carrinhos em cada estação, o que se traduz normalmente em um barco por estação.

Para além disso, a cura das peças no carrinho é executada no local onde foi trabalhada, deixando de empurrar o carrinho por curar para a estação seguinte, mesmo que esta estação não tenha capacidade para receber um novo carrinho.

Os carrinhos apenas seriam movimentados quando curados, e em linha reta, sem alteração da linha onde inicialmente estariam colocados, sendo movimentados apenas quando a estação seguinte tiver lugar imediatamente à frente do carrinho a movimentar.

O abastecimento da estação de *skin*, é feito pelas Cabines de pintura, o *output* das Cabines é colocado nas linhas de *skin* quando existe disponibilidade desta, essa disponibilidade é criada quando a estação de *skin* movimenta carrinhos curados para a estação seguinte da colagem, sendo criada uma sequência de movimentação de carrinhos apenas quando existe disponibilidade por parte da estação, tentando criar um princípio de sistema *pull*, que não existe na Empresa de Barcos.

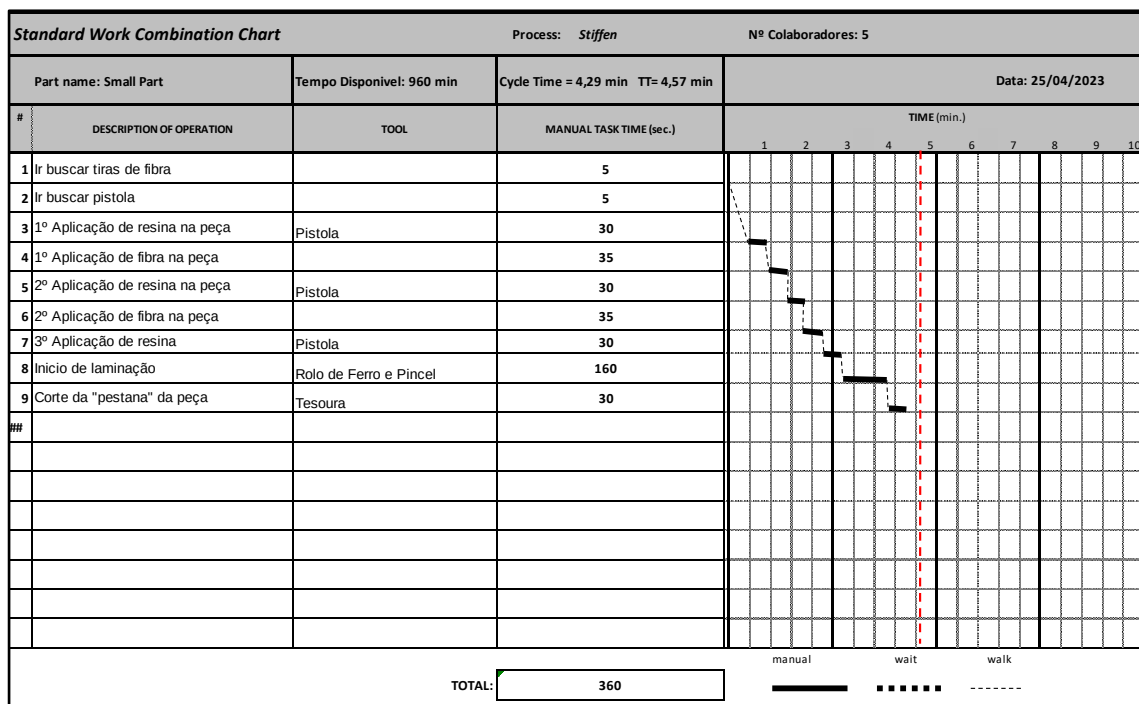
Este sistema permite reduzir o WIP entre as estações de *skin* e colagem, e colagem e *stiffen*, com esta redução de WIP intrinsecamente será reduzido o tempo de atravessamento de cada *small part* o que permite uma previsão superior do tempo de entrega ao cliente interno e controlo de stocks de matéria-prima.

5.1.3. *Standard Work* para as estações da Laminação de *Small Parts*

A falta de normalização era um dos maiores problemas na área de laminação. Essa falta de normalização prejudicava o fluxo de produção e dificultava a aprendizagem dos colaboradores sobre as tarefas a desempenhar em cada estação e qual é a sua sequência de trabalho.

Por não existir um standard, os processos eram irregulares como mencionado na secção 4.3.2.3, foi por isso sugerida a implementação, pela primeira vez, de um *standard work* na Empresa de Barcos. A empresa e os colaboradores nunca tiveram em contacto com *standard work*, sendo a sua aprendizagem feita por observação e tentativa-erro. Na realização deste *standard work* não existiu apoio por parte dos chefes de equipa e responsáveis de produção da empresa por desvalorização do mesmo. Foi feita, por isso, uma análise para a sua realização com base na observação, cronometragem de tempos de trabalho, sendo estes irregulares, e informações retiradas de conversas informais com os colaboradores. Os processos na linha não estão otimizados, sendo executados pela vontade e quando o colaborador entende executá-lo.

Criou-se uma *Standard Work Combination Chart* e *Standard Operation Chart* para todas as estações de laminação apresentadas no Apêndice 7. A Figura 46 ilustra o *Standard Work Chart* criado para a estação de *stiffen*.



5.2. Distribuição das *picks*, alteração de *layout* e aquisição de caixas para componentes na Pré-Montagem

Nesta secção são apresentadas as propostas para a Pré-montagem na Nave 3 e na Nave 7. São apresentadas duas propostas que se completam, a proposta 1 é aplicada ao contexto inicial onde a pré-montagem se situava na Nave 1 e a Proposta 2 é aplicada à pré-montagem onde se situa atualmente, na Nave 7. É apresentada também uma proposta para os desperdícios ao nível de extravio de material.

5.2.1. Procedimento para distribuição de *picks* na Pré-Montagem Nave 3

De forma a diminuir as distâncias percorridas pelos colaboradores da pré-montagem, mencionadas na secção 4.3.3.1.1, foi realizada de imediato uma alteração na forma como as *pick's* eram distribuídas pelas estantes, sem recurso a qualquer investimento em nova estante, uma vez que o principal problema dos longos tempos de deslocação era a forma como o responsável pela pré-montagem as definiu.

As estantes passaram a estar divididas por linhas e não por tipos de *pick* em cada lado da estante para cada linha. As *pick's* de *P.Assy* da Linha A passaram a ter uma estante única, por ser a linha que produz mais barcos e tem uma quantidade de *pick's* superior a serem abastecidas, e as *pick's* da Linha B e Linha C passaram a ser divididas por cada um dos lados da estante como mostra a Figura 47.

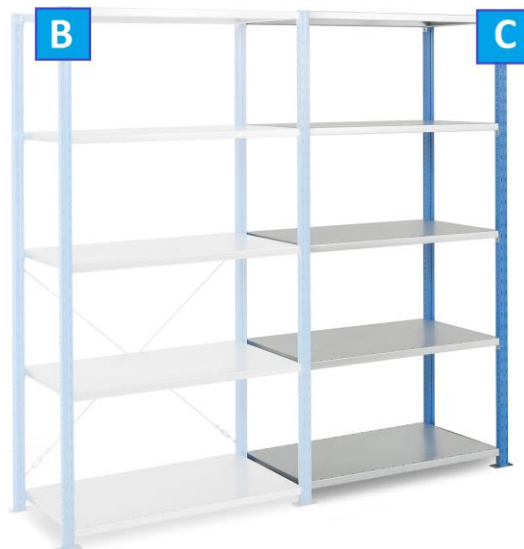


Figura 47. Estante para *pick's* de "P.Assy" - Depois

O mesmo se aplicou às estantes utilizadas para as *pick's* da Consola, as duas estantes disponíveis para *pick's* da consola foram divididas pelas Linha A, B, C e D, em que cada lado da estante é utilizado para colocar as *pick's* da consola correspondente àquela linha. A Figura 48 ilustra a forma como as estantes foram organizadas.



Figura 48. Estantes para *pick's* Consola - Depois

Feita a alteração das estantes, o *layout* e respetivas deslocações passaram a ser feitas como ilustra a Figura 49.

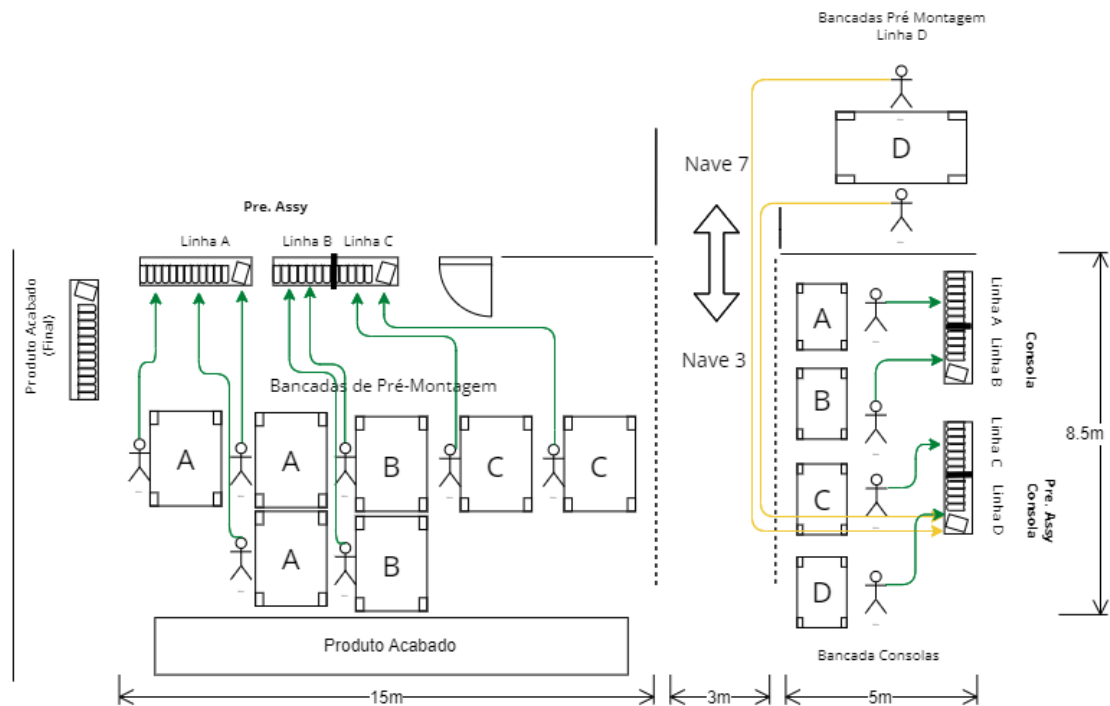


Figura 49. *Layout* e deslocamentos - Pré-Montagem Nave 3 - após melhoria

5.2.2. Alteração de *layout* na pré-Montagem Nave 7

A alteração de *layout* realizou-se na pré-montagem na Nave 7. Como mencionado na secção 4.4.3.1.2, o *layout* da pré-montagem era totalmente ineficiente devido aos tempos de movimentação e atividades de valor não acrescentado, apresentados na mesma secção. Foi feita, por isso, uma proposta à Empresa de Barcos, para alteração deste *layout* de forma a reduzir os tempos de movimentação dos colaboradores nas suas deslocações até às estantes onde são colocadas a *pick's* com os componentes para a pré-montagem das peças. O *layout* proposto é o apresentado na Figura 50, que para além de permitir uma ordenação do espaço, permite a criação de dois corredores de segurança com 130 cm, obrigatórios em áreas com mais 50 pessoas a operar.

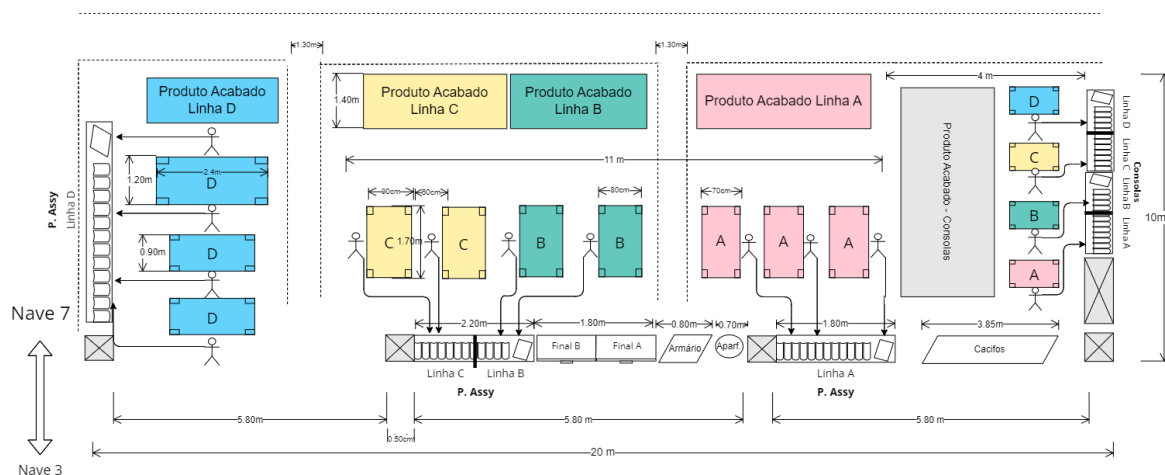


Figura 50. Proposta *Layout* - Pré-montagem Nave 7

5.2.3. Caixa para pequenos componentes

Por força dos desperdícios de pequenos componentes por extravio mencionados na secção 4.3.3.2, foi necessário alterar a forma como os pequenos componentes eram fornecidos pelo armazém à pré-montagem. Foi por isso proposto que todos os pequenos componentes como os das Figura 51, Figura 52 e Figura 53, entre outros, fossem fornecidos a partir de uma caixa específica para componentes de pequena dimensão, e que essa caixa fosse na mesma *pick*, juntamente com os componentes de maior dimensão, para que não se dissociasse os dois tipos de material.



Figura 51. Suporte para tampa



Figura 52. "Nut" para plástico



Figura 53. "Catch" para o fecho

A caixa proposta para implementação desta melhoria é a caixa apresentada na Figura 54.



Figura 54. Caixa para pequenos componentes

Esta caixa permite transportar componentes de diferentes dimensões mediante a sua limitação, uma vez que um dos lados da caixa tem compartimentos de dimensão superior. Estas caixas foram divididas por linhas, em que cada linha da pré-montagem teria um número definido de caixas afetas para serem transportadas as peças dentro da *pick*, e assim que a caixa estivesse vazia retornaria ao armazém para que fosse possível fornecer uma nova *pick* com caixa.

Para calcular o número de caixas necessárias para satisfazer a procura de cada linha, foi utilizada a fórmula para implementação de um sistema *kanban* com caixa. O estudo para cálculo do número de caixas necessário é apresentado no Apêndice 6.

Após definido o número de caixas necessário foi comunicada essa necessidade ao Departamento *Lean* para que fosse possível proceder com o pedido de orçamento para a sua compra.

Feito o pedido de orçamento das 30 caixas, cada caixa teria o custo unitário de 9,80€, o que implicaria um investimento de 294€ para implementação total desta proposta.

5.3. Implementação de 5S e Gestão Visual

Nesta secção são apresentadas as propostas sugeridas a nível de implementação de 5S e gestão visual nos carrinhos de movimentação e na área de carpintaria, recém realocada para a Nave 7.

5.3.1. Identificação dos carrinhos de movimentação

Como mencionado na secção 4.3.3.3, os carrinhos de movimentação de cascos e cobertas, não estavam identificados, o que causava constrangimentos no momento de desmolde das *big parts*, uma vez que se utilizava o carrinho incorreto para efetuar o desmolde da peça. Foi por isso sugerido criar uma identificação para cada carrinho, consoante a sua especificidade. Os carrinhos eram divididos em duas categorias principais, os carrinhos para Cascos e os carrinhos para Cobertas. No entanto, nos carrinhos para cobertas estes ainda se dividiam em subcategorias, os carrinhos para coberta universal, por serem utilizados em vários modelos produzidos na fábrica, e os carrinhos específicos por modelo que só poderiam ser utilizados para um certo modelo específico.

A proposta apresentada implicaria a aquisição de placas para identificação dos carrinhos, sendo que uma simples identificação em papel não seria resistente para aguentar a forma como se trabalha nesta Empresa de Barcos. As placas teriam as seguintes identificações:

- Casco Universal
- Coberta Universal
- Casco XXXX
- Coberta XXXX
- Liner Coberta XXXX
- Liner Casco XXXX

XXXX - Modelo do barco

A Figura 55 ilustra o tipo de placas utilizado para a identificação dos diferentes tipos de carrinhos existentes.



Figura 55. Placas para identificação de carrinhos

5.3.2. Identificação dos suportes ajustáveis para cada modelo de barco

Os carrinhos de movimentação das cobertas, tem certas características que os tornam versáteis dentro de um pequeno lote de modelos de barco. Estes modelos de barcos requerem suportes específicos para que seja seguro apoiar as Cobertas no carrinho. Foram por isso criados na Empresa de Barcos, carrinhos com suportes ajustáveis, como é mencionado na secção 4.3.3.3.

Estes suportes carecem de uma identificação clara, foi por isso proposto que os suportes ajustáveis para cada modelo fossem identificados por cores:

- 675WE / C70 - Vermelho
- 755CR / D70 - Azul
- 805CR / D77 - Verde
- 755SD – Amarelo

A identificação destes suportes seria feita com recurso a Fitas autocolantes com as cores de identificação para cada modelo, como é ilustrado na Figura 56.



Figura 56. Identificação com fitas autocolantes coloridas

Desta forma os colaboradores de desmolde da Coberta, apenas teriam de ajustar os suportes que estariam sinalizados como adequados para o modelo específico, sem que existisse margem para erro na utilização de suportes incorretos.

5.3.3. Marcação das áreas da carpintaria

A carpintaria, como mencionado na secção 4.3.3.4, não tinha qualquer tipo de marcações identificativas devido à realocização da sua área para a Nave 7, o que dificultava a compreensão de qual o local correto para os objetos ou área de trabalho.

Foi por isso proposto a implementação de 5S em toda a área, através de marcação em *shopfloor* das bancadas de trabalho, área de *pick* de carpintaria, casco e coberta, zona para colocação de *pallets*, e delimitação de áreas de segurança em torno das máquinas de corte e lixadoras. A marcação das áreas seria feita com a mesma fita utilizada para identificação dos suportes ajustáveis nos carrinhos de movimentação mencionado na secção 5.3.2.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo do presente capítulo são enumerados os resultados obtidos das propostas implementadas e que se esperam obter com as propostas de melhoria ainda não implementadas. Sempre que possível procurou-se quantificar os resultados das propostas com uma conversão em unidades monetárias.

6.1. Resultados na área de Laminação *Small Parts*

As propostas apresentadas no capítulo 5.1 são aqui traduzidas nos resultados passíveis de serem obtidos. Nenhuma destas propostas foi implementada na Empresa de Barcos o que torna difícil quantificar os resultados reais da sua implementação.

6.1.1. Redução do Tempo de Ciclo

A proposta apresentada na secção 5.1.1, foi apresentada no sentido de reduzir o tempo de ciclo superior da linha de laminação de *small parts*. A proposta ainda não foi implementada pela Empresa de Barcos, devido ao elevado orçamento e resistência á mudança, no entanto, uma cabine de cura permitiria aumentar a capacidade produtiva da linha reduzindo o tempo de ciclo da Cura. Como mencionado na secção 4.3.2.1 a Cura das *small parts* é o *bottleneck* da linha e é nesta estação que se deveria atuar.

A Cabine de Cura teria uma capacidade de acelerar o tempo de cura em 25%, como mencionado na secção 5.1.1. Essa ação permitiria um melhor balanceamento dos tempos de ciclo como ilustrado pela Figura 57 em comparação ao atual apresentado na Figura 30 da secção 4.3.2.1, tendo impacto nas três curas existentes ao longo do processo, estabelecendo o Tempo de Ciclo superior nos 5 min. O T/C da linha seria ainda 8,6% superior ao *Takt Time* definido a partir do objetivo da empresa de barcos, 4,57min.

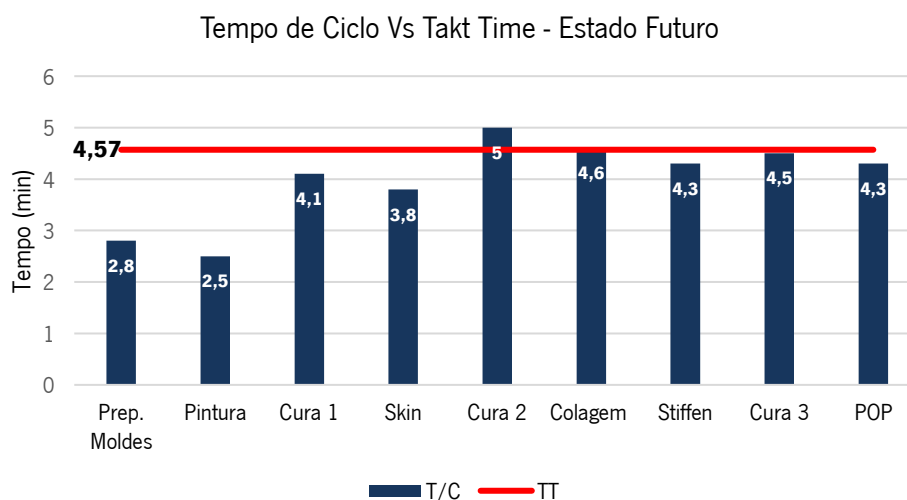


Figura 57. Gráfico Tempo de Ciclo vs *Takt Time* - Estado Futuro

A redução do T/C da linha para 5 min iria permitir aumentar a capacidade produtiva de *small parts*, o que representaria um maior número de barcos, se a produção de *big* e *medium parts* acompanha-se este aumento. Foi realizada a análise de qual seria o lucro esperado com este investimento, considerando que as mais valias sobre *small parts* seriam de 500€ por barco, ou seja, por cada barco a empresa lucraria em média 500€ apenas com a venda das *small parts* do barco. A Tabela 19 apresenta o resultado atual e o futuro, que finaliza com a diferença de lucro esperado com o investimento.

Tabela 19. Resultado atual e futuro com investimento na cabine climatizada

	T/C	Tempo disponível/dia (min)	Produção diária (peças)	Produção diária (barcos)	Lucro Diário (€)	Dif. Lucro Diário (€)
Atual	6,67	960	144	9	4 798 €	1 602,40 €
Futuro	5	960	192	12	6 400 €	
Resultado Mensal (21 dias)						35 252,80 €
Resultado Anual (11 meses)						387 780,80 €

Uma vez que o investimento, custo de funcionamento e manutenção somam um total de 378 000€, o investimento estaria recuperado no primeiro ano, gerando a partir daí um lucro diário para a Empresa de Barcos.

6.1.2. Redução do WIP e Tempo de Atravessamento

Após apresentada a proposta desenvolvida na secção 5.1.2, esta não foi implementada. No entanto, os resultados passíveis de ser obtidos teriam impacto direto na redução de WIP na linha de laminação de *small parts*, e intrinsecamente na redução do tempo de atravessamento de cada *Small part*. Feita a análise dos resultados esperados, com o novo procedimento para a sequência de trabalho, o WIP verificado atualmente de 95 peças seria reduzido para 50 peças em toda a linha, sendo que entre as estações de *Skin* e Desmolde, o WIP seria de 0 peças. Foi considerado o valor de 0 (zero) por se tentar implementar um princípio de um sistema *pull*, onde só é produzida uma peça quando a estação seguinte tem capacidade para a receber.

Na Tabela 20 é apresentado o resultado da redução de WIP bem como a diminuição do tempo de atravessamento calculada a partir da Lei de *Little* ($TA = T/C \times WIP$).

Tabela 20. Resultados WIP e Tempo de Atravessamento

	WIP (peças)	T/C	TA
Atual	95	6,67 min	633,65 min
Esperado	50	5 min	250 min
Resultado	-45	-1,67 min	-383,65 min
Resultado %	-47,4%	-25%	-60,54%

Com esta proposta existiria uma redução de 60,54% no tempo de atravessamento, aumentando a capacidade de previsão do prazo de entrega da peça ao cliente interno seguinte.

6.1.3. Normalização do processo de trabalho

Como apresentado na secção 5.1.3, tentou-se a normalização do processo de trabalho através da implementação de um *standard work*. Esta implementação enfrentou diferentes barreiras, no entanto foi criada com a intenção de ser um ponto de partida para a adoção de novos *standards* ao longo do tempo.

Os novos e futuros colaboradores terão no *standard work* uma ferramenta de instrução que lhes permite identificar quer a tarefa quer o tempo normalizado que esta deve ocupar.

Os cálculos necessários para a obtenção de resultados com a criação desta normalização de processos são difíceis de desenvolver, devido ao facto de não ter sido implementada na linha, e por não ser seguro que a divulgação seja feita juntos dos colaboradores e novos colaboradores no futuro.

6.2. Resultados na área da Pré-Montagem

As propostas desenvolvidas no capítulo 5.2 foram parcialmente implementadas, não sendo totalmente implementadas como proposto, foi ainda assim possível alcançar resultados bastante positivos apresentados nas secções seguintes.

6.2.1. Redução do tempo de movimentação - Nave 3

Através da proposta apresentada na secção 5.2.1, a organização das estantes foi alterada para a sugestão apresentada. Esta alteração permitiu reduzir o principal desperdício nesta área, a movimentação e consequente redução de custos.

De forma a ser possível quantificar em unidades monetárias os ganhos da implementação desta proposta, foi considerado como referência o valor base auferido por um operador de montagem na Empresa de Barcos, 4,47€/h. Estas movimentações entre a bancada de trabalho aconteciam com uma frequência estimada de 20 vezes por dia, por cada trabalhador da área de pré-montagem.

No Apêndice 8, Tabela 36 e Tabela 37 são apresentados os resultados completos da análise desta melhoria. São apresentados na Tabela 21, os custos diários de movimentação por linha, antes e depois da melhoria implementada.

Tabela 21. Custos diários de movimentação por linha

		Antes		Depois		Resultado
		Tempo (seg.)	Custo/dia (€)	Tempo (seg.)	Custo/dia (€)	%
Pré-Assembly	Linha A	19	1,42	19	1,42 €	0%
	Linha B	30	1,49	30	1,49 €	0%
	Linha C	69	3,43	26	1,29 €	-62%
	Linha D	58	2,88	58	2,88 €	0%
Consola	Linha A	63	1,56 €	5	0,12 €	-92%
	Linha B	60	1,49 €	8	0,20 €	-87%
	Linha C	12	0,30 €	6	0,15 €	-50%
	Linha D	5	0,12 €	5	0,12 €	0%
Total			12,69 €		7,67 €	

Através dos custos diários apresentados anteriormente, é possível calcular os resultados esperados a longo prazo, isto é, mensal e anualmente. A Tabela 22 apresenta os resultados esperados, bem como uma poupança anual de 1.324,31€ gerada com esta melhoria, que origina uma redução de 40% nos custos de movimentação da Empresa de Barcos.

Tabela 22. Resultados e poupança anual - Pré-montagem (Nave 3)

	Antes	Depois	Resultado %
Custo/ dia (€)	12,69 €	7,67 €	-40%
Custo/ mês (€)	279,18 €	168,82 €	
Custo/ Ano (€)	3 350,12 €	2 025,80 €	
Poupança / Ano (€)	1 324,31 €		

6.2.2. Redução do tempo de movimentação - Nave 7

Foi apresentada uma nova proposta para alteração do *Layout* na pré-montagem na Nave 7 mencionada na secção 5.2.2, essa proposta não foi implementada embora tenham sido demonstrados os resultados passíveis de serem alcançados.

À semelhança do método utilizado na secção anterior de quantificação dos resultados obtidos, também foi considerado como referência o valor base auferido por um operador de montagem na Empresa de Barcos de 4,47€/h. Também neste estudo foi considerado o mesmo número de movimentações diárias feitas por cada operador, 20 movimentações entre a bancada de trabalho e estante correspondente. No Apêndice 9, Tabela 38 e Tabela 39 são apresentados os resultados completos da análise desta melhoria.

Na Tabela 23 são apresentados os custos diários de movimentação por linha, atualmente, e os custos diários esperados se a melhoria fosse implementada, rondando uma redução de 90% nas quatro linhas de *Pré-Assembly*.

Tabela 23. Custos diário e tempos de movimentação por linha - Pré-montagem

		Antes		Depois		Resultados %
		Tempo (seg.)	Custo/dia (€)	Tempo (seg.)	Custo/dia (€)	
Pré-Assembly	Linha A	41	3,05 €	5	0,37 €	-88%
	Linha B	84	4,17 €	7	0,35 €	-92%
	Linha C	69	3,43 €	5	0,25 €	-93%
	Linha D	105	10,43 €	5	0,50 €	-95%
Consola	Linha A	5	0,12 €	5	0,12 €	0%
	Linha B	5	0,12 €	5	0,12 €	0%
	Linha C	5	0,12 €	5	0,12 €	0%
	Linha D	5	0,12 €	5	0,12 €	0%
Total			21,58 €		1,96 €	

Através dos custos diários apresentados anteriormente, foram calculados os resultados esperados a longo prazo, isto é, mensal e anualmente se a proposta fosse implementada. A Tabela 24 apresenta os resultados esperados, bem como uma poupança anual de 5.179,24€ gerada com esta proposta, o que representaria uma redução de 91% nos custos de movimentação dos colaboradores.

Tabela 24. Resultados e poupança anual esperada - Pré-montagem (Nave 7)

	Antes	Depois	Resultado (%)
Custo/ Dia (€)	21,58 €	1,96 €	-91%
Custo/ Mês (€)	474,76 €	43,16 €	
Custo/ Ano (€)	5 697,16 €	517,92 €	
Poupança/ Ano (€)	5 179,24 €		

6.2.3. Redução do material extraviado e diminuição do tempo de produção

A proposta mencionada na secção 5.2.3, teve um impacto direto na redução do material extraviado na pré-montagem e consequente diminuição do tempo de pré-montagem de cada barco. Os pequenos componentes fornecidos à pré-montagem deixaram de ser fornecidos em sacos de plástico, como mostra a Figura 58, e passaram a ser fornecidos numa caixa para pequenos componentes como mostra a Figura 59.



Figura 58. Sacos para transporte de componentes



Figura 59. Caixa atual para transporte de componentes

Esta proposta foi implementada, no entanto o número de caixas definido como necessário para cada linha, segundo o Sistema *Kanban* com caixa, mencionado no Apêndice 6, não correspondeu ao número de caixas encomendado. Foram encomendadas apenas 18 caixas em vez das 30 caixas definidas. Assim, foi necessário dividir o número de caixas existente respeitando a percentagem definida. A Tabela 25 apresenta o número de caixas definido para cada linha.

Tabela 25. Número de caixas necessário e atual para cada linha

	Nº Caixas Necessárias	% p / Linha	Nº Caixas Atual
Linha A	10	33%	5
Linha B	6	20%	4
Linha C	6	20%	4
Linha D	8	27%	5
Total	30	100%	18

Esta limitação, implicou que algumas *pick's* fossem feitas sem a caixa para pequenos componentes. Por vezes, todas as caixas estavam em trânsito, isto é, a serem utilizadas na linha ainda com material armazenado, ou à espera que fossem requisitadas pelas linhas, uma vez que a *pick* é feita e dada como terminada pelo armazém, mas a necessidade desta pela linha de produção pode demorar horas e fica em espera.

Devido a esta condicionante, algumas *pick's* acabam por ser enviadas com sacos de plástico como acontecia anteriormente, o que prejudica a redução de peças extraviadas e diminuição do tempo de pré-montagem dos barcos, alcançável com esta proposta.

Para além disso, como a cultura de melhoria contínua não está enraizada, nem é compreendida junto dos responsáveis de área da Empresa de Barcos, não existia o zelo pelas caixas, o que originava a caixas

furtadas, caixas danificadas que deixavam de conseguir servir o propósito para o qual foram implementadas, e caixas que após serem utilizadas e já não continham qualquer componente, não eram devolvidas ao armazém, para ser possível fornecer uma nova *pick* com caixa, permanecendo a caixa vazia na linha sem qualquer utilização.

De forma a avaliar o impacto que esta proposta surtiu na redução de material extraviado, foram controlados de forma permanente os pedidos de novos componentes ao armazém, por extravio dos anteriores, da mesma forma que fora feito na secção 4.3.3.2. A Tabela 26 apresenta os resultados alcançados com esta melhoria alcançando uma redução do número de peças extraviadas.

Tabela 26. Quantidade e custo do material extraviado por mês, em 2023

Material extraviado						
Mês	Quantidade	Custo	Média (Quantidade)	Dif Quant. (%)	Média (Custo)	Dif Custo (%)
Janeiro	403	530,11 €	427	-72,6%	539,70 €	-44%
Fevereiro	451	549,29 €				
Março	289	460,03 €				
Abril	109	234,34 €	117		238,55 €	
Maio	124	242,76 €				
Total	1376	2 016,53 €				

A implementação desta proposta foi feita gradualmente a partir do mês de março e implementada em todas as linhas em abril, como é possível identificar pelo comportamento dos indicadores da Figura 60.

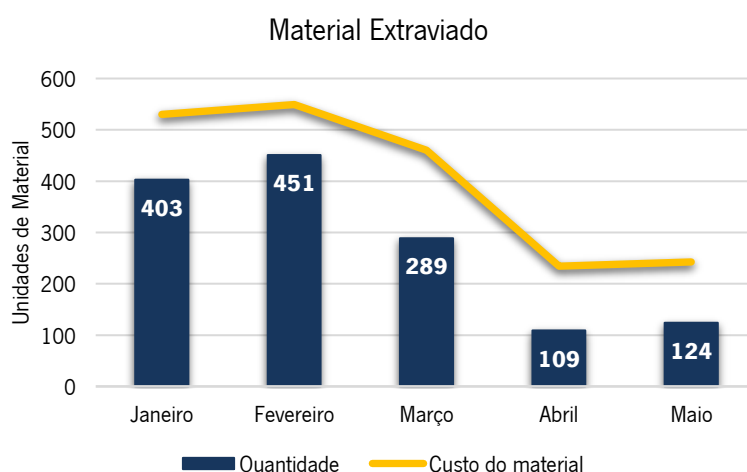


Figura 60. Quantidade e custo do material extraviado por mês, em 2023

Como o mês de março foi um mês de transição, não foi considerado para a análise de resultados mais aprofundada. Foram calculadas as médias dos meses de janeiro e fevereiro, como os meses sem caixa implementada e os meses de abril e maio como os meses com implementação das caixas nas linhas.

Foi alcançada uma redução de 27% nas quantidades de peças extraviadas, e uma redução de 44% nos custos de extravio dessas mesmas peças.

Para além da redução no extravio de peças na pré-montagem, a implementação desta melhoria teve também impactos significativos nos tempos de pré-montagem de cada barco em cada linha. A Tabela 27 representa os resultados obtidos com esta melhoria que surtiu numa diminuição dos tempos de pré-montagem, com destaque para os resultados da Linha A, linha que produz o modelo 6050P, modelo mais produzido em 2022 segundo análise ABC mencionada no Apêndice 1. Foi alcançado nesta linha uma redução do tempo de pré-montagem de 13,16% por barco.

Tabela 27. Tempos e resultados da pré-montagem com e sem caixa para pequenos componentes

Tempo de Pré-Montagem							
Linha	Modelo	s/ caixa	c/ caixa	Dif p/ pré- montagem (h)	Nº barcos p/dia	Dif p/dia (h)	Dif %
Linha A	605 OP	2,28	1,98	0,30	5	1,50	-13,16%
Linha B	675 CR	2,25	2,15	0,10	3	0,30	-4,44%
Linha C	675 WE	3,58	3,35	0,23	3	0,69	-6,42%
Linha D	875 SD	5,50	5,25	0,25	2	0,50	-4,55%

Na Figura 61 apresenta-se o gráfico de barras que ilustra as diferenças nos tempos de pré-montagem alcançadas por barco em cada linha.

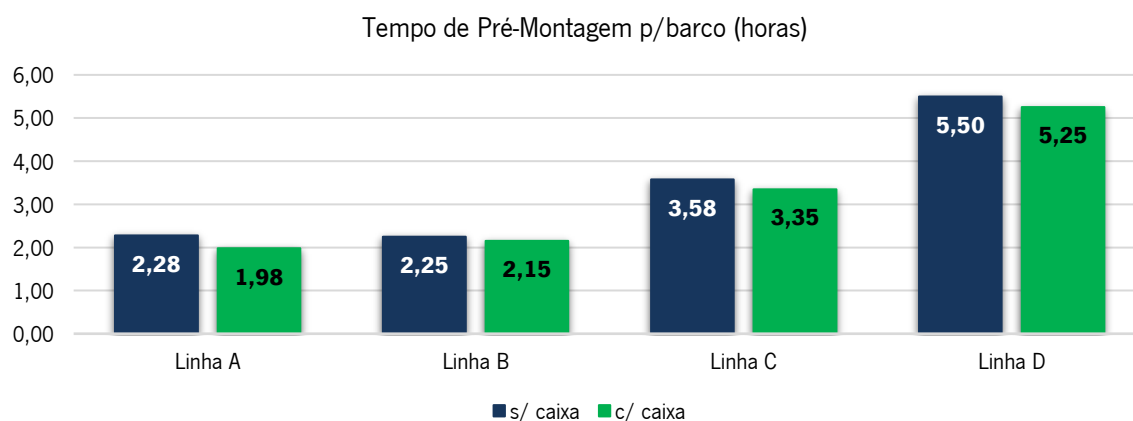


Figura 61. Tempos alcançados de Pré-Montagem por barco em cada linha

Com os resultados obtidos, foi feita a análise a longo prazo sobre o efeito ganho na capacidade de pré-montagem de barcos, a Tabela 28 apresenta os resultados esperados. Esta implementação poderá permitir pré-montar mais 200, 37, 54 e 25 barcos nas linhas A, B, C, D respetivamente. Não foi possível traduzir estes ganhos em unidades monetárias por não ser permitido pela Empresa de Barcos a divulgação de dados de margens de lucro e outros custos.

Tabela 28. Número de barcos passíveis de serem pré-montados por linha

Produção esperada (Pré-montagem de barcos)					
Linha	Dia (h)	Mês (h)	Ano (h)	Tempos c/caixa (h)	Nº barcos pré-montados
Linha A	1,50	33	396	1,98	200
Linha B	0,30	7	79	2,15	37
Linha C	0,69	15	182	3,35	54
Linha D	0,50	11	132	5,25	25

6.3. Melhor organização e identificação dos espaços e sistemas de transporte

Foram apresentadas propostas na secção 5.3 de implementação da técnica 5S e gestão visual que foram implementadas na Empresa de Barcos. Nos carrinhos de movimentação, não existia nenhum carrinho identificado com o modelo para o qual era indicado e, por isso criou-se uma placa de identificação para todos os carrinhos, como é apresentado na secção 5.3.1. Foi difícil quantificar o impacto que esta melhoria surtiu na empresa, no entanto é apresentado o antes e depois nas Figura 62 e Figura 63, respetivamente.



Figura 62. Carrinho sem identificação- Antes

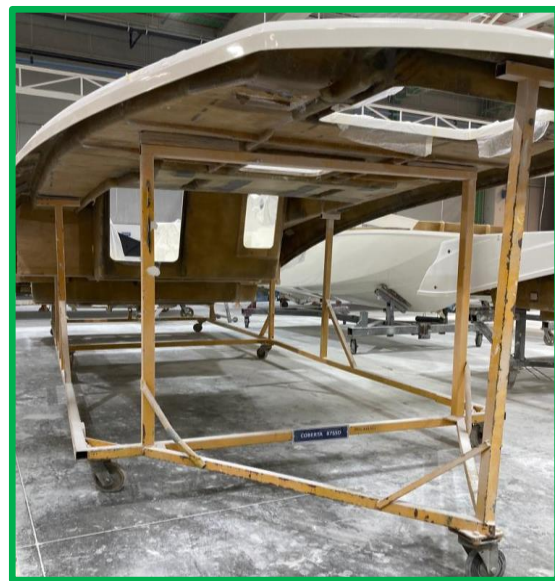


Figura 63. Carrinho com identificação - Depois

Ainda nos carrinhos de movimentação, a proposta 5.3.2, visava a identificação dos suportes ajustáveis nos carrinhos versáteis para vários modelos, esta proposta também foi implementada. Os suportes foram identificados, no entanto a quantificação de defeitos associados à colocação incorreta do molde no carrinho, não é registada pelo departamento de qualidade da empresa em questão, uma vez que nunca o foi feito, sendo de difícil perceção o impacto que a melhoria tem na redução de defeitos.

As Figura 64 e Figura 65, ilustram a facilidade de identificação e gestão visual que se conseguiu criar com a marcação dos suportes por modelo.



Figura 64. Suportes ajustáveis sem marcação - Antes



Figura 65. Suportes ajustáveis com marcação - Depois

Para além disto, na carpintaria, foram delimitadas com fita as áreas como bancadas de trabalho, zona da lixadora, zona de *pallets* e zonas de carrinhos de transporte de madeiras. Tal como anteriormente, não é possível quantificar o impacto desta melhoria, mas as Figura 66 e Figura 67, ilustram a organização que se conseguiu criar definindo uma delimitação para cada área.



Figura 66. Carpintaria - Antes



Figura 67. Carpintaria - Depois

Estas delimitações não foram respeitadas, uma vez que o supervisor de linha alterou o posicionamento das bancadas e locais delimitados e marcados previamente, cinco dias após as marcações terem sido feitas. Esta alteração ocorreu devido a falta de comunicação clara sobre as alterações que o supervisor pretendia fazer. Quando as marcações foram discutidas não existiu nenhuma manifestação de contradição do que tinha sido proposto, tendo sido estas implementada durante o turno do mesmo. Sem

qualquer comunicação contrária, cinco dias após estas terem sido implementadas, por decisão unilateral, todas as marcações deixaram de ser respeitadas, sem que nenhuma consequência houvesse devido a esse comportamento.

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo apresentam-se algumas considerações finais sobre a dissertação desenvolvida e algumas propostas para trabalho futuro.

7.1. Considerações finais

Concluída esta dissertação foi possível apresentar diferentes propostas de melhoria que tiveram, e poderiam ter tido impacto na organização. Contudo, houve restrições por parte da empresa e representantes, com um sentimento de resistência à mudança, e à implementação de princípios *Lean Thinking*, e à aplicabilidade destes, conclui-se que os objetivos propostos foram cumpridos.

Neste projeto foram feitas várias análises às atividades realizadas nos diferentes postos de trabalho, uma vez que no âmbito do estágio profissional, o contacto não foi só realizado com uma área específica de estudo, mas com toda a fábrica e todas as áreas envolventes. A partir dessas análises, foi possível identificar problemas para os quais foi possível propor soluções.

Num primeiro momento com recurso a ferramentas *Lean* de diagnóstico, num segundo momento recorrendo aos princípios *Lean* e ferramenta de intervenção. Estas ferramentas não estavam presentes no dia a dia da Empresa de Barcos, sendo a filosofia *Lean* muito desvalorizada, sendo canalizada apenas no sentido de limpeza da área de trabalho e identificação de áreas e materiais. A necessidade de algumas propostas carecerem de um investimento, ainda que este, por vezes, fosse pouco significativo, dificultou a implementação de propostas. Procurou-se, por isso, apresentar propostas com um baixo nível de investimento, que conseguissem ter um impacto significativo na organização, com a redução de custos, desperdícios e tempos de produção, respeitando o princípio do *Lean Production* “*doing more with less*”.

Desta forma, as propostas surtiram efeito na redução de desperdícios, onde foram implementadas, nomeadamente nas áreas de pré-montagem, onde houve uma redução na ordem dos 72,6% de material extraviado e 13,16% no tempo de pré-montagem de um barco da Linha A, e na identificação de carrinhos e suportes ajustáveis, com implementação da Gestão Visual. Nas propostas não implementadas, seria possível a redução do custo associado à distância e tempo de movimentação na pré-montagem com a alteração de *layout* na nave 7, na ordem dos 91%.

Na área sugerida pela empresa como projeto de dissertação, nenhuma proposta foi implementada até à data. No entanto, as propostas apresentadas teriam a capacidade de reduzir o tempo de ciclo, o WIP

(em 47%) e o Tempo de Atravessamento da linha de Laminação de *Small parts* (em 60%), o que se traduziria na capacidade de produzir *small parts* para mais três barcos por dia.

A normalização dos procedimentos de trabalho, através do *Standard Work* permitiu à empresa dar um primeiro passo na introdução do *Standard Work*, documentando procedimentos, ferramentas e componentes. Estes documentos permitiriam reduzir desperdícios, devido à maior facilidade de identificar atividades que podem ser eliminadas e pela regularidade que pode conduzir a menos fadiga e acidentes.

A maior dificuldade sentida ao longo do desenvolvimento desta dissertação, foi lidar com a resistência à mudança dentro da organização. Embora exista um departamento *Lean* na organização, este não incutiu quaisquer práticas de melhoria contínua nos colaboradores. As melhorias sugeridas passavam pelo escrutínio do responsável de área que integrava o Departamento de Processo e que decidia se a proposta seria implementada ou não, sem existir uma flexibilidade para novos procedimentos e alteração de processos que fossem de encontro aos princípios “*Lean Thinking*”.

Apenas foi possível fazer alterações e melhorias em aspetos que não estivessem diretamente ligados a atividades de produção, por se considerar na organização que o “*Lean*” não interfere em processos de produção. Foi por isso possível concluir que, para o sucesso da implementação de estratégias de melhoria contínua, é necessário haver uma atitude recetiva e a integração e empenho de todas as pessoas da empresa.

Com este projeto foi possível desenvolver e adquirir competências a nível técnico, mas principalmente de comunicação em ambiente industrial. Foram desenvolvidas *skills* e práticas que permitirão identificar mais facilmente o problema e desenvolvidas competências transversais fundamentais em ambiente industrial.

7.2. Trabalho futuro

Para trabalho futuro propõe-se a implementação das propostas não implementadas de forma a ser possível alcançar os objetivos traçados de forma mais completa. Além disso, propõe-se formação em *Lean* de forma a incutir espírito de melhoria contínua nos colaboradores, mas principalmente nos quadros superiores e diretores da Empresa de Barcos. Terá de ser uma formação objetiva, que consiga surtir efeito na forma como *Lean* e a melhoria contínua é vista na Empresa de Barcos. Não tendo sido implementada nesta dissertação pois a empresa não vê que o pensamento *Lean* seja uma chave para o sucesso.

Aliado a esta formação necessária, uma aposta na tecnologia da indústria 4.0, de forma a servir de suporte à melhoria de processos e desperdícios, com foco no desenvolvimento dos pilares da indústria 5.0, onde a sustentabilidade e as pessoas são uma prioridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. C., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. M. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. In *Learning Organization* (Vol. 19, Issue 3, pp. 219–237). <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Alves, A. C., Ferreira, A. C., Maia, L. C., Leão, C. P., & Carneiro, P. (2019). A symbiotic relationship between Lean Production and Ergonomics: Insights from Industrial Engineering final year projects. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4). <https://doi.org/10.24867/IJIEEM-2019-4-244>
- Alves, A., Maia, L., & Leão, C. (2014). Implementar o modelo de produção Lean na ITV para promover sistemas eco-eficientes. *Novatêxtil*.
- Amaro, P., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2019). Lean thinking: A transversal and global management philosophy to achieve sustainability benefits. In *Lean Engineering for Global Development* (pp. 1–31). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7_1
- Bessa, G. C., Maestri, G., Hiller, A. P., Oliveira, F. R., & Steffens, F. (2020). Indústria têxtil 5.0: Novos modelos de gestão organizacional para a indústria de confecção
- Breque, Maija., De Nul, Lars., Petridis, Athanasios., & European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. (2021). *Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. (European Commission). <https://doi.org/10.2777/308407>
- Chandra, W. W., & Noya, S. (2014). *WASTE ANALYSIS IN SELF-SERVICE PROCESS Innovation Ecosystem: The Role of SME Community View project Ipteks bagi Kewirausahaan di Universitas Ma Chung View project*. <https://www.researchgate.net/publication/303684632>
- Coimbra. (2009). Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains. Kaizen Institute
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- Freitas, I., Leão, I., Marinho, J. E., Pacheco, L., Gonçalves, M., Castro, M. J., Silva, P. D., Moreira, R., & Alves, A. C. (2021). More Checks for Less Waste in the Lamination Process of a Shipbuilding Company Pursuing Lean Thinking. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 630 IFIP, 635–644. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2_69
- Grichnik, K., Bohnen, H., & Turner, M. (2009). Standardized Work The first step toward real transformation. *Booz & Company Inc.*

- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To pull or not to pull: What is the question? *Manufacturing and Service Operations Management*, 6(2), 133–148. <https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*, New York: McGraw-Hill, 1997, 2nd ed.
- Koskela, L., Bølviken, T. & Rooke, J (2013). Which are the Wastes of Construction? In Proceedings of the International Group of Lean Construction 21th Annual Conference, Fortaleza, Brazil
- Krafcik, John. F. (1988). Triumph of Lean Production System. *Sloan Management Review*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. In *Academy of Management Perspectives* (Vol. 20, Issue 2, pp. 5–20). Academy of Management. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Lonnie, W. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York, NY, United States: McGraw- 69 Hill.
- Maddikunta, P. K. R., Pham, Q.-V., B, P., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R., & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. University of Toronto
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production. *Productivity Press*.
- Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Rajab, S., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2022). Using Industry 4.0 Capabilities for Identifying and Eliminating Lean Wastes. *Procedia CIRP*, 107, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.004>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see – Value Stream Mapping to add value and eliminate muda*. The Lean Enterprise Institute.
- Santos, L. C., Gohr, C. F., & Santos, E. J. dos. (2012). Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção pull na fabricação de fios de cobre. *Naista Gestão Industrial*, 7(4). <https://doi.org/10.3895/s1808-04482011000400006>

- Namcev, N., Lazarevic, M., Krainovic, B., Mandic, J., & Medojevic, M. (2018). Improving teaching and learning process by applying Lean thinking. *Procedia Manufacturing*, 17, 595–602.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.101>
- Sullivan, B. P., Rossi, M., & Terzi, S. (2018). A customizable lean design methodology for maritime. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 540, 508–519.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2_47
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11, 1292–1298.
<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Siman & Schuster*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, Rawson Associates.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - ANÁLISE ABC - QUANTIDADE DE BARCOS PRODUZIDOS

Análise ABC - Quantidade de barcos produzidos																Total	%	Acum %
Modelo	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22	jan/23	fev/23				
605OP	9	11	11	12	11	13	14	5	13	17	19	11	18	18	182	5,58%	5,58%	A
555OP	11	13	12	11	12	13	16	4	15	11	12	19	14	17	180	5,52%	11,11%	
675WE	8	6	9	6	9	15	16	3	15	15	16	18	16	11	163	5,00%	16,11%	
675OP	8	9	12	7	9	12	12	1	10	5	11	15	16	10	137	4,20%	20,31%	
675CR	6	10	11	6	10	12	9	4	13	10	12	13	11	10	137	4,20%	24,52%	B
17EL	3	9	15	16	10	12	6	1	12	10	15	6	8	6	129	3,96%	28,47%	
625WPH	8	11	13	11	13	12	15	3	14	11	0	0	9	7	127	3,90%	32,37%	
805CR	0	2	5	6	6	11	11	5	16	12	13	14	11	9	121	3,71%	36,08%	
705WPH	8	8	11	9	8	9	5	2	14	6	16	9	8	7	120	3,68%	39,77%	
555CAB	8	11	9	9	8	10	9	3	9	13	10	0	9	8	116	3,56%	43,33%	
755CR	0	0	1	0	5	8	14	2	13	11	11	12	16	12	105	3,22%	46,55%	
875SD	3	8	8	5	6	7	7	2	13	7	11	9	4	9	99	3,04%	49,59%	
755SD	6	5	10	4	5	6	12	2	4	11	10	6	10	7	98	3,01%	52,59%	
505OP	6	10	8	7	6	9	6	2	11	6	2	13	6	6	98	3,01%	55,60%	
15EL	4	7	13	9	10	10	7	2	6	8	4	6	6	5	97	2,98%	58,58%	
505CAB	6	6	10	5	11	9	8	3	9	6	2	0	6	7	88	2,70%	61,28%	
555NBR	2	8	5	5	4	11	13	6	8	0	2	9	5	4	82	2,52%	63,79%	
675SD	5	6	3	6	7	5	5	2	5	9	8	11	3	4	79	2,42%	66,22%	
605CR	3	4	5	5	6	6	6	2	11	9	9	0	8	3	77	2,36%	68,58%	
605SD	4	4	7	6	6	6	6	1	8	7	2	8	6	6	77	2,36%	70,94%	
475AXESS	4	3	9	4	6	7	4	2	8	7	7	5	3	6	75	2,30%	73,24%	
455OP	3	7	7	5	6	11	10	1	9	0	6	0	6	1	72	2,21%	75,45%	
S53	8	6	9	5	8	11	3	2	4	0	0	6	4	2	68	2,09%	77,54%	
D65	5	9	10	8	8	6	2	0	4	3	0	1	4	3	63	1,93%	79,47%	
T59	5	7	8	9	7	11	1	0	3	5	0	4	0	3	63	1,93%	81,41%	
T53	9	6	12	8	9	11	1	0	2	0	0	0	0	4	62	1,90%	83,31%	C
525AXESS	2	2	6	3	3	2	4	0	8	7	6	5	4	7	59	1,81%	85,12%	
D77	2	4	8	6	5	6	4	0	3	7	3	1	6	4	59	1,81%	86,93%	
605NBR	2	4	3	2	2	2	7	1	5	5	11	1	3	3	51	1,56%	88,49%	
S45	5	5	7	5	6	5	2	0	5	0	1	0	0	3	44	1,35%	89,84%	
675BR	1	3	3	1	4	0	6	0	3	5	7	3	4	3	43	1,32%	91,16%	
T65	5	4	6	4	7	3	2	0	1	1	3	5	0	2	43	1,32%	92,48%	
S65	6	3	3	4	7	6	2	0	3	0	0	5	0	3	42	1,29%	93,77%	
D59	3	6	6	5	5	3	0	0	2	2	2	3	0	4	41	1,26%	95,03%	
S59	2	2	6	1	1	8	2	0	4	6	0	0	1	3	36	1,10%	96,13%	
755OP	3	4	4	3	6	3	2	0	5	1	0	0	0	0	31	0,95%	97,08%	
D70	0	0	0	1	4	5	1	1	1	5	1	3	3	3	28	0,86%	97,94%	
C70	4	4	2	4	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	23	0,71%	98,65%	
19EL	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	4	7	15	0,46%	99,11%	
805SD	1	3	3	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	15	0,46%	99,57%	
805OP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	9	14	0,43%	100,00%	

Figura 68. Análise ABC por quantidade de barcos produzidos

APÊNDICE 2 - CRONOMETRAGEM DE TEMPOS E CONTAGEM DE WIP

Tabela 29. Tempos Prep. Molde, Pintura e Cura 1

Prep. Moldes				Pintura				Cura 1			
TO 1	00:01:28	TN 1	00:01:10	TO 1	00:01:24	TN 1	00:01:07	TO 1	01:00:00	TN 1	00:48:00
TO 2	00:01:11	TN 2	00:00:57	TO 2	00:01:17	TN 2	00:01:02	TO 2	00:59:00	TN 2	00:47:12
TO 3	00:01:22	TN 3	00:01:06	TO 3	00:01:31	TN 3	00:01:13	TO 3	00:49:40	TN 3	00:39:44
TO 4	00:01:05	TN 4	00:00:52	TO 4	00:01:15	TN 4	00:01:00	TO 4	00:50:10	TN 4	00:40:08
TO 5	00:01:09	TN 5	00:00:55	TO 5	00:01:21	TN 5	00:01:05	TO 5	00:34:10	TN 5	00:27:20
TO 6	00:00:52	TN 6	00:00:42	TO 6	00:02:43	TN 6	00:02:10	TO 6	00:40:58	TN 6	00:32:46
TO 7	00:01:01	TN 7	00:00:49	TO 7	00:01:29	TN 7	00:01:11	TO 7	00:39:25	TN 7	00:31:32
TO 8	00:01:21	TN 8	00:01:05	TO 8	00:01:17	TN 8	00:01:02	TO 8	00:57:00	TN 8	00:45:36
TO 9	00:01:08	TN 9	00:00:54	TO 9	00:01:19	TN 9	00:01:03	TO 9	01:08:00	TN 9	00:54:24
TO 10	00:01:13	TN 10	00:00:58	TO 10	00:01:18	TN 10	00:01:02	TO 10	00:41:20	TN 10	00:33:04
TO 11	00:00:58	TN 11	00:00:46	TO 11	00:02:07	TN 11	00:01:42	TO 11	00:39:48	TN 11	00:31:50
TO 12	00:01:13	TN 12	00:00:58	TO 12	00:01:03	TN 12	00:00:50	TO 12	00:32:08	TN 12	00:25:42
TO 13	00:01:21	TN 13	00:01:05	TO 13	00:01:13	TN 13	00:00:58	TO 13	00:32:42	TN 13	00:26:10
TO 14	00:01:05	TN 14	00:00:52	TO 14	00:01:03	TN 14	00:00:50	TO 14	00:33:23	TN 14	00:26:42
TO 15	00:02:00	TN 15	00:01:36	TO 15	00:00:58	TN 15	00:00:46	TO 15	00:51:43	TN 15	00:41:22
TO 16	00:01:48	TN 16	00:01:26	TO 16	00:00:49	TN 16	00:00:39	TO 16	00:48:18	TN 16	00:38:38
TO Média	00:01:16	TN Médio	00:01:01	TO 17	00:00:57	TN 17	00:00:46	TO 17	01:18:00	TN 17	01:02:24
Desvio-Padrão	0,0002			TO 18	00:01:22	TN 18	00:01:06	TO 18	01:03:00	TN 18	00:50:24
Nº Amostragens	9			TO Média	00:01:21	TN Médio	00:01:05	TO 19	01:05:00	TN 19	00:52:00
Máximo	00:02:00			Desvio-Padrão	0,0003			TO 20	00:52:21	TN 20	00:41:53
Mínimo	00:00:52			Nº Amostragens	17			TO 21	00:49:00	TN 21	00:39:12
T/C	2,81			Máximo	00:02:43			TO 22	00:57:35	TN 22	00:46:04
				Mínimo	00:00:49			TO Média	00:50:07	TN Médio	00:40:06
				T/C	2,50			Desvio-Padrão	0,0085		
								Nº Amostragens	10		
								Máximo	01:18:00		
								Mínimo	00:32:08		
								T/C	5,45		

Tabela 30. WIP pós-pintura, tempos skin e Cura 2

WIP (Peças)		Skin				Cura 2			
Obs.1	67	TO 1	00:08:03	TN 1	00:06:26	TO 1	00:51:50	TN 1	00:41:28
Obs.2	62	TO 2	00:06:50	TN 2	00:05:28	TO 2	00:46:42	TN 2	00:37:22
Obs.3	63	TO 3	00:06:30	TN 3	00:05:12	TO 3	00:45:32	TN 3	00:36:26
Obs.4	28	TO 4	00:06:54	TN 4	00:05:31	TO 4	00:42:03	TN 4	00:33:38
Obs.5	38	TO 5	00:05:27	TN 5	00:04:22	TO 5	00:54:10	TN 5	00:43:20
Obs.6	39	TO 6	00:06:51	TN 6	00:05:29	TO 6	00:54:20	TN 6	00:43:28
Obs.7	38	TO 7	00:06:22	TN 7	00:05:06	TO 7	00:44:02	TN 7	00:35:14
Obs.8	25	TO 8	00:07:25	TN 8	00:05:56	TO 8	01:10:20	TN 8	00:56:16
Obs.9	15	TO 9	00:06:23	TN 9	00:05:06	TO 9	01:14:50	TN 9	00:59:52
Obs.10	27	TO 10	00:08:17	TN 10	00:06:38	TO 10	01:43:35	TN 10	01:22:52
Obs.11	13	TO 11	00:11:37	TN 11	00:09:18	TO 11	00:31:00	TN 11	00:24:48
Obs.12	21	TO 12	00:06:45	TN 12	00:05:24	TO 12	00:59:50	TN 12	00:47:52
Obs.13	30	TO 13	00:05:11	TN 13	00:04:09	TO 13	01:15:00	TN 13	01:00:00
Obs.14	37	TO 14	00:09:22	TN 14	00:07:30	TO 14	01:20:35	TN 14	01:04:28
Obs.15	62	TO 15	00:05:52	TN 15	00:04:42	TO 15	01:32:22	TN 15	01:13:54
Obs.16	25	TO 16	00:07:06	TN 16	00:05:41	TO 16	01:01:56	TN 16	00:49:33
Média	37	TO 17	00:05:26	TN 17	00:04:21	TO Média	01:01:45	TN Médio	00:49:24
Desvio-Padrão	17,08	TO 18	00:04:47	TN 18	00:03:50	Desvio-Padrão	0,0132		
		TO 19	00:05:11	TN 19	00:04:09	Nº Amostras	16		
		TO 20	00:06:05	TN 20	00:04:52	Máximo	01:43:35		
		TO 21	00:08:01	TN 21	00:06:25	Mínimo	00:31:00		
		TO 22	00:14:00	TN 22	00:11:12	T/C	6,67		
		TO 23	00:08:10	TN 23	00:06:32				
		TO 24	00:07:48	TN 24	00:06:14				
		TO 25	00:10:57	TN 25	00:08:46				
		TO 26	00:07:35	TN 26	00:06:04				
		TO 27	00:12:11	TN 27	00:09:45				
		TO 28	00:08:53	TN 28	00:07:06				
		TO 29	00:12:10	TN 29	00:09:44				
		TO 30	00:14:30	TN 30	00:11:36				
		TO 31	00:12:55	TN 31	00:10:20				
		TO 32	00:09:07	TN 32	00:07:18				
		TO 33	00:06:07	TN 33	00:04:54				
		TO 34	00:07:03	TN 34	00:05:38				
		TO 35	00:05:39	TN 35	00:04:31				
		TO 36	00:05:54	TN 36	00:04:43				
		TO 37	00:04:57	TN 37	00:03:58				
		TO 38	00:06:49	TN 38	00:05:27				
		TO 39	00:05:32	TN 39	00:04:26				
		TO 40	00:07:00	TN 40	00:05:36				
		TO Média	00:07:48	TN Médio	00:06:14				
		Desvio-Padrão	0,0018						
		Nº Amostras	18						
		Máximo	00:14:30						
		Mínimo	00:04:47						
		T/C	3,83						

Tabela 31. WIP pós-Cura 1 e pós-Stiffen, tempos Colagem e Stiffen

WIP (Peças)		Colagem				WIP (Peças)		Stiffen			
Obs.1	21	TO 1	00:12:19	TN 1	00:09:51	Obs.1	11	TO 1	00:09:17	TN 1	00:07:26
Obs.2	22	TO 2	00:09:38	TN 2	00:07:42	Obs.2	14	TO 2	00:12:08	TN 2	00:09:42
Obs.3	24	TO 3	00:09:11	TN 3	00:07:21	Obs.3	9	TO 3	00:09:06	TN 3	00:07:17
Obs.4	13	TO 4	00:13:09	TN 4	00:10:31	Obs.4	14	TO 4	00:11:09	TN 4	00:08:55
Obs.5	6	TO 5	00:11:33	TN 5	00:09:14	Obs.5	16	TO 5	00:19:23	TN 5	00:15:30
Obs.6	24	TO 6	00:10:54	TN 6	00:08:43	Obs.6	9	TO 6	00:26:47	TN 6	00:21:26
Obs.7	14	TO 7	00:10:54	TN 7	00:08:43	Obs.7	12	TO 7	00:18:39	TN 7	00:14:55
Obs.8	15	TO 8	00:14:39	TN 8	00:11:43	Obs.8	8	TO 8	00:10:11	TN 8	00:08:09
Obs.9	16	TO 9	00:13:51	TN 9	00:11:05	Obs.9	12	TO 9	00:08:11	TN 9	00:06:33
Obs.10	8	TO 10	00:11:29	TN 10	00:09:11	Obs.10	11	TO 10	00:05:51	TN 10	00:04:41
Obs.11	28	TO 11	00:11:29	TN 11	00:09:11	Obs.11	8	TO 11	00:06:12	TN 11	00:04:58
Obs.12	19	TO 12	00:03:31	TN 12	00:02:49	Obs.12	10	TO 12	00:07:00	TN 12	00:05:36
Obs.13	16	TO 13	00:03:50	TN 13	00:03:04	Obs.13	13	TO 13	00:10:31	TN 13	00:08:25
Obs.14	12	TO 14	00:13:00	TN 14	00:10:24	Obs.14	14	TO 14	00:08:55	TN 14	00:07:08
Obs.15	15	TO 15	00:06:20	TN 15	00:05:04	Obs.15	11	TO 15	00:06:10	TN 15	00:04:56
Obs.16	9	TO 16	00:04:10	TN 16	00:03:20	Obs.16	15	TO 16	00:15:51	TN 16	00:12:41
Média	16	TO 17	00:05:25	TN 17	00:04:20	Média	12	TO 17	00:07:31	TN 17	00:06:01
Desvio-Padrão	6,04	TO 18	00:05:21	TN 18	00:04:17	Desvio-Padrão	2,42	TO 18	00:05:52	TN 18	00:04:42
		TO 19	00:13:10	TN 19	00:10:32			TO 19	00:06:39	TN 19	00:05:19
		TO 20	00:10:36	TN 20	00:08:29			TO 20	00:14:30	TN 20	00:11:36
		TO 21	00:13:00	TN 21	00:10:24			TO 21	00:13:43	TN 21	00:10:58
		TO 22	00:11:23	TN 22	00:09:06			TO 22	00:15:06	TN 22	00:12:05
		TO 23	00:12:45	TN 23	00:10:12			TO 23	00:10:25	TN 23	00:08:20
		TO 24	00:15:30	TN 24	00:12:24			TO 24	00:09:04	TN 24	00:07:15
		TO Média	00:10:18	TN Médio	00:08:14			TO 25	00:08:59	TN 25	00:07:11
		Desvio-Padrão	0,0024					TO 26	00:11:00	TN 26	00:08:48
		Nº						TO 27	00:13:43	TN 27	00:10:58
		Amostragens	20					TO 28	00:15:06	TN 28	00:12:05
		Máximo	00:15:30					TO 29	00:10:55	TN 29	00:08:44
		Mínimo	00:03:31					TO 30	00:12:25	TN 30	00:09:56
		T/C	4,62					TO Média	00:11:21	TN Médio	00:09:05
								Desvio-Padrão	0,0032		
								Nº	28		
								Amostragens			
								Máximo	00:26:47		
								Mínimo	00:05:51		
								T/C	4,29		

Tabela 32. Tempos Cura 3 e Desmolde, WIP pós-Cura 3 e pós-desmolde

Cura 3				WIP (Peças)		Desmolde				WIP (Peças)	
TO 1	00:57:00	TN 1	00:45:36	Obs.1	7	TO 1	00:02:00	TN 1	00:01:36	Obs.1	13
TO 2	00:45:20	TN 2	00:36:16	Obs.2	8	TO 2	00:04:00	TN 2	00:03:12	Obs.2	11
TO 3	01:15:30	TN 3	01:00:24	Obs.3	12	TO 3	00:04:20	TN 3	00:03:28	Obs.3	17
TO 4	00:42:00	TN 4	00:33:36	Obs.4	24	TO 4	00:05:12	TN 4	00:04:10	Obs.4	9
TO 5	00:35:08	TN 5	00:28:06	Obs.5	20	TO 5	00:03:45	TN 5	00:03:00	Obs.5	24
TO 6	00:57:40	TN 6	00:46:08	Obs.6	19	TO 6	00:02:52	TN 6	00:02:18	Obs.6	7
TO 7	01:40:00	TN 7	01:20:00	Obs.7	15	TO 7	00:06:58	TN 7	00:05:34	Obs.7	17
TO 8	02:25:00	TN 8	01:56:00	Obs.8	15	TO 8	00:05:11	TN 8	00:04:09	Obs.8	4
TO 9	01:54:00	TN 9	01:31:12	Obs.9	14	TO 9	00:07:41	TN 9	00:06:09	Obs.9	12
TO 10	01:17:00	TN 10	01:01:36	Obs.10	17	TO 10	00:03:24	TN 10	00:02:43	Obs.10	12
TO 11	02:45:00	TN 11	02:12:00	Obs.11	18	TO 11	00:00:30	TN 11	00:00:24	Obs.11	12
TO 12	01:35:00	TN 12	01:16:00	Obs.12	19	TO 12	00:03:24	TN 12	00:02:43	Obs.12	11
TO 13	01:31:00	TN 13	01:12:48	Obs.13	21	TO 13	00:00:39	TN 13	00:00:31	Obs.13	15
TO 14	02:03:22	TN 14	01:38:42	Obs.14	8	TO 14	00:02:08	TN 14	00:01:42	Obs.14	19
TO 15	01:50:00	TN 15	01:28:00	Obs.15	19	TO 15	00:02:47	TN 15	00:02:14	Obs.15	10
TO 16	01:34:00	TN 16	01:15:12	Obs.16	38	TO 16	00:00:46	TN 16	00:00:37	Obs.16	18
TO 17	02:40:00	TN 17	02:08:00	Média	17	TO 17	00:00:58	TN 17	00:00:46	Média	13
TO 18	02:05:00	TN 18	01:40:00	Desvio-Padrão	7,21	TO 18	00:01:10	TN 18	00:00:56	Desvio-Padrão	4,81
TO 19	01:15:00	TN 19	01:00:00			TO 19	00:00:55	TN 19	00:00:44		
TO 20	01:40:00	TN 20	01:20:00			TO 20	00:02:50	TN 20	00:02:16		
TO 21	01:10:15	TN 21	00:56:12			TO 21	00:03:45	TN 21	00:03:00		
TO 22	01:30:00	TN 22	01:12:00			TO 22	00:04:10	TN 22	00:03:20		
TO 23	01:10:00	TN 23	00:56:00			TO 23	00:01:25	TN 23	00:01:08		
TO 24	01:40:00	TN 24	01:20:00			TO 24	00:02:35	TN 24	00:02:04		
TO 25	01:20:00	TN 25	01:04:00			TO 25	00:03:45	TN 25	00:03:00		
TO 26	01:25:00	TN 26	01:08:00			TO 26	00:03:20	TN 26	00:02:40		
TO 27	01:09:00	TN 27	00:55:12			TO 27	00:00:55	TN 27	00:00:44		
TO 28	01:10:00	TN 28	00:56:00			TO 28	00:01:43	TN 28	00:01:22		
TO 29	01:13:00	TN 29	00:58:24			TO 29	00:01:53	TN 29	00:01:30		
TO 30	00:51:00	TN 30	00:40:48			TO 30	00:02:20	TN 30	00:01:52		
TO Média	01:31:37	TN Médio	01:10:32			TO 31	00:03:15	TN 31	00:02:36		
Desvio-Padrão	0,0222					TO 32	00:01:40	TN 32	00:01:20		
Nº Amostras	21					TO 33	00:01:50	TN 33	00:01:28		
Máximo	02:45:00					TO 34	00:02:35	TN 34	00:02:04		
Mínimo	00:35:08					TO 35	00:02:40	TN 35	00:02:08		
T/C	6,00					TO 36	00:02:55	TN 36	00:02:20		
						TO 37	00:01:25	TN 37	00:01:08		
						TO 38	00:01:45	TN 38	00:01:24		
						TO 39	00:02:00	TN 39	00:01:36		
						TO 40	00:01:05	TN 40	00:00:52		
						TO 41	00:00:55	TN 41	00:00:44		
						TO 42	00:01:43	TN 42	00:01:22		
						TO 43	00:01:55	TN 43	00:01:32		
						TO 44	00:01:52	TN 44	00:01:30		

TO 45	00:01:55	TN 45	00:01:32
TO 46	00:02:23	TN 46	00:01:54
TO 47	00:01:05	TN 47	00:00:52
TO 48	00:01:35	TN 48	00:01:16
TO 49	00:03:20	TN 49	00:02:40
TO 50	00:03:05	TN 50	00:02:28
TO 51	00:02:25	TN 51	00:01:56
TO 52	00:00:55	TN 52	00:00:44
TO 53	00:02:50	TN 53	00:02:16
TO 54	00:00:40	TN 54	00:00:32
TO 55	00:01:12	TN 55	00:00:58
TO 56	00:00:50	TN 56	00:00:40
TO 57	00:01:24	TN 57	00:01:07
TO 58	00:05:33	TN 58	00:04:26
TO 59	00:02:06	TN 59	00:01:41
TO 60	00:06:40	TN 60	00:05:20
TO 61	00:02:20	TN 61	00:01:52
TO 62	00:03:50	TN 62	00:03:04
TO 63	00:01:25	TN 63	00:01:08
TO 64	00:01:10	TN 64	00:00:56
TN			
TO Média	00:02:32	Médio	00:02:01
Desvio-Padrão	0,0011		
Nº			
Amostragens	66		
Máximo	00:07:41		
Mínimo	00:00:30		
T/C	4,29		

APÊNDICE 3 - ESTUDO DE TEMPOS

Foi realizado um estudo de tempos para a Laminação de *Small Parts* na Nave 1, para realização deste estudo foi utilizado o método de cronometragem manual de tempos, uma vez que não existe nenhum sistema na empresa que permita recolher este tipo de informação de forma precisa.

Estas cronometragens enfrentam a disponibilidade dos colaboradores para produzir, uma vez que esta produção era irregular, tendo sido difícil compreender as atividades que os colaboradores estavam a executar e quando as iam executar e terminar.

Foi por isso necessário calcular o N' (nº de observações necessárias) para ser possível considerar os tempos retirados como uma amostra sólida.

A fórmula utilizada para o cálculo do nº de observações necessárias foi a seguinte:

$$N' = \left(\frac{(Z.S)}{(\varepsilon.m)} \right)^2$$

Z – Distribuição Normal

S – Desvio Padrão da Amostra

ε – Nível de precisão (15% = 0,15)

m – Média da Amostra

Para um nível de confiança de 95% (NC=0,95) e uma precisão de $\pm 15\%$ tem-se um nível de significância de 15% ($\varepsilon=0,15$) e $Z=1,96$.

Foi considerado um nível de significância de 15% pois, devido à elevada variabilidade dos tempos de operação cronometrados, considerar-se um nível de significância inferior implicaria um número de observações impossível de ser alcançado em tempo útil.

O número de observações necessárias para cada estação apresentadas na Tabela 33.

Tabela 33. Número de observações necessário por estação

Nº Observações	Prep. Moldes	Pintura	Cura 1	Skin	Cura 2	Colagem	Stiffen	Cura 3	Desmolde
	9	17	10	17	16	20	28	21	65

De forma a saber qual o *Takt Time* necessário por peça para satisfazer as necessidades da procura, recorreu-se à fórmula apresentada para o respetivo cálculo:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponivel\ para\ a\ produção}{Procura}$$

Para o cálculo do *Takt Time*, foi considerado o objetivo mencionado pelo Diretor de Operações da Empresa de Barcos para ser alcançado no ano vigente, de 14 barcos por dia. Foi considerado que esta era a Procura por parte das Laminação de *Small parts* uma vez que todos os barcos produzidos na fábrica são montados com *small parts*.

Assim, para uma procura de 14 barco/dia, considerando que cada barco tem em média 15 *small parts*, a procura diária seria de 210 peças.

O tempo disponível para a produção, foi considerado como os dois turnos de trabalho, cada um de 8h, o que representaria 960 min disponíveis para a produção.

Aplicada a fórmula mencionada foi concluído que o *Takt Time* da linha seria de 4,57 min, de forma a satisfazer a procura.

Após cronometrados os tempos de operação fez-se o cálculo do tempo normalizado. De forma a determinar o tempo normalizado para cada estação, recorreu-se à seguinte formula:

$$TN = TO \cdot \frac{FA}{AR}$$

TN- Tempo Normalizado

TO- Tempo Observado

FA- Fator de Atividade

AR- Atividade de Referência

O fator de atividade é um fator determinado pela pessoa que faz o estudo, com o objetivo de corrigir o tempo de operação cronometrado. Este valor é determinado a partir da percepção do analista, sendo que o valor 100, é dado quando as atividades são desempenhadas a uma cadencia normal na opinião do analista. Se o analista considerar que as atividades são desempenhadas a uma cadencia inferior ao normal, é atribuída um valor inferior a 100, para este estudo foi atribuído um valor de 80, uma vez na percepção do analista todos os colaboradores trabalham a uma cadencia inferior ao normal. O valor da atividade de referência é normalmente 100, uma vez que corresponde ao ritmo normal a que os colaboradores conseguem desempenhar as suas tarefas sem ser alterado ao longo do dia.

Assim para cada tempo de operação cronometrado, calculou-se o tempo normalizado. Para determinar o tempo normalizado para cada estação foi feita uma média dos tempos normalizados. Nas Tabela 29, Tabela 30, Tabela 31, Tabela 32 do Apêndice 2, encontram-se os resultados obtidos.

APÊNDICE 4 - VALUE STREAM MAPPING (VSM) - ESTADO ATUAL DAS SMALL PARTS

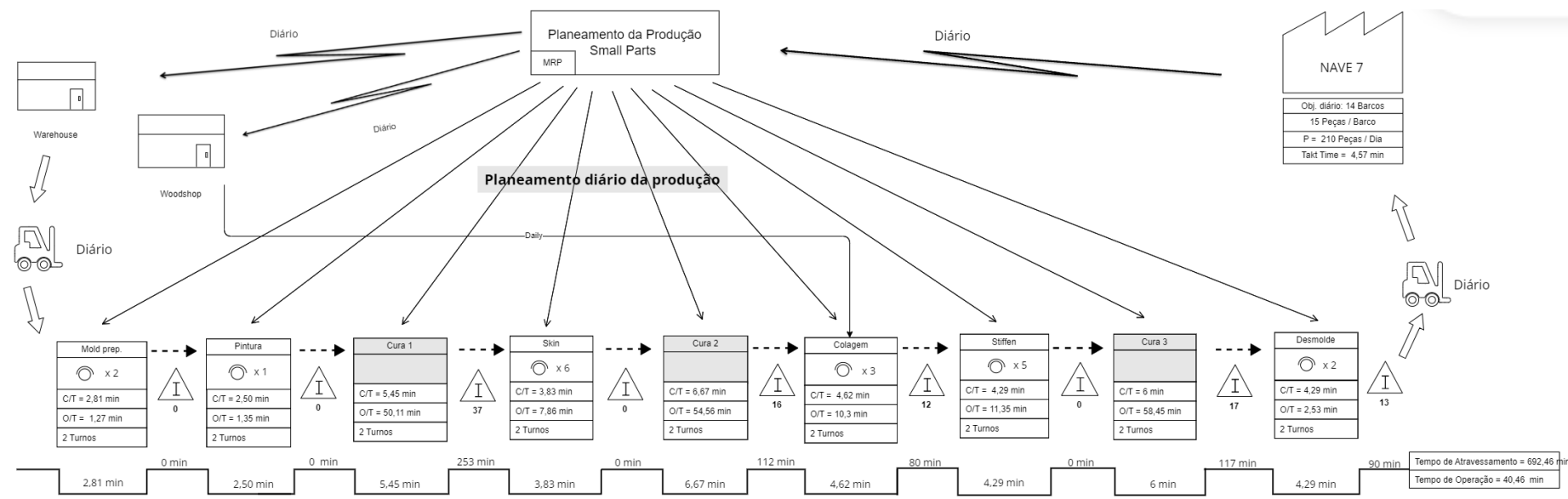


Figura 69. VSM - estado atual das *Small parts*

APÊNDICE 5 - DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO *SMALL PARTS*

Diagrama de Sequência									
Diagrama nº: 1			Resumo						
Produto: Small Part			Atividades		Atual	Proposto		Ganho	
Medida:			Operação	●	80				
Atividade: Preparação do molde com fita de papel			Transporte	➡	46				
			Controlo	■					
			Espera	■					
Localização: Nave 1			Armazenagem	▼					
			Total						
Operador:			Distancia (m)		35				
Metodo: Atual			Tempo (seg)		126				
Diagrama por: Ricardo		Data: 04/05/2023	Custo						
			Mão-de-obra						
Aprovado por:		Data:	Material						
			Total						
Descrição		Distancia (m)	Tempo (seg.)	Correspondências					NVA / VA
1. Movimentar molde do paque para area de preparação		25	25	●	➡	■	■	▼	NNVA
2. Soprar molde com asperçor			10	●					NNVA
3. Ir buscar a fita de papel		3	3						NNVA
4. Aplicar fita no molde			35	●					NNVA
5. Ir buscar a cera		3	3						NNVA
6. Aplicar a cera no molde			35	●					VA
7. Movimentar o molde para a cabin de pintura		4	15						NNVA

Figura 70. Diagrama de Sequência - Preparação de Moldes

Diagrama de Sequência											
Diagrama nº: 1			Resumo								
Produto: Small Part			Atividades		Atual		Proposto		Ganho		
Medida:			Operação		71						
Atividade: Pintura do molde nas cabin de pintura			Transporte		10						
			Controlo								
			Espera								
Localização: Nave 1			Armazenagem								
			Total								
Operador:			Distancia (m)		13						
Metodo: Atual			Tempo (seg.)		81						
Diagrama por: Ricardo		Data: 04/05/2023		Custo							
Aprovado por:		Data:		Mão-de-obra							
				Material							
				Total							
Descrição			Distancia (m)	Tempo (seg.)	Correspondências					NVA / VA	
1. Preparação da pistola de pintura				3						NNVA	
2. Aplicação de tinta na peça				25						VA	
3. Movimentação em volta da peça			3	5						NNVA	
4. Aplicação de tinta na peça				20						VA	
5. Movimentação do molde para fora da			10	5						NNVA	
6. Pincelar molde com tinta				23						VA	

Figura 71. Diagrama de Sequência - Pintura

Diagrama de Sequência								
Diagrama nº: 1		Resumo						
Produto: Small Part		Atividades		Atual	Proposto	Ganho		
Medida:		Operação	●	405				
Atividade: início do processo de aplicação de fibra na peça, com pistola chop e laminação com rolo		Transporte	➡	45				
		Controlo	■					
		Espera	▢					
		Armazenagem	▼					
10		Total						
Operador:		Distancia (m)		8				
Metodo: Atual		Tempo (seg.)		450				
Diagrama por: Ricardo		Data: 27/04/23		Custo				
Aprovado por:		Mão-de-obra						
		Material						
		Total						
Descrição		Distancia (m)	Tempo (seg.)	Correspondências				NVA / VA
1. Movimentação do carrinho/peça		5	10	●	➡	■	▢	NNVA
2. Preparação da pasta de bolhas			15	●				NNVA
3. Aplicação de pasta de bolhas			20	●				VA
4. Preparação da Pistola de Fibra / R			15	●				NNVA
5. Aplicação de Fibra / Resina			60	●				VA
6. Início do processo de laminação			280	●				VA
7. Limpeza do pincel e rolo		3	35	●	➡			NNVA
8. Corte da "pestana" da peça			15	●	➡			NNVA

Figura 72. Diagrama de Sequência - Skin

Diagrama de Sequência											
Diagrama nº: 1				Resumo							
Produto: Small Part			Atividades		Atual		Proposto		Ganho		
Medida:			Operação		●		548				
Atividade: Colocação das madeiras e da espuma na peça			Transporte		→		70				
			Controlo		■						
Localização: Nave 1			Espera		■						
			Armazenagem		▼						
			Total								
Operador:			Distancia (m)		20						
Metodo: Atual			Tempo (seg.)		618						
Diagrama por: Ricardo		Data:		Custo							
				Mão-de-obra							
Aprovado por:		Data:		Material							
				Total							
Descrição		Distancia (m)	Tempo (seg.)	Correspondências					NVA / VA		
1. Lixar			23	●						VA	
2. Ir buscar as madeiras		10	25		→					NNVA	
3. Ir buscar as espumas		10	45			■				NNVA	
4. Aplicação da Pasta Verde			140				■			VA	
6. Colocar Madeira na Peça			35					■		VA	
7. Aplicação das Espumas			350						▼	VA	

Figura 73. Diagrama de Sequência - Colagem

Diagrama de Sequência								
Diagrama nº: 1			Resumo					
Produto: Small Part		Atividades		Atual	Proposto		Ganho	
Medida:		Operação	●	555				
Atividade: Aplicação de tiras de fibra sobre a peça e laminação com rolo de ferro		Transporte	➡	125				
		Controlo	■					
		Espera	▶					
Localização: Nave 1		Armazenagem	▼					
		Total						
Operador:		Distancia (m)		25				
Metodo: Atual		Tempo (seg.)		680				
Diagrama por: Ricardo		Data: 04/05/2023	Custo					
Aprovado por:		Mão-de-obra						
		Material						
		Total						
Descrição		Distancia (m)	Tempo (seg.)	Correspondências				NVA / VA
1. Ir buscar pistola		5	30	●	➡	■	▶	NNVA
2. Ir buscar fibra		10	60					NNVA
3. 1º Aplicação de Acetona			30					VA
4. 1º Aplicação de Fibra			45					VA
5. 2º Aplicação de Acetona			25					VA
6. 2º Aplicação de Fibra			45					VA
7. 3º Aplicação de Acetona			25					VA
8. Inicio de Laminação			360					VA
9. Limpeza do pincel e rolo		10	35					NNVA
10. Corte da "pestana" da peça			25					NNVA

Figura 74. Diagrama de Sequência - Stiffen

Diagrama de Sequência								
Diagrama nº: 1			Resumo					
Produto: Small Part		Atividades		Atual	Proposto		Ganho	
Medida:		Operação	●	84				
Atividade: Desmolde da peça com cunhos		Transporte	→	55				
		Controlo	■					
		Espera	■					
Localização: Nave 1		Armazenagem	▼	10				
		Total						
Operador:		Distancia (m)		8				
Metodo: Atual		Tempo (seg.)		149				
Diagrama por: Ricardo		Data:	Custo					
		Mão-de-obra						
Aprovado por:		Data:	Material					
		Total						
Descrição		Distancia (m)	Tempo (seg.)	Correspondências				NVA / VA
1. Movimentar molde		5	55	●	→	■	■	NNVA
2. Colocar Cunho nº1			2					NNVA
3. Bater Cunho nº1			10					NNVA
4. Colocar Cunho nº2			2					NNVA
5. Bater Cunho nº2			15					NNVA
6. Retirar Cunho nº1			3					NNVA
7. Colocar Cunho nº1			2					NNVA
8. Bater cunho nº1			15					NNVA
9. Retirar peça do molde			35					NNVA
10. Colocacar peça no carrinho		3	10					NVA

Figura 75. Diagrama de sequência - Desmolde

APÊNDICE 6 - SISTEMA *KANBAN* COM CAIXA

Para a implementação de um sistema *kanban* com caixa na pré-montagem, foi necessário calcular o número de caixas necessário implementar no sistema para este responder à procura. Para o cálculo do número de caixas a implementar recorreu-se à seguinte fórmula:

$$N' = \frac{P \cdot (L_T + P_S)}{Q} + 1$$

N' – Numero de caixas necessárias;

P – Procura;

L_T – Lead Time;

P_S – Prazo de Segurança;

Q – Quantidade.

Esta fórmula tem como variáveis a procura da linha (P), que para cada linha é variável, uma vez que a produção em cada linha varia devido às dimensões distintas do barco. A caixa irá transportar todos os componentes para a montagem daquele barco, logo a Procura será o número de barcos montados por linha. O *lead time* (L_T), é a variável que representa o tempo de entrega da caixa à linha de produção desde o momento em que se inicia o processo de preparação da *pick* no armazém até que esteja pronta para ser entregue na linha, este *lead time* sofre a adição de um prazo de segurança (P_S), que para todos os casos foi considerado de 15 min. Por fim, a quantidade transportada em cada caixa, como a caixa será utilizada para transportar os componentes de um barco e um barco apenas, o número de componentes a transportar é indiferente uma vez que existem várias referências na mesma caixa, por essa razão, o valor considerado para a Quantidade (Q) é de 1 (um). Os valores de referência utilizados para a Procura e *Lead time* por linha são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34. Procura e *Lead Time* por linha

Linha	Procura	Lead Time
Linha A	7 barcos	1 hora
Linha B	4 barcos	1 hora
Linha C	2 barcos	2 horas
Linha D	3 barcos	2 horas

Após aplicação da fórmula com os valores da Procura para cada linha, inclui-se o que seria o número de caixas apresentado na Tabela 35.

Tabela 35. Número de caixas por linha

Linha A	10
Linha B	6
Linha C	6
Linha D	8

APÊNDICE 7 - *STANDARD WORK* PARA A LAMINAÇÃO DE SMALL PARTS

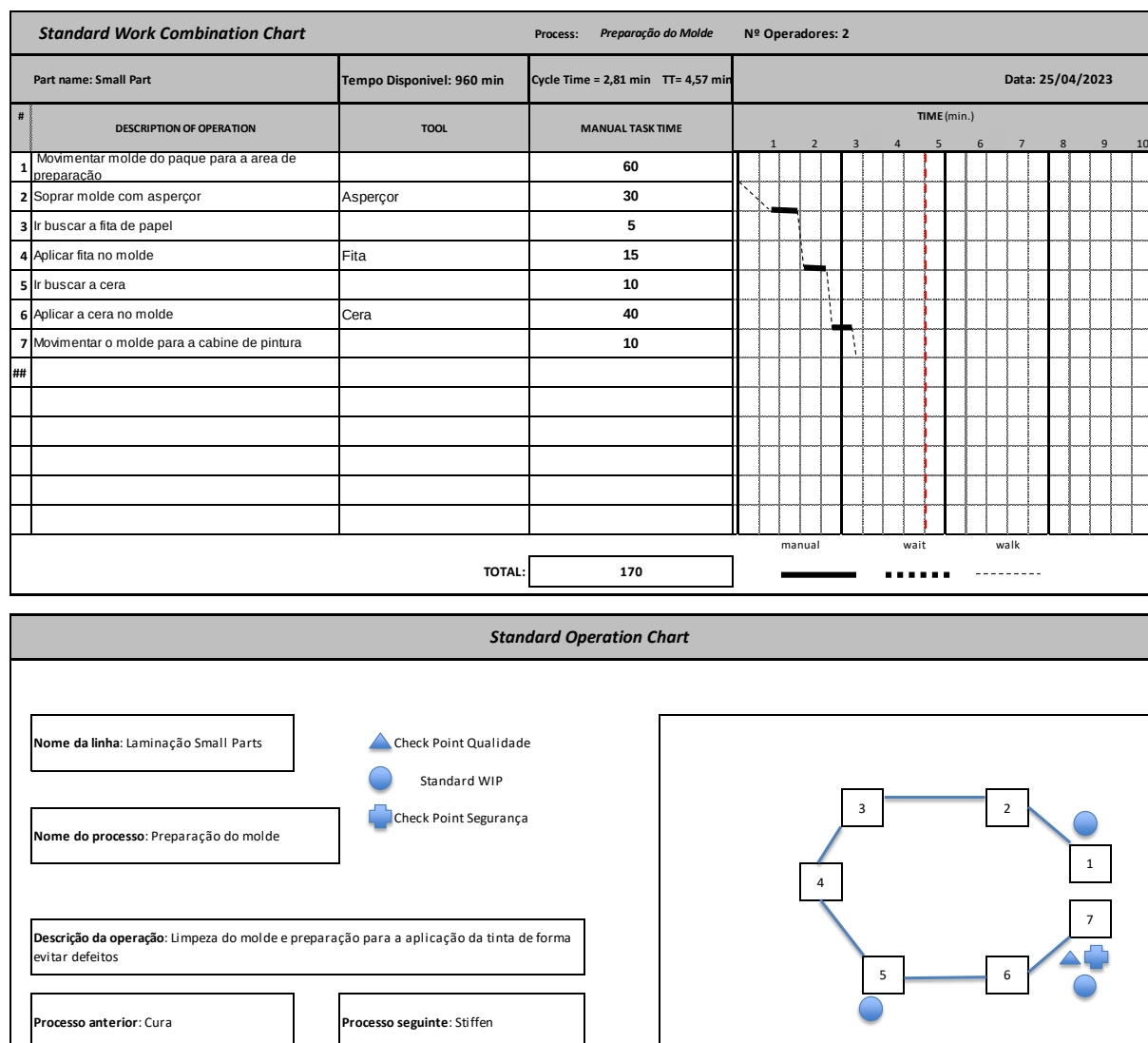


Figura 76. *Standard Work* - Preparação de Moldes

APÊNDICE 8 - RESULTADOS DA REORGANIZAÇÃO DAS ESTANTES DA PRÉ-MONTAGEM - NAVE 3

Tabela 36. Custos de movimentação - Pré-montagem (Nave 3) - Antes

		Antes						
		P/Movimentação (seg.)	P/dia (seg.)	P/dia (horas)	Nº Trab.	Custo/dia	Custo/mês	Custo/an o
Pré-Assembly	Linha A	19	380	0,11	3	1,42 €	31,14 €	373,69 €
	Linha B	30	600	0,17	2	1,49 €	32,78 €	393,36 €
	Linha C	69	1380	0,38	2	3,43 €	75,39 €	904,73 €
	Linha D	58	1160	0,32	2	2,88 €	63,37 €	760,50 €
Consola	Linha A	63	1260	0,35	1	1,56 €	34,42 €	413,03 €
	Linha B	60	1200	0,33	1	1,49 €	32,78 €	393,36 €
	Linha C	12	240	0,07	1	0,30 €	6,56 €	78,67 €
	Linha D	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
Total						12,69 €	279,18 €	3 350,12 €

Tabela 37. Custos de movimentação - Pré-montagem (Nave 3) - Depois

		Depois						
		P/Movimentação (seg.)	P/dia (seg.)	P/dia (horas)	Nº Trab.	Custo/dia	Custo/mês	Custo/an o
Pré-Assembly	Linha A	19	380	0,11	3	1,42 €	31,14 €	373,69 €
	Linha B	30	600	0,17	2	1,49 €	32,78 €	393,36 €
	Linha C	26	520	0,14	2	1,29 €	28,41 €	340,91 €
	Linha D	58	1160	0,32	2	2,88 €	63,37 €	760,50 €
Consola	Linha A	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha B	8	160	0,04	1	0,20 €	4,37 €	52,45 €
	Linha C	6	120	0,03	1	0,15 €	3,28 €	39,34 €
	Linha D	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
Total						7,67 €	168,82 €	2 025,80 €

APÊNDICE 9 - RESULTADOS DA REORGANIZAÇÃO DAS ESTANTES DA PRÉ-MONTAGEM - NAVE 7

Tabela 38. Resultados atuais - Pré-montagem (Nave 7)

		Resultados Atuais						
		P/Movimentação (seg.)	P/dia (seg.)	P/dia (horas)	Nº Trab.	Custo/dia	Custo/mês	Custo/ano
Pré-Assembly	Linha A	42	840	0,23	3	3,13 €	68,84 €	826,06 €
	Linha B	84	1680	0,47	2	4,17 €	91,78 €	1 101,41 €
	Linha C	69	1380	0,38	2	3,43 €	75,39 €	904,73 €
	Linha D	105	2100	0,58	4	10,43 €	229,46 €	2 753,52 €
Consola	Linha A	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha B	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha C	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha D	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
Total						21,65 €	476,40 €	5 716,83 €

Tabela 39. Resultados esperados - Pré-montagem (Nave 7)

		Resultados Esperados						
		P/Movimentação (seg.)	P/dia (seg.)	P/dia (horas)	Nº Trab.	Custo/dia	Custo/mês	Custo/ano
Pré-Assembly	Linha A	5	100	0,03	3	0,37 €	8,20 €	98,34 €
	Linha B	7	140	0,04	2	0,35 €	7,65 €	91,78 €
	Linha C	5	100	0,03	2	0,25 €	5,46 €	65,56 €
	Linha D	5	100	0,03	4	0,50 €	10,93 €	131,12 €
Consola	Linha A	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha B	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha C	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
	Linha D	5	100	0,03	1	0,12 €	2,73 €	32,78 €
Total						1,96 €	43,16 €	517,92 €

ANEXOS

ANEXO 1 - SIMBOLOGIA VALUE STREAM MAPPING (VSM)

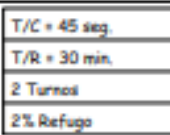
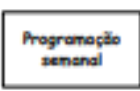
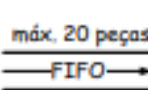
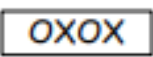
Ícones do Fluxo de Materiais			Ícones do Fluxo de Informação		
Símbolo	Nome	Função	Símbolo	Nome	Função
	Processo	Demonstrar os processos existentes.		Fluxo de informação manual	Indicar o fluxo de informação manual.
	Fontes externas	Representar clientes e fornecedores.		Fluxo de informação eletrônica	Indicar o fluxo de informação eletrônica.
	Caixa de dados	Registrar os dados de um processo.		Informação	Descrever um fluxo de informação.
	Estoque	Demonstrar a quantidade e o tempo de cobertura de estoque.		Kanban de produção	Dar permissão a um processo de quanto e o que produzir.
	Entregas	Indicar a frequência das entregas.		Kanban de retirada	Dar permissão de quanto e o que pode ser retirado.
	Movimento de material empurrado	Representar o movimento de materiais na produção empurrada.		Kanban de sinalização	Indicar quando o ponto de reposição é alcançado em kanbans por lote.
	Movimento de produtos acabados e de matéria-prima	Representar o movimento de materiais do fornecedor ou para o cliente.		Bola para puxada sequenciada	Dar permissão para produzir uma quantidade de tipos pré-determinados (sistema sem supermercados).
	Supermercado	Representar um estoque controlado de peças usado para puxar a produção.		Posto de kanban	Representar o local onde o kanban é coletado e mantido para transferência.
	Retirada	Indicar materiais sendo puxados, geralmente de um supermercado.		Kanban em lotes	Representar o kanban chegando em lotes.
	Fluxo sequencial (primeiro a entrar, primeiro a sair)	Representar a transferência sequencial de quantidades controladas.		Nivelamento de carga	Identificar o procedimento para nivelar o mix e o volume de kanbans (<i>heijunka</i>).
	Linha do tempo	Registrar o <i>lead time</i> de produção e os tempos de processamento.		Verificar (programação "vá ver")	Indicar a necessidade de verificar os níveis de estoque para ajustar a programação.

Figura 82. Simbologia VSM
(adotado de Santos et al., 2012)

ANEXO 2 - PERCENTAGEM DE CATALISADOR A UTILIZAR Vs TEMPERATURA

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
ET 100.001 Rev:11

Pag. 1/1
Autor: M.Rosa
Aprovado: J.Paulo Silva Data: 22/07/2013

Tabela Resina Temperatura - % de Catalisador

ALCANCE: Aplica-se a todos os modelos QSV

Valores para **30 minutos** de tempo de rolagem

Casco QSV e Small Parts (excepto todos os "caracois")

Temperatura / % Catalisador					
Temperatura (°C)	Skin	Lam		Stiffen	Nº Pessoas (incl.pessoa da pistola)
		Modelos ≤ 430, 470, 505 e 555	Modelos ≥ 605 e 675		
17- 21	2	1,75	1,5	1,5	1+2 (excepção:stiffen 1 ou 1+1)
22-24	1,75	1,5	1,25	1,25	1+2 (excepção:stiffen 1 ou 1+1)
25-27	1,5	1,25	1	1	1+2 (excepção:stiffen 1 ou 1+1)
28-29	1,25	1	1	1	1+2 (excepção:stiffen 1 ou 1+1)
≥30	1	1	1	1	1+2 (excepção:stiffen 1 ou 1+1)

Coberta QSV e "Caracois"

Temperatura / % Catalisador			
Temperatura (°C)	Skin	Stiffen	Nº Pessoas (incl.pessoa da pistola)
17- 21	1,75	1,5	1+2
22-24	1,5	1,25	1+2
25-27	1,25	1	1+2
28-29	1,25	1	1+2
≥30	1	1	1+2

Liner QSV

Temperatura / % Catalisador		
Temperatura (°C)	Skin	Stiffen
17- 21	1,75	1,5
22-24	1,5	1,25
25-27	1,25	1
28-29	1,25	1
≥30	1	1

Nota:

Valor de temperatura a considerar deverá ser o valor mais alto, seja ambiente, resina ou molde.
Valor da resina a considerar é à saída da pistola.
Registar temperatura da resina e ambiente em cada fase no livro da Qualidade.
Registar temperatura da resina e ambiente do liner no livro de Qualidade referente ao casco.
Situações de incumprimento da tabela, caso haja necessidade, apenas com o aval do Supervisor/Director Produção/Eng. Processo.
Nº pessoas referidas é considerando takt =90 min

Figura 83. Tabela de Resina temperatura - % de catalisador