



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Inês Além Campos

**Melhoria do desempenho de uma linha de  
montagem de barcos aplicando *Lean  
Thinking* numa empresa da indústria naval**

Outubro de 2022



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Inês Além Campos

**Melhoria do desempenho de uma linha de  
montagem de barcos aplicando *Lean  
Thinking* numa empresa da indústria naval**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial – Gestão  
Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de:

**Professora Doutora Anabela Carvalho Alves**

**Professora Doutora Paula Machado Sousa Carneiro**

Outubro de 2022

## **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**

Quere deixar o meu sincero agradecimento a todos aqueles que estiveram a meu lado ao longo de todo o meu percurso académico.

Primeiramente, agradecer à minha família, principalmente aos meus pais, que me providenciaram as bases necessárias para que estudar nunca fosse um impedimento. A educação que me deram é algo que valorizo cada vez mais e que levarei comigo sempre.

Agradecer também aos meus amigos que preencheram o meu caminho com experiências inesquecíveis, com quem criei memórias e partilhei valores de companheirismo, resiliência e superação.

No que respeita à dissertação, esta não teria sido concluída sem o apoio das minhas orientadoras, Professora Doutora Anabela Alves e Professora Doutora Paula Carneiro, que sempre se demonstraram disponíveis para esclarecer qualquer dúvida e aconselhar em momentos de maior dificuldade.

A minha gratidão vai também para a minha orientadora na empresa pela oportunidade e confiança, assim como para toda a Equipa da Produção e Qualidade, com quem tanto aprendi ao longo destes seis meses. Um especial obrigado à Equipa de Engenharia de Processo, que nunca se negou a despender do seu precioso tempo para me ajudar, ao mesmo tempo que me motivou e apresentou desafios, que contribuíram para que esta fosse uma experiência de crescimento e exploração de inúmeras competências.

Estes anos foram viagem e, sem dúvida, que nunca serão esquecidos.

A todos o meu imenso obrigado!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

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

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

# Melhoria do desempenho de uma linha de montagem de barcos aplicando *Lean Thinking* numa empresa da indústria naval

## RESUMO

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial, no ramo de Gestão Industrial. Durante seis meses foi acompanhado o processo produtivo de uma empresa da indústria náutica, com o objetivo de identificar constrangimentos no fluxo produtivo e respetivas soluções. As ferramentas *Lean Thinking* foram determinantes para o desenvolvimento de uma abordagem onde a eliminação do desperdício é fulcral para o aumento da eficiência.

A metodologia *Action-Research* foi a utilizada ao longo do projeto. Assim, para além do diagnóstico inicial, foram estudadas e implementadas medidas com vista a combater o que foi identificado como problema. A revisão bibliográfica dos temas mais relevantes da dissertação debruça-se sobre o *Lean Thinking*, Estudo de Trabalho e Ergonomia.

Do diagnóstico inicial calcularam-se alguns *Key Performance Indicators (KPI)* que comprovaram dificuldades em manter a fluidez e balanceamento das linhas de laminação e montagem, condicionando a satisfação da procura. Alguns desses valores poderão ser justificados através dos também identificados desperdícios, nomeadamente de *stock* e movimentos.

Considerando os problemas identificados, foi proposto um conjunto de melhorias e respetivos ganhos, tendo estes especial foco na melhoria dos fatores humanos. Destacam-se a digitalização da informação que promoveu uma resposta imediata e acompanhamento contínuo das dificuldades levantadas pela linha. Também o novo processo da laminação, que promoveu a diminuição do retrabalho (30%) e aumento da qualidade, ou a reconfiguração do *layout*, restituição do turno da noite e carrinhos de ferramentaria possibilitaram acréscimos na fluidez do processo produtivo e aumento do tempo disponível para acrescentar valor (24 horas e 182 horas por dia, respetivamente).

Em termos de ganhos monetários foi possível calcular poupanças na ordem dos 9 468 €/dia em custo de mão-de-obra, uma redução de 35% em custos energéticos (cerca de 67 600€/ano) e ainda diminuição significativa da parcela de custos associada à subcontratação.

## PALAVRAS-CHAVE

Estudo do Trabalho, Fluxo Produtivo, *Lean Thinking*, *Standard Work*

# Performance improvements of a boat assembly line through the application of Lean Thinking in a company of the naval industry

## **ABSTRACT**

This project was developed during the last semester of the master's degree in Industrial Engineering, in the Industrial Management area. During six months, the productive process of a naval company was analysed in order to identify some constraints and its possible solutions. The tools provided by the Lean Thinking were determinant to develop an approach where the identification and elimination of waste are the reason one can increase the efficiency.

The Action-Research methodology was used during the project. So, besides the initial diagnostic, there were some measures that were studied and implemented to fight the productive constraints. The bibliographic review was an on-going process to help the study of the main subjects of this dissertation, such as Lean Thinking, Work Study and Ergonomics.

The initial diagnosis allowed the calculation of some Key Performance Indicators (KPI) that proved some difficulties in keeping the production flow, as well as its balancing in both lamination and assembly line. These results were the needed confirmation to explain why the company struggles to satisfy its customers needs. Also, these values can be explained by the wastes that were also found during the observation period, such as stock and movements. Considering all the identified problems, there were some improvement solutions that were introduced in order to present its respective production gains. They were particularly focused on the human factors. The digitalization and continuous follow-up of the information provided by the production line was essential to promote the immediate response of the identified problems. Also, the new lamination process decreased the re-work in 30% and increased the product quality. The layout reconfiguration and the introduction of the night shift and the new transportation tool car enabled the rise of the production flow and of the available adding-value time (24 hours and 182 hour per day, respectively).

In terms of monetary gains, it was possible to save €9 468/day in labour costs, a 35% reduction in energy costs (around 67 600€/year) and a significant reduction in the portion of subcontracting costs.

## **KEYWORDS**

Work Study, Productive Flow, Lean Thinking, Standard Work

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas .....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xvi
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	4
1.4 Estrutura da Dissertação .....	6
2. Revisão de Literatura .....	8
2.1 <i>Lean Production</i> .....	8
2.1.1 Evolução e origem do <i>Lean</i> .....	8
2.1.2 Casa TPS .....	9
2.1.3 Três inimigos do <i>Lean</i> .....	11
2.1.4 Princípios <i>Lean Thinking</i> .....	14
2.1.5 Ferramentas <i>Lean</i> .....	15
2.2 Estudo do Trabalho e Ergonomia .....	24
2.2.1 Estudo do Trabalho.....	25
2.2.2 Ergonomia e Métodos de avaliação de Risco LMERT.....	29
2.3 Indústria 5.0.....	32
2.3.1 Sustentabilidade .....	33
2.3.2 Centrado nas pessoas .....	33



2.3.3 Resiliência .....	34
3. Apresentação da empresa .....	35
3.1 Atividade e localização .....	35
3.2 Missão, visão e valores organizacionais.....	36
3.3 Instalações em Portugal.....	36
4. Descrição e análise crítica da situação atual .....	41
4.1 Descrição geral do processo produtivo .....	41
4.1.1 <i>Layout</i> da fábrica e processo produtivo geral .....	41
4.1.2 Matéria-prima e componentes principais de uma embarcação .....	42
4.1.3 Descrição do processo produtivo geral e fluxo dos componentes .....	43
4.2 Processo produtivo das <i>Big Parts</i> .....	46
4.3 Análise crítica e identificação de problemas .....	54
4.3.1 Seleção da família de produtos: Modelos 675CR e D65.....	54
4.3.2 Análise do fluxo produtivo: Laminação.....	57
4.3.3 Síntese dos principais problemas e constrangimentos da laminação.....	82
4.3.4 Análise do Fluxo Produtivo: Montagem .....	83
4.3.5 Síntese dos principais problemas e constrangimentos da montagem .....	92
5. Apresentação de propostas de melhoria .....	93
5.1 Plano de ações seguindo a matriz 5W2H .....	93
5.2 Procedimentos para a melhoria contínua .....	94
5.2.1 Ferramenta de apoio ao Trabalho em Equipa .....	94
5.2.2 Procedimento para identificação de dificuldades e rastreamento de problemas.....	95
5.2.3 Procedimento para reparações de bolhas na laminação das cobertas.....	98
5.3 Reorganização do <i>layout</i> e espaço exterior .....	100
5.3.1 Reconfiguração para um novo <i>layout</i> .....	100
5.3.2 Armazenamento em <i>racks</i> .....	102

5.4	Propostas de investimento para redução de esperas, transportes e movimentos .....	105
5.4.1	Aquisição de cortinas de ar .....	105
5.4.2	Reformulação do carrinho para entrega da pick da coberta e corredor .....	108
5.4.3	Introdução de um carrinho de ferramentas para abastecimento da linha de montagem.....	110
5.4.4	Restituição do turno da noite.....	111
5.4.5	Sistema de corredor de acesso à linha de montagem.....	112
6.	Análise e discussão dos resultados.....	114
6.1	Melhorias de Processo.....	114
6.1.1	Melhorias na secção do Corte .....	114
6.1.2	Diminuição do número de bolhas a reparar no <i>P&amp;D</i> .....	116
6.2	Aumento do tempo disponível para acrescentar valor .....	117
6.3	Melhoria de ocupação do espaço, redução dos transportes e melhores condições ergonómicas .....	118
6.4	Melhorias na produtividade .....	120
6.5	Síntese de resultados das propostas apresentadas.....	121
7.	Conclusão .....	122
7.1	Considerações Finais .....	122
7.2	Trabalho Futuro .....	123
	Referências Bibliográficas .....	125
	Apêndices .....	132
	Apêndice 1 - Análise de Encomendas Firmes para o ano de 2022 .....	133
	Apêndice 2 - Observações nos postos de laminação e montagem.....	134
	Apêndice 3 - <i>VSM</i> da Laminação (coberta e casco).....	135
	Apêndice 4 - Questionário de Borg e Resultados para averiguação do PSE.....	136
	Apêndice 5 - <i>VSM</i> da Montagem .....	139
	Apêndice 6 - <i>Project model canvas</i> para o projeto de identificação/rastreamento de problemas de corte .....	140

Apêndice 7 - Fluxograma do processo a seguir na Marcação e Corte .....	141
Apêndice 8 - Formulário de levantamento de problemas do corte .....	142
Apêndice 9 - Folha de preenchimento para controlo de bolhas após <i>skin</i> .....	144
Apêndice 10 - Folha de cálculo do retorno do investimento em cortinas de ar .....	145
Apêndice 11 - Excerto do plano de ações para resolução de problemas de corte.....	146
Anexos .....	147
Anexo 1 - Exemplo de um desenho técnico .....	148
Anexo 2 - Tabela e preços para cálculo do preço do suporte das espuma no carrinho da <i>pick</i> da coberta .....	149
Anexo 3 - Tabela e preços para cálculo do preço das calhas para movimentação dos barcos .....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia Action-Research .....	5
Figura 2 - Fundamentos do TPS .....	10
Figura 3 - Exemplo de um WID.....	17
Figura 4 - Exemplo de um diagrama circular .....	18
Figura 5 - Exemplo da interação VSM/WID.....	19
Figura 6 - Standardized Work Combination Sheet e Chart .....	21
Figura 7 - Matriz de Eisenhower para priorização de tarefas .....	23
Figura 8 - a) Gráfico de sequência; b) Gráfico de análise de processo .....	26
Figura 9 - Pilares da I5.0 .....	32
Figura 10 - Localização mundial das infraestruturas da empresa .....	35
Figura 11 - Missão da Empresa de Barcos .....	36
Figura 12 - Fachada da Empresa .....	37
Figura 13 - Departamentos Organizacionais .....	37
Figura 14 - Layout da fábrica .....	41
Figura 15 - Processo Produtivo por tipo de componente .....	44
Figura 16 - Fluxo produtivo das <i>Big Parts</i> .....	44
Figura 17 - Fluxo produtivo Medium Parts .....	45
Figura 18 - Fluxo produtivo Small Parts .....	45
Figura 19 - Flowchart das ordens de produção.....	46
Figura 20 - Exemplo de uma folha de rosto (Modelo D65 Uttern) .....	47
Figura 21 - Picks laminação (casco e cobertura) e montagem.....	47
Figura 22 - a) Pistola Chop; b) Trinchas de Laminação .....	48
Figura 23 - Laminação da Coberta .....	48
Figura 24 - Quadro Planeamento de Pintura.....	49
Figura 25 - Molde marcado.....	49
Figura 26 - Coberta em fase de POP .....	50
Figura 27 - Laminação do Casco.....	51
Figura 28 - Casco em fase de skin .....	51
Figura 29 - Casco em fase de Transom+Espumas.....	51

Figura 30 - Processo de Montagem.....	52
Figura 31- Open Hull .....	52
Figura 32 - Carrinho de transporte .....	53
Figura 33 - Análise de Pareto das quantidades produzidas de cada modelo .....	54
Figura 34 - Desenho do modelo 675CR/D65 .....	55
Figura 35 - Fluxo de Produção das Big Parts do 675CR/D65 .....	55
Figura 36 - Fluxo Produtivo das Medium Parts do 675CR/D65.....	56
Figura 37 - Nave 2 (Laminação).....	57
Figura 38 - a) Máscara 3M ; b) Resíduos.....	57
Figura 39 - Pesagens na Nave 5 .....	59
Figura 40 - Interação WID-VSM da cobertura .....	61
Figura 41 – Resultado da PSE individual associado à Movimentação da Coberta .....	63
Figura 42 - Conversão da análise-multi-momento na linha das cobertas (Nave 2).....	64
Figura 43 - Conversão da análise multi-momento na linha das cobertas (Nave 1).....	64
Figura 44 - Interação WID-VSM do casco .....	66
Figura 45 - Resultado da PSE individual associado à movimentação do Casco .....	66
Figura 46 - Conversão da análise multi-momento na linha dos cascos (Nave 2) .....	67
Figura 47 - Conversão da análise multi-momento na linha dos cascos (Nave 1) .....	67
Figura 48 - % de horas necessárias à produção do 675CR/D65 (Nave 1+2) .....	68
Figura 49 - Análise de DPu 's.....	68
Figura 50 - a) Distribuição dos defeitos por secção; b) Defeito de bolha .....	69
Figura 51 - Análise de defeitos da cobertura e casco .....	70
Figura 52 - Número de defeitos por modelo de barco .....	70
Figura 53 - Defeitos de laminação.....	71
Figura 54 - Defeitos de fissura .....	71
Figura 55 - Defeitos de risco .....	72
Figura 56 - Fluxo produtivo da cobertura .....	73
Figura 57 - Obstrução da passagem.....	73
Figura 58 - Fluxo Produtivo na nave 1 .....	73
Figura 59 - WIP de cascos e cobertas laminados à espera de fazer POP .....	74
Figura 60 - Peças armazenadas no exterior .....	74
Figura 61 - Fluxo de saída e retorno da peça.....	75

Figura 62 - Congestionamento no início da pintura .....	75
Figura 63 - Acumulação de picks na nave 2 .....	76
Figura 64 - Suporte da pistola .....	78
Figura 65 - Interface do MMS.....	79
Figura 66 - Desperdício de Resina escorrido dos cascos .....	79
Figura 67 - a) Limpeza dos carrinhos; b) Acumulação de lixo.....	81
Figura 68 - a) Lams sem aparar; b) Lams aparados (direita).....	81
Figura 69 - Armazenamento de Moldes .....	82
Figura 70 - Nave 3.....	83
Figura 71 - Interação WID-VSM na Montagem.....	84
Figura 72 - Conversão da análise multi-momento na linha de montagem (Nave 3) .....	85
Figura 73 - % de horas necessárias para a Montagem do 675CR/D65.....	85
Figura 74 - DPU 's da Montagem por semana.....	86
Figura 75 - a) DPu's identificados nos Testes funcionais; b) DPu's identificados na Inspeção de Embalamento.....	87
Figura 76 - DPu's fim de montagem na Linha B.....	87
Figura 77 - DPu's de gelcoat por semana.....	88
Figura 78 - Reparações de corte na linha de montagem .....	88
Figura 79 - Tipos de escadas utilizados na montagem .....	91
Figura 80 - Matriz de Eisenhower nas reuniões de equipa .....	95
Figura 81 - QR codes na linha de montagem.....	97
Figura 82 - PowerBI para análise dos dados do corte .....	98
Figura 83 - Processo de reparação de bolhas na laminação .....	99
Figura 84 - Fluxo antigo (a) vs. Fluxo novo (b).....	101
Figura 85 - Novas instalações e espaços comum .....	102
Figura 86 - Barcos Embalados no Pátio.....	102
Figura 87 - Armazenamento dos dealers da Empresa de Barcos.....	103
Figura 88 - Área disponível para o armazenamento de barcos .....	104
Figura 89 - Maquete 3D das racks .....	105
Figura 90 - Sistema de ventilação atual .....	106
Figura 91 - Protótipo do novo carrinho para a laminação .....	109
Figura 92 - Suporte para o transporte de barcos na montagem .....	110

Figura 93 - Proposta de design para o carrinho de distribuição de ferramentas (montagem) .....	111
Figura 94 - Exemplo do modelo da escada a adquirir .....	112
Figura 95 - Registo das dificuldades de marcação/corte.....	114
Figura 96 - Registo das dificuldades de montagem.....	115
Figura 97 - Impacto percentual da melhoria no nº de bolhas .....	116
Figura 98 - Nº médio de barcos produzidos por mês (2022 vs 2021) .....	120
Figura 99 - Análise de Encomendas firmes 2022 .....	133
Figura 100 - Observações nos postos de Laminação .....	134
Figura 101 - Observações nos postos de Montagem.....	134
Figura 102 - VSM Laminação da Coberta .....	135
Figura 103 - VSM Laminação do casco .....	135
Figura 104 - Questionário Escala de Borg.....	137
Figura 105 - Resultados da implementação do questionário de Borg .....	138
Figura 106 - VSM da Montagem.....	139
Figura 107 - Project Model Canvas para o projeto de identificação/rastreamento de problemas de corte .....	140
Figura 108 - Fluxograma do processo a seguir na Marcação e Corte.....	141
Figura 109 - Formulário de levantamento de problemas de corte.....	143
Figura 110 - Preenchimento para controlo de bolhas após Skin.....	144
Figura 111 - Folha de cálculo do retorno do investimento em cortinas de ar .....	145
Figura 112 - Plano de Ações Para resolução de Problemas de Corte.....	146
Figura 113 - Desenho Técnico da cobertura de um barco .....	148
Figura 114 - Excerto da tabela de preços para investimento no suporte para espumas .....	149
Figura 115 - Excerto da tabela de preços para investimento na calha para movimentação de barcos	150

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre VSM e WID relativamente a desperdícios.....	18
Tabela 2 - Comparação entre VSM e WID relativamente a outros fatores.....	19
Tabela 3 - Escala de Borg Modificada.....	31
Tabela 4 - Modelos de Barcos .....	38
Tabela 5 - Conceitos da Indústria Náutica .....	43
Tabela 6 - Pesos e distâncias médios em cada posto de trabalho (coberta).....	59
Tabela 7 - Pesos e distância médios em cada posto de trabalho (casco) .....	60
Tabela 8 - Resumo dos problemas/constrangimentos na laminação.....	82
Tabela 9 - Resumo dos problemas/constrangimentos na montagem .....	92
Tabela 10 - Plano de Ações segundo a matriz de 5W2H .....	93
Tabela 11 - Alternativa de Cortinas de Ar.....	107
Tabela 12 - Investimento e Custos das Cortinas de Ar .....	108
Tabela 13 - Impacto da melhoria da restituição do terceiro turno .....	117
Tabela 14 - Impacto da melhoria da introdução do carrinho da linha de montagem .....	118
Tabela 15 - Poupança associada à reconfiguração do novo layout .....	119
Tabela 16 - Poupança associada ao investimento numa calha de transporte (laminação).....	119
Tabela 17 - Poupança associada ao investimento num sistema de corredores na linha de montagem .....	120
Tabela 18 - Síntese de resultados das propostas apresentadas.....	121



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS**

DPU's - Defeitos por Unidade

I4.0 - Indústria 4.0

I5.0 - Indústria 5.0

INE - Instituto Nacional de Estatística

*JIT - Just-in-Time*

*KPI - Key Performance Indicator*

LMERT- Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho

*P&D - Patch&Detail*

PSE - Perceção Subjetiva do Esforço

TIR - Taxa Interna de Retorno

VAL - Valor Atual Líquido

*VSM - Value Stream Mapping*

*WID - Waste Identification Diagram*

*WIP - Work-in-Progress*

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o projeto da dissertação realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial. Para tal, será feito um breve enquadramento ao tema, nomeadamente da indústria no qual a empresa em estudo se insere e como o *Lean Thinking* poderá estar no cerne da resolução dos problemas identificados. Posteriormente, apresentam-se os objetivos, resultados esperados, metodologias de investigação e estrutura a ela inerentes.

### 1.1 Enquadramento

Durante a crise que se estendeu entre os anos de 2008 e 2011, muitos foram os setores que sofreram repercussões a nível financeiro. Contudo, em 2014, o Instituto Nacional de Estatística (INE) registou que a indústria náutica conseguiu recuperar a viabilidade e, desde então, têm vindo a contribuir positivamente para o crescimento do PIB português. Por esse motivo, as empresas navais devem traçar objetivos e metas de crescimento ambiciosas, de forma a conseguir corresponder ao desafio de produzir bens de extrema complexidade, como é o caso dos barcos, ao mesmo tempo que se tentam sobressair numa indústria altamente competitiva.

A produção *Lean* desponta metodologias que permitem às empresas reagir competitivamente aos desafios do mercado (Womack et al., 1990). Adjacente a este tipo de produção, surge o *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996), um poderoso antídoto contra o desperdício que, para além de consumir recursos, não acrescenta valor ao produto final. Através desta filosofia, as empresas conseguem entregar mais, utilizando menos esforço humano, equipamentos, tempo e espaço (Womack & Jones, 1996). As ferramentas *Lean* primam pela sua capacidade de tornar a produção mais limpa, reduzir o retrabalho, consumo de material e energia, promovendo uma cultura sem desperdícios e mais eco-eficiente (Bragança et al., 2013). A sua aplicação centra-se no conceito de melhoria contínua, pensamento fulcral para garantir o aumento de flexibilidade e qualidade produtiva.

Os 3Ms (*Muda, Mura e Muri*) são considerados os três inimigos da implementação de uma filosofia *Lean* dentro da empresa (Liker, 2004). A existência de qualquer um dos sete desperdícios (movimento, *stock*, espera, transporte, sobreprodução, defeitos e sobreprocessamento), desequilíbrio e/ou excesso das cargas de trabalho nas pessoas e/ou máquinas são motivo para que não seja instituída a fluidez e agregação de valor ditadas pelo *Lean Thinking*.

O *standard work* é um dos elementos-chave para combater alguns destes 3Ms. Para tal, é necessário definir a sequência de máquinas, operações e tempos destas, as ferramentas a usar, e em que momento (Monden, 1998). Este plano deve contemplar o cumprimento dos requisitos do cliente, segurança e ergonomia dos postos de trabalho dos clientes internos (colaboradores) (Afonso, Alves & Carneiro, 2021). Com esta padronização é possível reduzir o número de erros, não-conformidades e queixas de clientes (Bragança et al., 2013).

Valor, cadeia de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição são para Womack e Jones (1996) os cinco princípios básicos do *Lean Thinking*. A definição de valor deve ser dada pelo cliente final, mas cabe à empresa saber onde é que ele está a ser criado. Só depois de ter isto assegurado é que o processo de implementação *Lean* deve começar. A cadeia de valor contempla um conjunto de processos que agregam ou não valor ao produto final. O *Value Stream Mapping (VSM)* é das ferramentas *Lean* mais apropriada para a caracterização da cadeia de valor, uma vez que identifica todas essas atividades, considerando todos os fluxos (informação e material) que decorrem entre o produto e cliente (Rother & Shook, 2003).

O fluxo contínuo é atingido depois das atividades consideradas como desperdícios terem sido eliminadas, seguindo-se uma reorganização dos processos e postos de trabalho que promovam uma maior fluidez e agilidade (Womack & Jones, 1996). A produção puxada consiste em produzir nos tempos e quantidades desejadas pelo cliente (Monden, 1998). Aqui os sistemas *kanban* são um forte aliado na redução de *stock*, trabalhando de acordo com aquilo que são as necessidades do cliente. O último princípio consiste na busca pela perfeição. Com a interação cíclica dos quatro princípios anteriores, é necessário garantir que novas oportunidades e melhorias são feitas, colocando a cadeia de valor um passo mais próximo da perfeição.

A Ergonomia é muito importante quando se pretende melhorar as condições em que se realiza um determinado trabalho. O diagnóstico e avaliação das condições de trabalho fornecem a informação necessária para que se possam implementar medidas de melhoria (Maia et al., 2012.). O bem-estar do colaborador é primordial, não só do ponto de vista da segurança, mas também dado as repercussões que este tem a nível produtivo. Segundo a Associação Portuguesa de Segurança (APSEI) a consideração pela ergonomia pode evitar absentismo dos trabalhadores por motivos de saúde, acidentes de trabalho e realocação de colaboradores devido ao desgaste físico (APSEI, 2022).

O conceito de Indústria 5.0 surge como extensão de uma indústria mais interconectada, fundida com estratégias em prol da sociedade, ambiente e resiliência, onde as pessoas assumem o papel central (Breque et al., 2021). Esta afirmação realça a importância de considerar a ergonomia nos postos de

trabalho, numa abordagem onde a integridade física dos colaboradores e sustentabilidade serão garantidas, não menosprezando a robustez dos processos. O desafio é averiguar como os princípios *Lean* podem ser introduzidos neste contexto, onde prevalece o digital e o bem-estar social.

A empresa onde esta dissertação foi desenvolvida trata-se de uma multinacional norte-americana que produz barcos de lazer e recreio, somando já uma vasta panóplia de produtos e clientes em todo o mundo. Durante a pandemia COVID-19, ao contrário do expectável, as vendas dispararam na empresa, o que se revelou desafiante a nível produtivo. Nesta empresa, doravante mencionada como Empresa de Barcos, produz parte destas embarcações em Portugal, onde a produção diversificada e de alta qualidade é assegurada. As suas instalações estão atualmente em fase de ampliação, com o objetivo de corresponder aos novos padrões produtivos que agora enfrentam.

Contudo, os objetivos produtivos estabelecidos não estão a ser atingidas na sua plenitude. Este facto, para além de comprometer o alcance das metas propostas, tem impacto negativo na motivação dos seus colaboradores (Freitas et al. 2021). O funcionamento da linha de produção dos modelos de barco 675CR/D65 é um dos casos onde o fluxo não é tão eficiente quanto desejado, e cujas vendas para 2022 são bastante representativas. Para combater esta ineficiência as ferramentas e pensamento *Lean* são fundamentais e extremamente relevantes e embora tenham sido já realizados alguns projetos na empresa (Freitas et al, 2021; Sousa, 2021) continua a ser necessário fazer este projeto procurando constantemente a melhoria contínua.

A perspetiva de crescimento futuro da Empresa de Barcos deve considerar o pensamento e filosofia *Lean*, objetivando aquilo que é a transformação industrial. Assim, e considerando alguns dos problemas identificados, é claro que as técnicas de eliminação de desperdícios e melhoria contínua irão salvaguardar o futuro desta empresa e auxiliar a sua perseguição de objetivos, preparando-a para a realidade da Indústria 5.0.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo desta dissertação passou por melhorar o desempenho da linha de produção do modelo de barcos 675CR/D65. Para isso, foi necessário estimar o número de horas *standard* necessárias à construção do barco, acompanhada de uma análise crítica que contemplasse a identificação de desperdícios e ineficiências durante o processo. Para tal, foram aplicados princípios *Lean* e ferramentas como *standard work* e estudo de tempos, de forma a garantir que os objetivos a que a empresa se

propunha fossem alcançados. Para além disso, questões associadas ao bem-estar e condições de trabalho dos colaboradores estiveram presentes ao longo do estudo. Assim, pretendeu-se:

- Mapear o estado atual da empresa, com o auxílio do *VSM* e a sua interação com o *WID*;
- Identificar desperdícios;
- Fazer estudo de tempos;
- Identificar oportunidades de melhoria no campo da ergonomia;
- Identificar e calcular medidas de desempenho apropriadas, como, por exemplo, *lead-time* e *work-in-process*;
- Normalizar procedimentos de trabalho;
- Reorganizar o espaço de trabalho;
- Implementar *standard work* e outras ferramentas que se mostrem necessárias;
- Dar formação aos colaboradores.

Como resultados esperou-se:

- Melhorar o desempenho produtivo;
- Reduzir tempo de produção do barco;
- Aumentar a motivação dos colaboradores e melhorar as condições de trabalho;
- Aumentar a produtividade e flexibilidade da fábrica;
- Reduzir custos.

### **1.3 Metodologia de Investigação**

A Investigação-Ação, do inglês *Action-Research*, foi a abordagem adotada ao longo da dissertação. Esta metodologia é a que mais se adequa à dissertação em questão, uma vez que é considerada como um método que auxilia a identificar e a corrigir problemas que possam surgir dentro das organizações (Susman & Everett, 1978).

Em 1946, Kurt Lewin introduziu esta abordagem em contexto de investigação social, sendo, atualmente, transposto para os mais diversos campos de atuação. A *Action-Research* é uma ferramenta orientada para planeamento o futuro, colaborativa e implica desenvolvimentos do sistema em causa (Susman & Everett, 1978). “*Learning by doing*” é uma das principais premissas inerentes à implementação da *Action-Research*, que reflete a necessidade de um grupo de pessoas identificar um problema, implementar medidas que o possam combater e verificar se o resultado corresponde ao desejado (O’Brien, 1998).

Maclsaac (1995) introduziu um ciclo de implementação da *Action-Research* que contempla um conjunto de quatro fases: planejar, agir, observar e refletir. Ainda assim, Susman (1983) remodelou e aprimorou estas fases em cinco etapas: diagnóstico, planeamento da ação, ação, avaliação dos resultados e especificação da aprendizagem (Figura 1).



Figura 1 - Metodologia *Action-Research*  
(adaptado de Susman and Everett, 1978)

Dado o tema desta dissertação e o contexto em que esta se desenvolveu, as cinco etapas acima mencionadas foram consideradas ao longo do trabalho desenvolvido:

- 1. Diagnóstico da situação atual:** primeiramente, foi feita uma análise crítica do estado e funcionamento atual da empresa, onde foram descritos em detalhe os processos e fluxos que ocorriam dentro da organização. A informação foi recolhida através da documentação fornecida e pelas observações intensivas ao chão-de-fábrica. Todos os dados recolhidos foram posteriormente usados em ferramentas como a Análise Multi-Momento, *Value Stream Mapping (VSM)* e *Waste Identification Diagram (WID)*, que permitem a identificação de problemas e constrangimentos a serem abordados nas seguintes etapas. Esta fase teve uma duração média de quatro meses.
- 2. Planeamento de ações:** considerando os problemas identificados, foram traçados planos de ação que permitiram a melhoria do fluxo e combate dos constrangimentos. O *Lean Thinking* e avaliações ergonómicas foram essenciais para construir ações de melhoria adaptadas aos problemas identificados.

- 3. Implementação de ações:** dado o plano anteriormente traçado, foi necessário proceder-se à sua implementação. Para tal foi importante o envolvimento dos colaboradores e apoio da administração, de modo a ter acesso às ferramentas necessárias.
- 4. Avaliação de resultados:** para averiguar se o plano promoveu um melhor desempenho, procedeu-se novamente a um levantamento de dados. Durante o último mês de desenvolvimento da dissertação, foi possível estabelecer um termo comparativo entre a situação atual da empresa e aquela que resultará após a implementação de todas as propostas.
- 5. Especificação da Aprendizagem:** nesta fase foi feita uma análise geral daquilo que foi o projeto desenvolvido e foram deixadas algumas considerações futuras. Neste caso, e considerando que nem todas as medidas propostas tiveram a oportunidade de serem implementadas, deixou-se a ressalva da sua importância e do impacto positivo que estas poderiam trazer à empresa.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

De forma a auxiliar a exposição lógica de ideias, esta dissertação seguiu uma estrutura composta por sete capítulos. Assim, no primeiro capítulo fez-se um enquadramento geral da indústria em estudo e das temáticas de *Lean Thinking*, Ergonomia e Indústria 5.0. Posteriormente, são enunciados os objetivos, resultados esperados, metodologias de investigação e estrutura a serem aplicadas durante o desenvolvimento da dissertação.

O capítulo dois consistiu numa revisão de literatura assente nos conceitos base desta dissertação, nomeadamente acerca da evolução, definição, inimigos, princípios e ferramentas do *Lean*. Adicionalmente, é feita uma pesquisa acerca dos métodos de estudos de trabalho e escala de BORG, a fim de clarificar estes conceitos teóricos e como estes se aplicam na prática. Por último, é feita uma breve revisão à temática da Indústria 5.0, relacionando-a com o *Lean Thinking* e Ergonomia.

A apresentação da empresa onde a dissertação foi desenvolvida tem lugar no capítulo três. Para além de expor a fundação e evolução da empresa, são também apresentadas as instalações de Portugal assim como o seu modo de funcionamento.

No quarto capítulo descreve-se e analisa-se a situação atual da empresa, nomeadamente identificação dos principais problemas. Esta análise é parte fulcral da dissertação já que se aborda o fluxo produtivo da empresa e onde e como surgem os constrangimentos que condicionam a eficiência da linha. No

capítulo cinco são apresentados um conjunto de propostas de melhoria que visam combater os problemas anteriormente identificados.

É no capítulo seis que se debatem os resultados apurados e se confrontam com os referentes aos da situação atual, comparando os dois cenários.

No capítulo sete é feita uma conclusão geral acerca da dissertação, e onde se sugerem trabalhos e projetos futuros que poderão vir a ser úteis para a empresa em questão.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo dedica-se à revisão de literatura, parte fundamental para que sejam aprofundados os conceitos teóricos inerentes ao desenvolvimento desta dissertação. Primeiramente, são exploradas as bases da produção *Lean*, incluindo a sua origem e evolução, principais ferramentas, conceitos adjacentes e vantagens da sua aplicação. Posteriormente, são abordados conceitos do Estudo do Trabalho e Ergonomia, como por exemplo, a escala de *Borg*. Por fim, é estabelecida uma relação entre estas duas temáticas com a Indústria 5.0, que reflete o futuro de uma indústria mais interconectada e centralizada no Homem.

### 2.1 *Lean Production*

A produção *Lean*, do inglês *Lean Production*, é uma metodologia de gestão baseada na vontade do ser humano alterar a forma como trabalha (Alves et al., 2017). O principal desafio da implementação desta filosofia nas empresas está na necessidade de alterar o *mindset* cultural e convertê-lo numa tomada de decisão que apoie a reestruturação dos sistemas produtivos (Alves et al., 2016). Contudo, muitas vezes, a menos que existam eventos desconcertantes e pragmáticos, as empresas não estão dispostas a tal (Alves et al., 2016). Após a II Guerra Mundial, houveram de facto muitos eventos dramáticos que despoletaram nas empresas a vontade e necessidade de se tornarem mais ágeis e competitivas, como o caso da Toyota. Esta necessidade foi o que levou à criação do que hoje se chama *Lean Production* e que será abordada nas seguintes secções.

#### 2.1.1 Evolução e origem do *Lean*

A Toyota é, desde há muitos anos, considerada uma das maiores e mais eficientes empresas da indústria automóvel. Durante 40 anos consecutivos, a Toyota apresentou vendas crescentes, ultrapassando os gigantes Ford, General Motors e Chrysler (Rother, 2010). Este lugar de prestígio foi alcançado através da implementação de um conjunto de premissas, que fazem parte do *Toyota Production System* (TPS). Criado por Taiichi Ohno, o TPS veio revolucionar a forma como a indústria era visualizada e reformular as técnicas produtivas até então implementadas. “*Learning by doing*” destaca-se como a principal diretriz destes pragmáticos idealistas, que sempre acreditaram no contributo positivo que atingir os seus objetivos traria para a sociedade (Liker, 2004).

Após a Segunda Guerra Mundial muitas economias mundiais encontravam-se em recessão e com dificuldades financeiras. No Japão a realidade não era distinta, ainda assim, a *Toyota Motor Company*,

fundada por Kiichiro Toyoda em 1937, adaptou-se a esta nova realidade, com o objetivo de revitalizar a economia japonesa e torná-la mais competitiva. Assim, atenta às novas adversidades e tendências de mercado, esta empresa introduziu um novo conceito produtivo que veio por fim à forma como a produção em massa estava configurada (Womack et al., 1990; Black, 2007).

Introduzida por Henry Ford, a filosofia de produzir em grandes quantidades, sem qualquer personalização ou concordância com a procura, levava a que fossem acumuladas grandes quantidades de *stock* e gastos muitos recursos. O TPS veio colmatar as lacunas que este tipo de produção apresentava, tendo como objetivo eliminar as atividades que não acrescentam valor ao produto final (Monden, 1998). Assim, era possível introduzir produtos no mercado com qualidade de excelência, produzidos segundo um regime de fazer mais com menos (menos custos, menos tempo e menos reparações) (Jasti & Kodali, 2015).

O termo *Lean* foi introduzido por Krafcik (1988) e divulgado por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross em 1990, no seu livro *“The Machine that Changed the World”*, onde os princípios da TPS são transpostos para uma cultura mais ocidental e orientada para a produção. Os princípios desta filosofia são voltados para questões mais técnicas e físicas, desvalorizando ligeiramente as componentes sociais e humanas da casa TPS. As evoluções e versatilidade do *Lean* permitem que, atualmente, esta filosofia possa ser aplicada em praticamente todas as áreas organizacionais (Alves et al., 2014). Em qualquer dos contextos de aplicação, é fulcral existir uma excelente capacidade de liderança por parte das chefias, sendo esta, das características mais relevantes para uma implementação frutífera do *Lean* (Dombrowski & Mielke, 2013; 2014).

### 2.1.2 Casa TPS

A casa TPS (Figura 2) reflete uma estrutura fortificada que garante o bom funcionamento de toda a produção. Se um dos elementos falhar, os objetivos de melhor qualidade, redução de custos, redução de *lead-time*, segurança e motivação serão comprometidos (Liker, 2004).

Os dois conceitos básicos do TPS encontram-se no interior na casa, sendo eles (Ohno, 1988):

- **Redução dos custos através da eliminação de desperdícios:** Para alcançar esta redução é necessário introduzir um sistema que elimine os desperdícios ao assumir que ter mais do que o mínimo essencial de equipamentos, materiais e trabalhadores são extras que unicamente aumentam os custos.
- **Tratar os colaboradores como seres humanos e com consideração:** As capacidades dos colaboradores, assim como as suas limitações, é algo que deve ser compreendido.

Considerar estas questões sociais conferem a esta filosofia uma vertente mais humana e empática que até ali não tinham sido valorizadas.

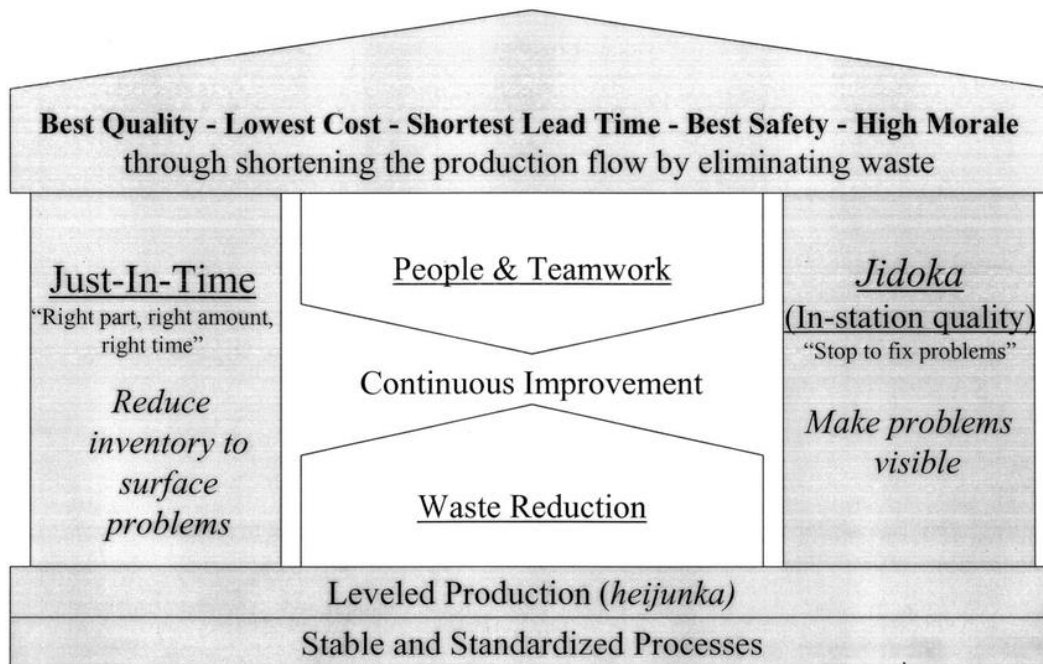


Figura 2 - Fundamentos do TPS  
(retirado de Liker & Morgan, 2006)

Estes dois conceitos são sinónimos de eficiência, que devem ser trabalhados sobre os dois pilares da casa TPS: *Jidoka (autonomation)* e *Just-in-Time (JIT)* (Ohno, 1988).

*Jidoka* consiste em implementar mecanismos que, de forma automática, detetem a existência de defeitos. Neste sistema vigora a produção com qualidade e uma atuação imediata, podendo agir-se rapidamente sobre a origem do problema. Para que isto seja alcançado é necessária "automação com toque humano", já que as máquinas, para detetarem esses desvios, devem ser dotadas de um atributo humano, a inteligência. Depois de um defeito ser detetado deve agir-se sobre ele de imediato e impedir que este avance na linha de produção, evitando assim paragens futuras mais demoradas e com repercussões mais agravantes (Wilson, 2010). A implementação de *Jidoka*, quando bem-sucedida, permite que haja um fluxo rítmico, interrupto e 100% livre de defeitos (Monden, 1998).

O *JIT* é a técnica que permite produzir o que o consumidor quer, quando e quanto quiser. Como contrapartida à produção em massa, o *JIT* é o tipo de produção que permite produzir uma ampla variedade de produtos, em menores quantidades, assegurando um menor *lead-time* e as necessidades do cliente (Press Development Team, 1998). Num processo fluido, aplicar o *JIT* é fazer com que os componentes necessários cheguem à linha no momento e quantidades necessários. Ao fazê-lo, as empresas podem alcançar valores de inventário nulos, trabalhando segundo uma produção puxada (Press Development Team, 2002). Assim, um determinado posto de trabalho unicamente produz aquilo

que é pedido pelo posto subsequente, mantendo-se esta dinâmica até que o produto chegue ao cliente. Desta forma, as empresas conseguem responder eficazmente a quaisquer alterações a nível da procura, mantendo-se competitivas (Liker, 2004).

Agregando os dois pilares da casa TPS verifica-se que é possível assegurar uma produção ágil, fluida e sem defeitos, onde não existe *stock* acumulado e se reduzem os movimentos não essenciais à produção. Se estes dois pilares forem trabalhados juntamente com a redução dos desperdícios e consideração pelos colaboradores, os objetivos propostos por esta estrutura serão mais facilmente alcançados. É de notar que toda esta abordagem tem no seu centro a melhoria contínua (*Kaizen*), filosofia de trabalho que dita que tudo deve ser melhorado constantemente, considerando os requisitos do cliente (Coimbra, 2013).

Na base de todo este processo existe o *Heijunka* e a padronização de processos. O *Heijunka* ou produção nivelada está na fundação da casa TPS dada a sua relevância no suporte de todo este sistema. Este nivelamento deve verificar-se tanto a nível do volume de pedidos a serem processados, como de carga de trabalho dos colaboradores/máquinas (Liker, 2004), permitindo uma minimização de *stock* e custos. Ao fomentar o *Heijunka*, cria-se um fluxo produtivo estável e preditivo, que permite a padronização dos processos. Assim, toda a casa TPS será feita sobre uma base de processos padronizados e fluidos que culminarão num ambiente de trabalho mais consolidado e eficiente.

### 2.1.3 Três inimigos do *Lean*

Segundo Ohno (1988) é possível reduzir a janela temporal (*lead-time*) entre a encomenda e entrega do produto ao cliente, através da eliminação das atividades que não lhe acrescentem valor. *Muda*, palavra japonesa para desperdício, reflete o conjunto dessas atividades que não acrescentam valor ao produto final. Juntamente com o *Mura* (desbalanceamento) e o *Muri* (*overload*), formam os três inimigos do *Lean*. A identificação e combate destes três inimigos não deve nunca ser feita de forma isolada, isto porque, os três são muitas das vezes problemas a ocorrerem em simultâneo, sendo causa-efeito uns dos outros. Por exemplo, se se evidenciar a existência de um processo desbalanceado e sem padrão (*Mura*), pode significar que existe sobrecarga de alguns colaboradores/equipamentos (*Muri*), o que leva a que sejam executadas tarefas que não agregam valor (*Muda*).

***Mura***: desequilíbrio das cargas nas pessoas/equipamentos, resulta de variações ao longo do tempo, como variações na procura ou capacidade. Em contexto *Lean*, tudo o que seja variável é um inimigo, já que gera incerteza e dificulta o controlo e padronização das tarefas;

**Muri:** carga excessiva nas pessoas/equipamentos, verifica-se, por exemplo, quando existem colaboradores a executarem tarefas repetitivas ou a manusearem constantemente cargas pesadas. A longo-prazo torna-se um inimigo já que vai condicionar o bem-estar e operacionalidade das pessoas/máquinas;

**Muda:** atividades que, do ponto de vista do cliente, não agregam valor, mas consomem recursos, como tempo e dinheiro (Womack & Jones, 1996). É sobre este Muda que o *Lean Production* investe grande parte dos seus esforços (Liker, 2004), isto porque, estas atividades unicamente aumentam o preço do produto final, mas não lhe acrescentam nada em termos de características desejadas pelo cliente. Assim, ao agir sobre o *Mura*, estar-se-á a reduzir os custos de produção e, conseqüentemente, o valor monetário do produto final, oferecendo apenas aquilo que o cliente está disposto a pagar. Este conceito de *Mura* desdobra-se nos sete tipos de desperdícios que tomam lugar nos processos produtivos e devem ser eliminados (Ohno, 1988):

1. **Movimentos:** deslocamentos e movimentações do colaborador, como por exemplo recolher materiais, ferramentas ou informação. Estes movimentos apesar de inerentes ao processo, são classificados como um desperdício, pois não exercem qualquer tipo de transformação no produto (Womack & Jones, 1996). O *layout* e desorganização do chão-de-fábrica podem estar no cerne deste desperdício, assim como a falta de normalização dos processos;
2. **Stock:** todo o inventário acumulado incluindo *work-in-process (WIP)*, matéria-prima e produto final. Este tipo de desperdício leva a que haja aumentos do *lead-time*, obsolescência ou danificação dos produtos e ocupação de espaço. Este *Mura* está muito ligado à falta de *Heijunka*, nivelamento produtivo. Existem estudos que demonstram que a redução de inventário afeta positivamente o desenvolvimento económico (Sanidas & Shin, 2017), daí a relevância em considerá-lo como um desperdício a ser eliminado;
3. **Esperas:** ocorre quando existem pessoas/equipamentos à espera, quer de materiais, quer de informação ou reparação. Também os produtos sofrem esperas, quando se encontram em armazém para serem entregues (tornando-se também um desperdício de *stock*). Estas paragens podem ser geradas pela falta de matérias-primas, equipamentos em manutenção, ciclos de processamento longos, atrasos na produção, entre outros. O resultado serão períodos de inatividade que terão impactos negativos no *lead-time* do produto;
4. **Transporte:** movimentações de componentes dentro da instalação ou entre instalações, entre armazém e postos de trabalhos ou ainda entre postos de trabalho. Distingue-se do desperdício

Movimento por se tratar de deslocamentos de materiais/produtos, apesar de, também, culminar num aumento dos tempos perdidos e consumo de recursos;

5. **Sobreprodução:** consiste em produzir mais do que necessário e antes de ser necessário (Ortiz, 2006). Este tipo de desperdício é muito comum num sistema de produção por lotes ou produção em massa, onde a filosofia de produção empurrada desencadeia todo o fluxo produtivo. Este *Muda* irá, conseqüentemente, desencadear o aparecimento outros desperdícios como *stock* e transporte (Ohno,1988);
6. **Defeitos:** todo o trabalho ligado à produção de defeitos, sucata e reaproveitamento de defeitos. Quando não correspondem aos padrões de qualidade estabelecidos, os defeitos podem ser remanufaturados ou rejeitados completamente (sendo deitados fora). Em qualquer um dos casos, existe um gasto adicional de todos os recursos produtivos, daí a necessidade de identificar a causa destes defeitos e eliminá-la o mais antecipadamente possível;
7. **Sobreprocessamento:** consiste em realizar tarefas que não agregam valor para o cliente, mas que, geralmente, são necessárias devido à forma como o processo está estruturado. São exemplo destas atividades o embalamento do produto, inspeções, proteção prévia à pintura, lixar superfícies escondidas, entre outros. Este tipo de *Muda* muitas vezes ocorre porque não existe uma atualização do processo produtivo, o que impede estes processos desnecessários de serem eliminados.

Adicionalmente, existe um oitavo desperdício mais recente, mais orientado para a vertente social e não tão prática. O mau aproveitamento das *skills* dos colaboradores é classificado, por Liker (2004), como um outro desperdício. Desvalorizar as capacidades intelectuais e físicas do colaborador leva a um decréscimo na motivação e progressão da força de trabalho dentro da organização, o que, a longo-prazo, acaba por trazer repercussões graves. Para além disso, dificulta o processo de melhoria contínua, pois ignora a participação ativa de quem diariamente lida com o processo (Liker, 2004).

Dado estes sete desperdícios é possível aferir que a empresa consegue diminuir a presença destas atividades, mantendo apenas aquelas que alterem ou processem as matérias-primas e os produtos intermédios, conferindo as características desejadas ao produto final. Assim, devem ser eliminadas todas aquelas atividades que se encaixem nos desperdícios acima evidenciados. Contudo, é necessário considerar que, de entre estas atividades que não agregam valor, existem as que são puro desperdício (60%) como a criação de *stock* ou as esperas, e outras (35%) que, apesar de não acrescentarem valor,

não podem ser eliminadas do processo, como por exemplo as inspeções e auditorias de qualidade (Liker, 2004; Melton, 2005).

#### 2.1.4 Princípios *Lean Thinking*

O paradigma *Lean Thinking* promove um novo estilo de gestão, baseado nas equipas, e na forma como estas se envolvem a nível organizacional (Womack & Jones, 1996), onde os colaboradores são encorajados e motivados a procurar, pensar e resolver os problemas (Alves, Dinis-Carvalho & Sousa, 2012). Através da implementação desta filosofia, as empresas são capazes de eliminar, ou pelo menos reduzir, o desperdício (Alves et al., 2014.). Desta forma, é promovida e impulsionada a melhoria operacional e ambiental dentro das empresas (Amaro, Alves & Sousa, 2019).

O *Lean Thinking* promove um conjunto de princípios que auxiliam a implementação do TPS (Womack & Jones, 1996). Estes princípios são orientados para componentes físicas e técnicas da produção, todos eles centrados no cliente e na sua satisfação:

- **Valor:** relaciona-se com entregar o produto certo, no tempo, quantidade e preço certos. Apesar de ser criado por quem produz, o valor é definido pelo cliente (Womack & Jones, 1996). Este princípio evidencia a importância de perceber como o cliente percebe o produto, e qual o montante que este está disposto a pagar para o obter. A empresa deve direccionar esforços para a identificação de valor, de forma a interpretar de forma mais precisa aquilo que o seu cliente valoriza. As características que forem identificadas como não relevantes para o cliente, devem ser classificadas como tal, sendo sobre estas que devem ser feitas melhorias;
- **Identificar a Cadeia de Valor:** a cadeia de valor compreende um conjunto de atividades que o produto percorre até ser entregue ao cliente. Para este passo é necessário que a empresa tenha total transparência sobre os processos e intervenientes nesta cadeia (Womack & Jones, 1996). De todas as atividades indicadas devem distinguir-se as que acrescentam e não acrescentam valor ao produto, implementando medidas que eliminem as que não acrescentem;
- **Criar Fluxo:** consiste em promover fluidez, evitando paragens e interrupções, com o objetivo de reduzir o tempo de entrega ao cliente. Para atingir maior fluidez devem ser eliminados desperdícios como *stock* e movimentos, culminando numa redução de custos e *lead-time*;
- **Produção Puxada:** o que deve marcar o ritmo de produção é a procura do cliente, assim unicamente se produz o necessário quando necessário, evitando desperdícios como *stock* e sobreprodução;

- **Procura pela Perfeição:** relacionado com o conceito *Kaizen* (melhoria contínua), consiste em melhorar sucessivamente até ser atingida a perfeição. Ao implementar melhorias estar-se-á a eliminar desperdícios e condensar a cadeia em atividades que só agregam valor.

#### 2.1.5 Ferramentas *Lean*

Para garantir uma produção *Lean* dentro das organizações existe um conjunto de ferramentas que auxiliam a transição. Nesta secção são introduzidas algumas daquelas que foram mais relevantes no projeto de dissertação. Salienta-se que a implementação destas ferramentas não garante por si só uma filosofia *Lean*, estas devem ser conjugadas entre si e aplicadas com alguma regularidade.

##### 2.1.5.1 *Value Stream Mapping (VSM)* e *Waste Identification Diagram (WID)*

Nesta secção serão apresentadas duas ferramentas distintas que, quando conjugadas, oferecem uma análise mais eficiente e de fácil compreensão (Dinis-Carvalho et al., 2015). Assim, o *Waste Identification-Diagram (WID)* surge como uma extensão do *VSM* tradicional, contribuindo com informação adicional relevante, tornando a análise mais completa e intuitiva.

*Value Stream* traduzido para português significa cadeia de valor. Este termo representa e distingue todas as atividades que têm lugar na produção de um determinado produto, incluindo as que acrescentam e não acrescentam valor (Rother & Shook, 1999). O *VSM* é uma ferramenta que auxilia a representação desta cadeia, contemplando todos os processos compreendidos entre o momento da encomenda do cliente, até o momento em que este a recebe (Carvalho & Ferreira, 2015).

Rother and Shook (1999) introduzem esta ferramenta alertando para a sua aplicabilidade a nível macro, já que o seu objetivo é melhorar o todo, ao invés de unicamente otimizar as partes. O *VSM* mapeia não só os fluxos de material, mas também de informação que desencadeiam os processos, como pedidos de cliente, ordens de produção ou encomendas a fornecedores (Silva, 2012). Quando comparado com um mapa de processos, o *VSM* distingue-se por considerar todo o fluxo de processos de uma determinada família de produtos (Rother & Shook, 1999), sobre o qual se aplica a filosofia *Lean* e os seus princípios.

As fases de construção de um *VSM* são as seguintes (Rother & Shook, 1998):

1. Selecionar a família de produtos (produtos que passam pelos mesmos processos e equipamentos ao longo da cadeia);
2. Desenhar e analisar o mapa de fluxos atual;
3. Desenhar o mapa de fluxos futuro focado na redução de desperdício, melhorar o *lead-time* e o fluxo de trabalho;



4. Definir um plano de trabalhos que permita alcançar o mapa futuro;
5. Implementar o plano de trabalhos traçado.

Esta técnica aumenta o potencial de eficiência dos processos produtivos, considerando que faz uma análise simples e objetiva daquilo que é o estado atual do fluxo da cadeia de valor da empresa (Pavnaskaret al., 2003). Para além disso, fornece uma visão sistemática destes processos, adaptando-a a cada família de produtos, através de uma linguagem comum. Assim, o *VSM* torna-se o ponto de partida para um plano estratégico de melhoria (Gregory, 2006, Voelkel & Chapman 2003), que identifica o gargalo na produção e o combate com melhorias compatíveis.

Visualmente, o *VSM* permite identificar os desperdícios de sobreprodução e *stock*, através da análise do WIP (Carvalho & Ferreira, 2015). Adicionalmente, permite calcular o *lead-time*, tempo de ciclo total e, conseqüentemente, o rácio de valor acrescentado (VAR). De forma a fornecer estes dados, o *VSM* deve ser alimentado por informação recolhida através da observação intensiva e bases de dados da empresa, nomeadamente *takt-time* e número de colaboradores a operar em cada posto.

Apesar de ser uma das ferramentas mais usadas para estudo e identificação de problemas na cadeia de valor, esta apresenta alguns problemas e limitação que impedem uma análise completa. A incapacidade de mapear as diferentes rotas de produção, ausência de indicadores económicos (como custos operacionais ou de mão-de-obra), ausência de representação de *layout* (nomeadamente distâncias entre postos de trabalho) e *Bill-of-Materials (BOM)* foram indicados como algumas das falhas deste modelo (Irani & Zhou, 1999). Adicionalmente, o *VSM* não quantifica desperdícios como transporte, espera, movimentos ou processos tornando a análise um pouco pobre numa perspetiva de *Mudas* (Lovellette, 2001; Huang & Liu, 2005).

O *WID* é uma ferramenta mais recente que veio colmatar algumas das lacunas do *VSM*, nomeadamente através da representação das diferentes formas de desperdício (Dinis-Carvalho et al., 2014). Esta ferramenta foi desenvolvida pelo departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho, cujo objetivo é identificar os desperdícios associados ao fluxo de materiais, como *stock* ou transporte, mas também associado a pessoas, como esperas e movimentos (Carvalho & Ferreira, 2015).

Este diagrama, para além de considerar os diferentes *mudas*, auxilia a visualização e interpretação imediata do estado do fluxo que representa. Isto advém do facto de atribuir dimensões físicas às métricas que se encontram em estudo, como o WIP, tempo de ciclo, *set-up* e paragens (Dinis-Carvalho et al., 2015). Tendo como base a geometria de um paralelepípedo, as suas dimensões (largura, altura e comprimento) deverão variar conforme a quantidade de unidades/tempo das métricas acima descritas.

Também existe uma representação do esforço que é exercido no transporte de matérias entre um processo e o seguinte. Para tal, o *WID* introduz umas setas, cujas dimensões representam a quantidade/peso do produto multiplicada pela distância percorrida. Em adição, existe um gráfico circular onde estão representados os diferentes mudas e a sua representatividade ao longo da atividade naquele bloco.

De forma a tornar a interpretação mais clara, existe um bloco para cada um dos processos em estudo, no caso do processo produtivo, existe uma representação para cada posto de trabalho. À medida que tem sido desenvolvida, o *layout* e medidas como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Nakajima, 1988) foram introduzidas para análise, o que acrescentou a contabilização de paragens planeadas e não-planeadas, assim como perdas de velocidade e qualidade (Dinis-Carvalho et al., 2015).

A construção do *WID* consiste em três etapas (Dinis-Carvalho et al., 2014):

1. Descrição do fluxo de produção (bloco e setas);
2. Descrição das atividades das pessoas (gráfico circular);
3. Cálculo e avaliação de medidas de desempenho.

A Figura 3 representa um exemplo de alguns elementos do diagrama *WID*. Como referido, a facilidade de interpretação de dados permite aferir que, dado a maior dimensão do segundo bloco, é neste processo onde existe um maior nível de desperdício (maior nível de *WIP*). Também é neste processo onde existe maior discrepância entre o *takt-time* e tempo de ciclo, por essa razão, o posto trabalha abaixo da sua capacidade. Pela dimensão das setas, percebe-se que existe um maior esforço de transporte entre o posto 1 e 2, traduzido pela sua maior largura.

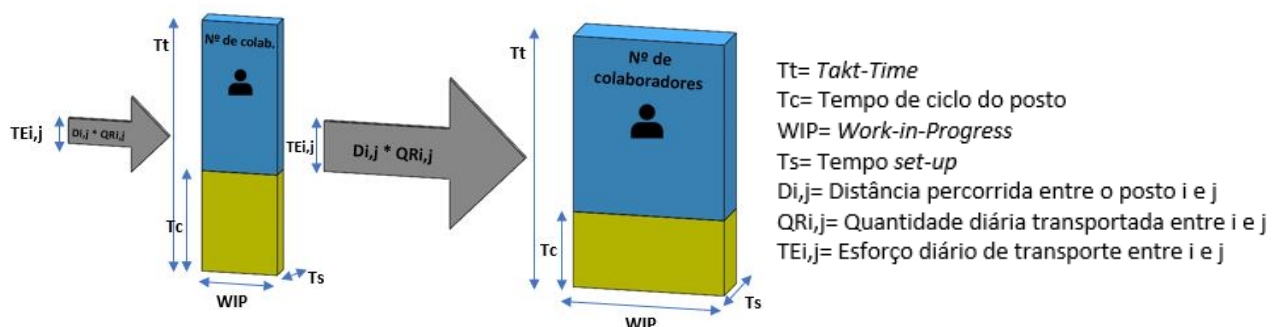


Figura 3 - Exemplo de um *WID*  
(adaptado de Dinis-Carvalho et al., 2014)

A esta informação acrescentam os gráficos circulares (Figura 4) que descrevem as principais atividades do colaborador naquele posto, distinguindo as que crescem e as que não-acrescem valor.



Figura 4 - Exemplo de um diagrama circular (adaptado de Dinis-Carvalho et al., 2014)

Apesar de contemplar bastante informação, o *WID* falha ao não retratar o fluxo de informação. Por sua vez, o *VSM* apresenta essa informação de forma clara. Também a quantidade de informação necessária para construir o diagrama é apontada como um constrangimento. Todavia, estudos continuam em curso com o objetivo de melhorar esta ferramenta e até contruí-la mais facilmente, nomeadamente através do desenvolvimento de um software próprio (Dinis-Carvalho et al., 2014).

Como referido as ferramentas *VSM* e *WID* tem associado alguns prós e contras. Na Tabela 1 é feito um resumo comparativo entre as duas metodologias (Dinis-Carvalho et al., 2014) relativamente à forma como os desperdícios são abordados em cada uma delas.

Tabela 1 - Comparação entre *VSM* e *WID* relativamente a desperdícios

Desperdício	VSM	WID
Transporte	Representado, mas não quantificado	Representado e quantificado, em termos de esforço humano e/ou monetário (setas e gráfico circular)
Espera	Não representado	Representado no gráfico circular
Movimento	Não representado	Representado no gráfico circular
Stock	Representado numericamente nos triângulos, mas difícil leitura e comparação	Representado numericamente e geometricamente (largura do bloco), mais intuitivo
Processo	Só considera as inspeções e retrabalho, quando consideradas como um posto de trabalho	Representado e avaliado no gráfico circular
Sobreprodução	Difícil interpretar, " O inventário entre postos é superior ao mínimo necessário para satisfazer a procura?"	Difícil interpretar, " O inventário entre postos é superior ao mínimo necessário para satisfazer a procura?"
Defeitos	Não representado	Não representado

Na Tabela 2 o mesmo tipo de comparação é feito, mas agora relativamente a outros fatores.

Tabela 2 - Comparação entre *VSM* e *WID* relativamente a outros fatores

Outros	VSM	WID
<i>Layout</i>	Não representado	Pode ser representado
BOM e Custos	Não representado	Pode ser representado
Rotas e Famílias de Produtos	Considera só a rota principal e a família a ela associada	Considera diferentes rotas e famílias a ela associada
Simbologia	Pouco clara e exige conhecimento técnico	Intuitiva e imediata
<i>Performance Indicators</i>	Fornece alguns	Fornece mais que o VSM
<i>Takt-Time</i> , Tempo de Ciclo e <i>Set-Up</i>	Representados mas não evidentes	Representado numericamente, geometricamente, mais fácil comparar
Fluxo de Informação do PCP	Representado pelas setas de fluxo eletrónico ou manual	Não representado
Produção <i>Push</i> ou <i>Pull</i>	Representado pelas setas <i>Push</i> e <i>Pull</i>	Não representado
Ligação com Fornecedor e Cliente	Representado pelas setas de fluxo eletrónico	Não representado

Através desta análise é possível concluir que o *WID* vem colmatar vários dos problemas evidenciados por vários autores relativamente ao *VSM*. Contudo, também esta análise apresenta algumas limitações. Dinis-Carvalho et al. (2015) propõe uma extensão do *VSM* com o *WID*, conjugando as duas ferramentas de forma a usufruir do máximo de informação possível, melhorando assim a análise e tomada de decisão. Esta sugestão passa pela incorporação de algumas das características mais relevantes do *WID* na estrutura base do *VSM* tradicional (Figura 5), tornando-o mais visual, intuitivo e completo (Dinis-Carvalho et al., 2015). Todavia, esta junção não permite que sejam consideradas as diferentes rotas e *layout*, ainda assim, a informação fornecida é de extremo valor e continua a ser uma alternativa viável e eficaz.

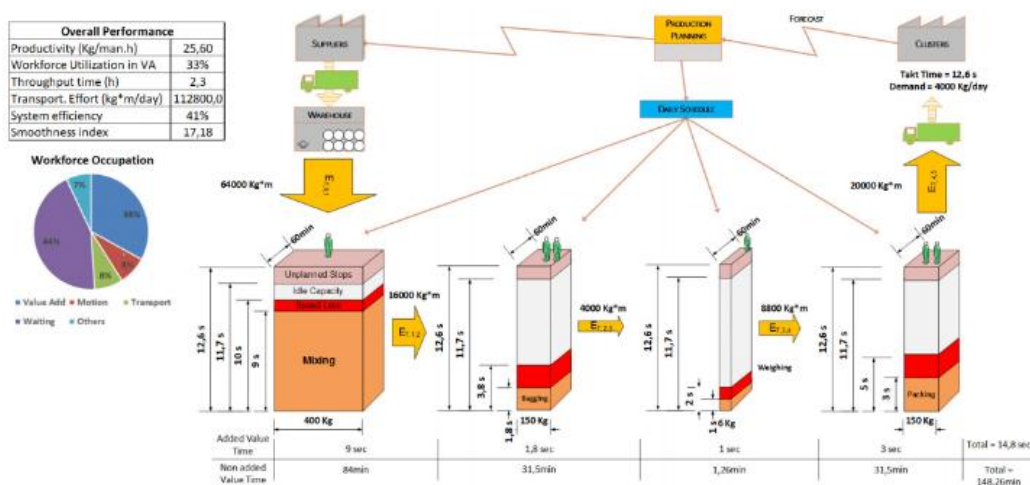


Figura 5 - Exemplo da interação *VSM/WID* (retirado de Dinis-Carvalho et al., 2015)

### 2.1.5.2 *Standard Work*

A *standardização* do trabalho, apesar de não muito vinculado na filosofia *Lean*, tem um forte ênfase no modelo TPS (Kosuge et al., 2010). O *standard work* consiste em criar um conjunto de procedimentos e sequências, que devem ser repetidos, para cada processo e colaborador (Monden, 1998). Estes procedimentos devem promover uma redução de variabilidade e, conseqüentemente, reduzir desperdícios, aumentando a eficiência, qualidade e segurança dos processos (Kosuge et al., 2010). Com esta padronização será mais fácil aferir o *lead-time* e tornar os processos mais consistentes e preditivos (Kosuge et al., 2010).

Apesar de ser indicado como oponente da inovação, os benefícios do *standard work*, tais como estabilidade, flexibilidade, visibilidade e aprendizagem (Emiliani, 2008), acabam por contrapor essa ideia. Ao documentar detalhadamente a melhor forma de executar uma determinada tarefa, as variações do produto final são minimizadas, sempre que, e de acordo com o princípio *Kaizen*, esta documentação esteja atualizada (por exemplo, quando surgem novas ideias de execução ou as condições de negócio se alterem) (Emiliani, 2008).

Em adição à diminuição de variabilidade, a documentação e padronização de processos facilita a gestão de conflito entre colaboradores (quando existe discordância entre o método de executar a tarefa) e a formação de novos colaboradores que, ao terem acesso a esta documentação, sabem de que forma a sua tarefa deve ser executada (Ungan, 2006). Ao reduzir os desperdícios, o *standard work* permite eliminar as atividades que não-acrescentam valor.

Quando se pretende desenvolver um *VSM* do estado futuro, ferramentas de *standard work* como a *Standardized Work Combination Sheet* e *Standardized Work Chart* ajudam durante a fase de implementação (Tapping, 2003). O *Standardized Work Combination Sheet* (Figura 6) é uma ferramenta visual que representa o fluxo de um determinado processo, combinando o valor de tempo de ciclo com o valor do *takt-time*. Para tal, representa o tempo exato necessário para executar cada tarefa, considerando também os tempos de espera e distâncias entre postos (Tapping, 2003). Para uma eficiente aplicação desta ferramenta é necessário investir algum tempo e recursos, para que, no final, o resultado melhore significativamente. O *Standardized Work Chart* (Figura 6) é um diagrama que descreve a sequência de elementos de trabalho e deve estar visível para todos os colaboradores, evidenciando a relevância dos *standards* de trabalho (Tapping, 2003).

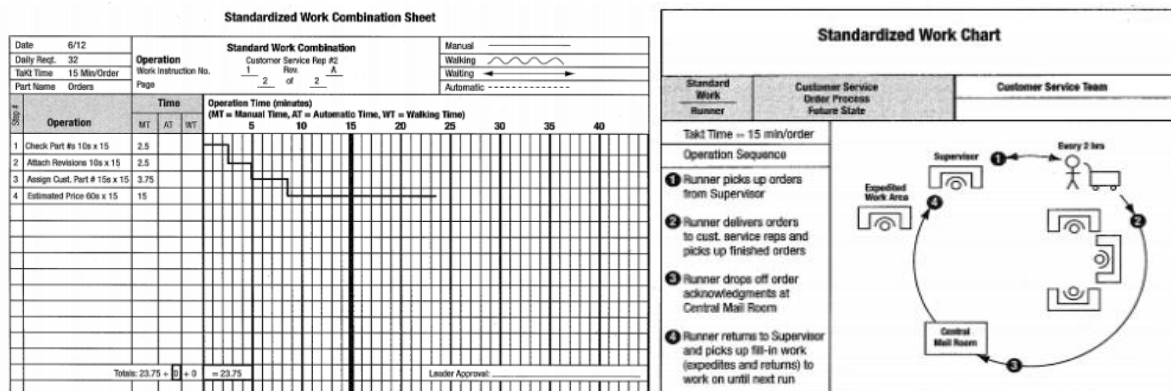


Figura 6 - Standardized Work Combination Sheet e Chart (retirado de Tapping, 2003)

### 2.1.5.3 Kaizen

Do japonês *Kaizen*, a Melhoria Contínua não é uma técnica específica do *Lean*, mas sim um amplo conceito que cobre e acompanha várias das ferramentas introduzidas pela filosofia japonesa (Recht & Wilderom, 1998). *Kaizen* consiste em implementar Melhoria Contínua e incremental nas organizações, com o objetivo de criar valor, eliminando o desperdício (Womack & Jones, 1996). Com este pensamento é possível reduzir custos e emancipar diferentes formas de pensar (Štefanić et al., 2012).

Para ser bem-sucedido, o *Kaizen* deve ter a colaboração de todos, desde gestão de topo até aos colaboradores (Imai, 1997), para que as *skills* de resolução de problemas e motivação sejam aumentadas (Štefanić et al., 2012). Ao fazê-lo, o *Kaizen* torna-se fio condutor para identificar lacunas nos diferentes departamentos, e, simultaneamente identifica sistemas e processos que devem ser atualizadas (Imai, 1997). Segundo Ohno, onde não existem *standards*, não existe *Kaizen*, por esse motivo, o *standard work* é elemento imperativo nesta abordagem. Sendo o quinto princípio de *Lean Thinking*, o *Kaizen* obedece a princípios de busca pela perfeição e fluxo puxado como: primazia da qualidade, eliminação do desperdício, desenvolvimento pessoal, *standards* visuais, processo e resultados, entre outros (Coimbra, 2009). Para alcançar uma estratégia *Kaizen* existem ferramentas fulcrais como a produção *JIT*, controlo total de qualidade (TQC), manutenção total produtiva (TPM), atividades em grupo, entre outros (Imai, 1997).

Para implementar *Kaizen* é necessário, primeiramente, identificar o problema, clarificá-lo e, por fim, encontrar a sua causa (Shingo, 2007). Uma ferramenta útil para esta implementação é o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) introduzido por Shewhart, em 1930. O planeamento detalhado é essencial para concretizar de forma eficaz a melhoria que se pretende introduzir. Na fase *Do*, esse plano é colocado em prática para, posteriormente, serem avaliados os resultados decorrentes da sua implementação (*Check*).

Por fim, deve agir-se em conformidade com os resultados, alargando a melhoria implementada e tornando-a *standards (Act)*. Para serem classificadas como contínuas, estas melhorias devem, regularmente, ser reavaliadas e aprimoradas, repetindo o ciclo.

Dwight Eisenhower foi o trigésimo quarto presidente dos Estados Unidos que citou a famosa premissa “*What is important is seldom urgent and what is urgent is seldom importante*”. Foi esta personalidade quem introduziu a Matriz de *Eisenhower*. Esta ferramenta tem como objetivo diferenciar as tarefas de acordo com a sua urgência de resolução (Eisenhower, 1954, citado em Bast, 2016). Assim, este método poderá ser um primeiro passo para as empresas que pretendam implementar *Kaizen*. Para além de fomentar o *standard work*, esta matriz permite que as equipas que a implementem trabalhem no sentido de eliminar desperdício, auxiliando-as a alocar o seu tempo disponível às tarefas que de facto acrescentar valor.

Para garantir um maior aproveitamento de tempo, este deve ser gerido de forma inteligente ao invés de arduamente (Bast, 2016). Trabalhar de forma inteligente consiste em fazer as tarefas certas (dadas as prioridades) na janela de temporal adequada (Bast, 2016). Para tal, a Matriz de *Eisenhower* surge como um auxiliar estratégico e de planeamento desse mesmo trabalho, evitando gastar tempo em tarefas que são urgentes, mas não importantes, negligenciando as que são importantes, mas não urgentes (Bratterud et al., 2020).

Dois conceitos são cruciais para classificar as tarefas, ambos relevantes, mas inteiramente distintos. Identificar a importância e a urgência são uma forma de priorizar tarefas, de forma a melhor gerir o tempo disponível. A importância significa que se trata de uma tarefa de valor cuja resolução tem grande impacto no sucesso pessoal e global (Bratterud et al., 2020). Por sua vez, a Urgência define a necessidade imediata de atenção, contudo o seu grau não deve por si só classificar o nível de prioridade (Bratterud et al., 2020).

A matriz está subdividida em quatro quadrantes, distinguindo as tarefas entre (Figura 7) (Bast, 2016):

- Urgentes e Importantes: devendo ser resolvida com a maior brevidade;
- Urgentes, mas Não Importantes: devendo ser delegada e/ou realizada com a ajuda de outros departamentos, num horizonte temporal alargado;
- Não urgentes, mas Importantes: devendo-se agendar essas tarefas;
- Não urgentes e Não Importantes: devendo a tarefa manter-se no *To do* até se converter num dos outros tipos anteriores.

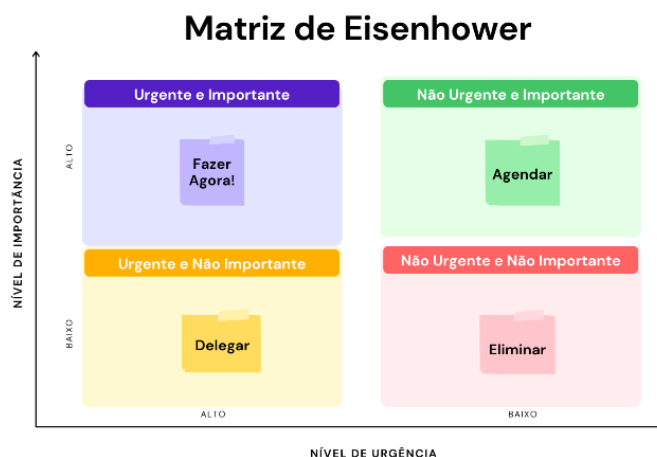


Figura 7 - Matriz de *Eisenhower* para priorização de tarefas (adaptado de Bast, 2016)

Esta matriz é relevante em diversos setores como saúde ou indústria, ou até mesmo em decisões básicas do dia-a-dia. Através dela será possível criar um método de trabalho mais focado e produtivo (Batra, 2021).

#### 2.1.5.4 Técnica 5S e Gestão Visual

Os 5S são um dos princípios *Kaizen* que promovem uma melhor organização do ambiente de trabalho. A ausência de 5S numa organização é sinónimo de insuficiente gestão visual e gestão de mudas, levando a quebras de disciplina, moral dos colaboradores, qualidade, culminando num aumento de custos e incapacidade de cumprir prazos (Imai, 2012). Baseado em cinco palavras japonesas, os 5S permitem responder às questões “Temos tudo aquilo que precisamos no chão-de-fábrica?” e “Precisamos de tudo aquilo que temos no chão-de-fábrica?” (Imai, 2012). Assim, estes cinco sentidos são:

- **Seiri** (separação): separa o que é necessário daquilo que não é, só deve ser mantido no posto de trabalho o que é essencial. A estratégia *red tag* consiste em atribuir uma etiqueta vermelha aos itens classificados como não essenciais sendo, posteriormente, removidos do posto de trabalho. Este processo irá aumentar o espaço disponível, tornando-o mais flexível (Imai, 2012);
- **Seiton** (organização): organizar o que é necessário de forma simples e intuitiva, de modo a facilitar a procura pelos itens. A estratégia de letreiro (sinalizar o que é necessário) e pintura (demarcação dos espaços) auxilia os colaboradores a identificar aquilo que necessitam e, depois, arrumar no sítio correto. Este S promove um fluxo de trabalho contínuo, minimizando os esforços e tempos perdidos durante a busca (Imai, 2012);



- **Seiso** (limpeza): limpar o posto de trabalho, não só as máquinas, mas também ferramentas e espaço envolvente, mantendo todos os itens em ordem. Com este procedimento será mais fácil trabalhar e detetar potenciais problemas de utilização;
- **Seiketsu** (normalização): definir normas consistentes para manter o posto de trabalho organizado. Este S será implementado com sucesso quando se observa que os três primeiros S's são cumpridos. Para tal é fundamental disponibilizar formação aos colaboradores, para que estes possam ativamente participar no processo e serem eles próprios os responsáveis em garantir que os três primeiros S's são práticas regulares na empresa;
- **Shitsuke** (disciplina): aplicar, manter e melhorar as normas implementadas. Consiste em disciplinar os colaboradores no sentido de tornar os novos procedimentos dos 4S's anteriores práticas habituais e naturais dentro da empresa.

Através da aplicação dos 5S a organização consegue melhorar a sua performance global, qualidade, segurança e experiência do consumidor, ao mesmo tempo que reduz custos e aumenta a flexibilidade (De Villiers, 2008). O facto de poder ser feito de imediato, com a participação de todos e evidenciado rapidamente o desperdício (De Villiers, 2008), torna os 5S uma ferramenta apelativa e impulsionada pelas empresas.

Ligado ao conceito de 5S surge a gestão visual. A gestão ou controlo visual permite que qualquer pessoa, assim que entre no chão-de-fábrica, facilmente identifique o fluxo de trabalho e materiais, a delimitação de cada posto de trabalho, a documentação necessária, entre outros (Feld, 2001). Uma boa gestão visual é alcançada através de sinalização eficiente e autoexplicativa, para a qual qualquer indivíduo é capaz de visualizar e entender, sem ter de pedir ajuda a ninguém (Feld, 2001). A sua relação com o 5S advém de a gestão visual promover a comunicação dos 5S e manutenção dos mesmos, de forma ágil e intuitiva.

## 2.2 Estudo do Trabalho e Ergonomia

O Estudo do Trabalho foca-se no estudo do contexto do trabalho, incidindo sobre as operações, processos e métodos existentes, procurando aumentar a sua eficácia (Arezes & Costa, 2003). Taylor foi quem introduziu este conceito, alegando que o trabalho deveria ser atentamente observado, a fim de estabelecer aquilo que cada tarefa deveria conter, com o objetivo de minimizar o tempo e o espaço a ela associados (Silveira & Salustiano, 2012).

Ergonomia é uma das disciplinas que deve ser combinada com o *Lean*, de forma a torná-lo ainda mais eficaz, potenciando condições de trabalho mais agradáveis e com menor risco para a saúde dos

colaboradores. Esta disciplina científica pretende explicar as interações entre o ser humano e os restantes elementos do sistema (Maia et al., 2012). As suas ferramentas e técnicas permitem averiguar as condições de trabalho, avaliando a sustentabilidade da empresa (Maia et al., 2012) e, simultaneamente, assegurando a produtividade e segurança (Heston, 2006).

### 2.2.1 Estudo do Trabalho

O estudo do trabalho é algo muito valorizado pelas organizações. O tempo associado à duração de uma determinada tarefa contempla não só o tempo produtivo, como também aquele em que não é acrescentado valor ao produto, nomeadamente de retrabalho ou deslocações.

O Estudo do Trabalho (também denominado estudo de tempos e movimentos) é uma metodologia que permite identificar as atividades a manter e a eliminar, dado o valor que agregam, tornando a tarefa o mais eficiente possível (Barnes, 1997).

O Estudo do Trabalho deve iniciar-se com uma abordagem geral do processo produtivo, onde se devem identificar as tarefas/postos de trabalho que necessitam uma intervenção mais imediata (Contador, 2010). Sobre estas devem fazer-se estudos mais aprimorados, não só aos colaboradores, mas também às máquinas e equipamentos que poderão estar envolvidos, de forma a contabilizar-se o tempo-padrão da tarefa.

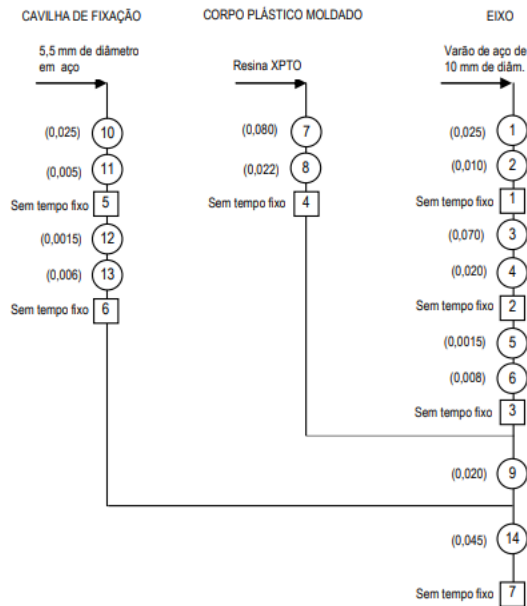
O Estudo do Trabalho subdivide-se em duas técnicas distintas, o estudo dos métodos e medida do trabalho, onde a primeira pretende diminuir o conteúdo de trabalho e a segunda medir o seu tempo de realização (Arezes & Costa, 2003).

O estudo dos métodos pretende atingir métodos de trabalho mais simples, económicos, cómodos e aperfeiçoados (Arezes & Costa, 2003). Para tal, deve existir uma análise sistemática das tarefas, com vista a identificar quais as atividades a manter, encontrado assim o melhor método de trabalho (*research*). Posteriormente, esse método deverá ser classificado como padrão, sendo descritos detalhadamente e preservados até que outro método melhor seja encontrado (Barnes, 1977).

Para cada tipo de problema existe uma técnica de estudo dos métodos mais adequada, podendo esta estar alicerçada em gráficos que indicam sequência de processo ou escala de tempos, ou diagramas (Arezes & da Costa, 2003). Se o que se pretende é estudar o processo produtivo completo (desde a receção de matérias-primas à expedição do produto final) o mais adequado será utilizar um gráfico de sequência (Figura 8a) ou um gráfico de análise de processo (Figura 8b).

GRÁFICO DE SEQUÊNCIA		EXECUTANTE/MATERIAL/Equipamento				
GRÁFICO Nº 1	FOLHA Nº 1 DE 1	RESUMO				
OBJETO: Motor de autocarro usado		ACTIVIDADE ACTUAL	PROPOSTA			
ACTIVIDADE: Desmontagem, limpeza e lavagem de um motor		OPERAÇÃO	4			
MÉTODO: Actual/Proposta		TRANSPORTE	21			
LOCALIZAÇÃO: Oficina de Lavagem		ESPERA	3			
		CONTROLO	1			
		ARMAZENAGEM	1			
EXECUTANTE(S): FICHA 1245		DISTÂNCIA (metros)	238,5			
		Tempo (min)	-			
GRÁFICO POR:		CUSTO	-			
APROVADO POR:		MÃO-DE-OBRA	-			
		MATERIAIS	-			
		TOTAL	-			
Descrição	Qtd	Distância (metros)	Tempo (min.)	SÍMBOLOS	Observações	
Motor guardado no armazém de motores	1					
Retirar motor					Grav. eléctrica	
Transportar até grupo potência		24,0			Grav. eléctrica	
Pousar no solo						
Retirar o motor					Grav. eléctrica	
Transportar oficina desmontagem		30,0			Grav. eléctrica	
Pousar no solo						
Desmontar o motor						
Limpar e desmontar peças principais						
Controlar desgaste das peças e medir realmente de inspeção						
Transportar peças para desmontar		3,0				
Transportar para mesa desmontar		1,5			Grav. manual	
Desmontar na mão de desmontar						
Trair de mão de desmontar					Grav. manual	
Alisar de mão de desmontar		8,0			Grav. manual	
Pousar no solo						
Retirar motor						
Transportar à bancada de limpeza		12,0				
Limpar completamente todas as peças						
Cortar de peças limpas numa caixa		9,0				
Esperar transporte						
Carregar todas peças, excepto bloco e cabeça, num carro					Carro	
Transportar ao tempo controla motoriza		75,0				
Desmontar e dispor na mesa de insp.						
Carregar bloco e cabeça em carro						
Transportar serviço de insp. de motores		75,0			Carro	
Pousar no solo						
Armazenar temp. aguardando inspeção						
TOTAL		238,5	4	21	3	1

a)



b)

Figura 8 - a) Gráfico de sequência; b) Gráfico de análise de processo (retirado de Arezes & da Costa, 2003)

Em ambos existe uma exposição clara da sequência de trabalhos, com uma simbologia própria associada. No caso de se pretender estudar o movimento de materiais e/ou colaboradores, o mais adequado será criar um diagrama de circulação (localizando os postos de trabalho, fluxo de materiais e atividades dos colaboradores) ou gráficos de circulação (fornece dados quantitativos relacionando a frequência dos deslocamentos com as distâncias e quantidades transportadas) (Arezes & da Costa, 2003). Se o que se pretende fazer implementações nos postos de trabalho o ciclógrafo (registo em fotográfica da trajetória do colaborador) ou o simograma (apto para tarefas com ciclos curtos e repetitivos, para que se identifique esforços e movimentos desnecessários) são aconselhados (Arezes & da Costa, 2003).

Depois de se encontrar o padrão do processo, o passo seguinte será determinar o tempo-padrão (Medida do Trabalho) que um colaborador treinado e formado demora a executar a tarefa (Castro et al., 2012). Ao determinar o tempo-padrão, a gestão é capaz de tomar decisões no que respeita os recursos necessários dado o conteúdo do trabalho, assim como tempos de entrega e custos de mão-de-obra (Arezes & da Costa, 2003).

Existem diferentes técnicas de Medida do Trabalho, sendo que a sua seleção depende do tipo de tarefa em análise, tempo e recursos disponíveis para realizar o estudo, precisão dos resultados, entre outros (Arezes & da Costa, 2003). As duas principais técnicas da Medida do Trabalho são o estudo de tempos (cronometragem) e a amostragem do trabalho (sondagem), sendo que ambos consistem na observação direta de atividades (Contador, 2010). Em qualquer dos casos o objetivo deverá ser implementar o

método que tenha menor custo, mas que ao mesmo tempo seja eficaz, de forma a ser instaurado e padronizado, auxiliando a determinação do tempo gasto nas tarefas (Barnes, 1997).

### *2.2.1.1. Medida do Trabalho: Estudo de Tempos*

De acordo com o tipo de tarefa, existem técnicas mais adequadas para a medida do trabalho. No caso de se estar perante tarefas manuais ou semiautomáticas, de ciclos curtos e/ou repetitivos a cronometragem deverá ser a técnica a seguir (Arezes & da Costa, 2003). Através de uma observação direta e intensiva, esta técnica é aplicada com a ajuda de um cronómetro, prancheta de cronometragem e folhas de observação.

Para Levine (1997) este método só pode ser aplicado quando a precisão do estudo esteja bem definida pelas partes, contando com o consentimento de todos os envolvidos. Também os colaboradores em estudo devem estar motivados para que o projeto resulte, acreditando na qualificação e credibilidade da pessoa que executa a cronometragem. Por último, deve apresentar-se aos supervisores o plano do estudo, para que depois este seja introduzidos aos restantes colaboradores.

Um dos passos mais relevantes no estudo de tempos está na determinação do tamanho da amostra. Como é expectável existe alguma variabilidade no que respeita aos tempos lidos, principalmente se estes se tratarem de tarefas manuais. De forma a tornar fiável o resultado, deve-se considerar qual a precisão e tamanho da amostra mais adequado (Arezes & da Costa, 2003). Para tal recorre-se a conceitos estatísticos como desvio-padrão, níveis de confiança e de erro. O procedimento deve iniciar-se com a realização de um pequeno conjunto de cronometragens ( $N_x$ ), para que depois, dado o nível de confiança (NC) e erro relativo ( $\epsilon$ ) se extrapole o  $n^\circ$  de observações necessárias ( $N'$ ) (Barnes, 1997).

$$N' = \left( \frac{Z * s}{\epsilon * m} \right)^2$$

Onde:

- Z depende de NC;
- s é o desvio-padrão  $N \leq 30$ , usar  $\sigma$  se  $N \geq 30$ ;
- m é a média da amostra

Para a aplicação desta fórmula devem ser feitas algumas iterações até se atingir  $N' \leq N_x$ , nesse momento ter-se-ão realizado o número de medições suficientes, dada a precisão pretendida (NC e  $\epsilon$ ) (Arezes & da Costa, 2003).

### 2.2.1.2 Medida do Trabalho: Amostragem do Trabalho

A amostragem do trabalho, também conhecida por sondagem, é uma técnica de observação direta extensiva utilizada quando se pretende analisar tarefas com tempos de ciclo longos, não-repetitivos, onde se verifica grande variabilidade e polivalência dos colaboradores (Arezes & da Costa, 2003). Esta técnica, também conhecida por *Snap Reading*, é também eficaz quando se pretende estudar a utilização de máquinas num determinado processo. Esta consiste em realizar observações aleatórias, intermitentes e momentâneas ao processo a fim de determinar a duração da tarefa (Tippett, 1934).

Quando comparada com o estudo de tempos, é uma abordagem de baixo custo que não requer observadores experientes nem interfere tanto com a rotina dos colaboradores. A estas vantagens acrescem o facto de os resultados serem mais imparciais (pelo facto do colaborador não ser observado diretamente), interrupções no estudo não trazem impacto (visto que este se baseia em análise probabilística), permite o estudo de vários elementos em simultâneo, entre outros (Mital et al., 2016). Na amostragem do trabalho, para além do tempo da tarefa, é possível determinar que percentagem do mesmo foi despendida em atividades que acrescentaram ou não valor ao produto (Arezes & Costa, 2003). Para Barnes (1997) essas atividades devem facilmente ser diferenciadas entre si, para que no momento de análise não surjam dúvidas da categoria onde a observação se encaixa.

Para implementar este método deve, tal como no estudo de tempos, realizar-se uma primeira ida ao terreno e retirar algumas observações, identificando quais as principais atividades e respetiva frequência (dos Reis, 1967). Depois, pela substituição na fórmula abaixo, averigua-se qual o número de observações que devem ser feitas (Krajewski et al., 2016).

$$N = \left(\frac{Z}{\epsilon}\right)^2 p (1 - p)$$

Onde:

- Z depende de NC;
- p representa a proporção da ocorrência.

No final da recolha de dados, será possível obter a proporção de tempo que cada atividade ocupa, obtendo-se este valor através da divisão do número de observações registadas para essa operação pelo número de observações total (Miyata et al. 1981). Assim, dadas as inferências estatísticas, as conclusões para a amostra podem ser extrapoladas para a população.

### 2.2.2 Ergonomia e Métodos de avaliação de Risco LMERT

A Ergonomia, segundo a Associação Internacional de Ergonomia (2016), pretende estabelecer ligação entre o ser humano e outros elementos do meio, tendo como objetivo otimizar o bem-estar do colaborador, assegurando o melhor desempenho do sistema (IEA, 2016). A análise ergonómica permite analisar o sistema como um todo, para uma melhor alocação de funções e equipamentos, garantindo a tomada de decisão informada acerca da segurança, produtividade e bem-estar dos envolvidos (Alves et al., 2019).

Os três inimigos do *Lean*, referidos anteriormente, podem ser identificados e combatidos através de uma análise ergonómica (Maia et al., 2012. -b). Ao reduzir o *Muda* (desperdício), como movimento e transporte, estar-se-á a reduzir o esforço do colaborador. O mesmo acontece com a sobreprodução, ao produzir unicamente o necessário, no momento necessário, estar-se-á a reduzir o esforço do colaborador e reduzir a probabilidade de acidentes (ao ter menos material espalhado pelo chão-de-fábrica). Por último, o *Muri* deve combater a carga de trabalho excessiva no colaborador, enquanto elimina atividades que não acrescentam valor.

Contudo, empresas que praticam *Lean* e *JIT* reportam algumas lesões musculoesqueléticas dos seus colaboradores, devido ao acelerado ritmo de trabalho (Colim et al., 2021). Por esse motivo, quando se adota uma abordagem *Lean Thinking*, é crucial considerar os fatores humanos e como as novas medidas podem influenciar a saúde do colaborador, pois são eles que estão no coração da aplicação dos modelos *Lean* (Genaidy & Karwowski, 2003).

A existência de lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT) nos colaboradores são reflexo da exposição a atividades repetitivas, aplicação de força e adoção de posturas incorretas (Barroso et al., 2006). Neste sentido, os estudos ergonómicos são fulcrais para que se estude a interação do ser humano com estes contextos e qual o seu real impacto na qualidade de vida.

Para avaliar a exposição do indivíduo a fatores de risco que promovam o LMERT podem ser aplicados diferentes métodos: questionários de autoavaliação, métodos observacionais ou métodos de medição direta. Dependendo do tipo de precisão necessário, um dos três métodos deve ser selecionado (David, 2005).

#### a) Questionários de Autoavaliação

O método mais simples são os chamados questionários de autoavaliação. Estes deverão ser preenchidos pelos colaboradores em formato questionário ou até mesmo entrevista. A sua principal vantagem recai

sobre o baixo custo e facilidade de implementação, contudo não oferecem uma avaliação muito especializada (Santos, 2009). O facto de os valores recolhidos poderem ser facilmente adulterados e influenciados por fatores ambientais e pessoais (Bao et al., 2006) retiram credibilidade aos seus resultados.

Um exemplo da utilização deste método é a aplicação da Escala de *Borg*, a fim de averiguar a perceção subjetiva do esforço (PSE).

Na década de 60 do século XX, Gunnar Borg criou uma escala a fim de monitorizar a intensidade/esforço físico de uma determinada tarefa. Os seus estudos tiveram por base a psicofísica, ciência que estuda a relação entre os estímulos físicos, como luz, peso ou calor, e a reação psicológica a esse estímulo. A forma como o esforço é percecionado depende da informação proveniente do meio, que geram diferentes respostas sensoriais nos diferentes indivíduos (Suárez-Rodríguez & del Valle, 2019). Com a Escala de *Borg*, é possível estudar a relação entre a intensidade física real e aquela que é percecionada pelo indivíduo, a perceção subjetiva do esforço (PSE) (Borg, 1990).

A PSE é uma classificação subjetiva, que indica qual a opinião do indivíduo relativamente à intensidade da tarefa que executa (Morgan, 1973). Vários estudos comprovaram que a Escala de *Borg* é uma ferramenta eficaz no que respeita à determinação da PSE (Marques Junior, 2013), tendo esta sofrido algumas alterações ao longo do tempo. Inicialmente esta contava com 20 graus de intensidade, sendo, posteriormente, atualizada para uma escala modificada com 10 níveis. Para implementar esta escala deve-se pedir ao colaborador que registre o nível de intensidade do esforço da tarefa, sendo que pode ser classificado desde esforço nulo (0) a esforço máximo (10) (Borg, 1990) (Tabela 3).

Esta escala ajuda a descrever e classificar o nível de esforço físico, tendo sido disseminada em diferentes contextos e culturas, o que aumentou a dimensão da população em estudo (Burkhalter, 1996). Borg (1990) afirma que de todos os indicadores de esforço físico, o esforço percecionado é aquele que mais informação fornece, uma vez que considera questões musculares, respiratórias, cardiovasculares, entre outras.

Tabela 3 - Escala de *Borg* Modificada  
(adaptado de Borg, 1990)

<b>Classificação Numérica</b>	<b>Descrição verbal da severidade associada ao esforço físico desenvolvido</b>
0	Ausência de esforço
0,5	Extremamente leve, apenas ligeiramente perceptível
1,0	Muito leve
2,0	Leve
3,0	Moderado
4,0	Algo severo
5,0	Esforço forte
6,0	
7,0	Esforço muito forte
8,0	
9,0	Muito, muito forte- quase o máximo
10,0	O máximo

A utilização desta escala é importante para que as empresas consigam, de forma *standard*, medir o esforço físico dos seus colaboradores, de forma a poderem tomar medidas adequadas, conforme o grau e risco apontado pela escala. Esta classificação é uma ferramenta relevante para avaliar não aquilo que o indivíduo faz, mas sim aquilo que ele pensa que faz (Morgan, 1973) o que ajuda a interpretar a sua relação com o trabalho.

#### b) Métodos Observacionais

Os métodos observacionais distinguem-se entre simples e avançados (David, 2005). Tendo como suporte imagens ou vídeos, os métodos observacionais simples identificam as posturas mais críticas associadas à tarefa em questão. Apesar de terem baixo custo e cobrirem diferentes tarefas, o seu registo tem também baixa precisão e fiabilidade. No caso dos métodos observacionais avançados, esta questão é colmatada através da aplicação de softwares próprios como complemento às imagens e vídeos. Claro está que, como contrapartida, existe a necessidade de envolvimento de uma equipa especializada e custos adicionais (David, 2005).

#### c) Métodos de Avaliação Direta

Os métodos de medição direta baseiam-se em sensores aplicados diretamente no colaborador, medindo de forma direta a sua exposição a LMERT (Santos, 2009). Aqui, o nível de precisão é sem dúvida mais elevado, contudo este tem impacto a nível do comportamento do colaborador. Adicionalmente, existe um investimento considerável associados à aquisição dos aparelhos, futuras manutenções e profissionais qualificados para o seu acompanhamento (David, 2005).



## 2.3 Indústria 5.0

A Indústria 5.0 (I5.0) é o mais recente conceito de vanguarda para as organizações. Esta permitirá às empresas dar o próximo passo, face à antecedente 4.0, em direção a uma estratégia mais sustentável, centrada no homem e resiliente (Breque et al., 2021) (Figura 9).



Figura 9 - Pilares da I5.0  
(adaptado de Breque et al., 2021)

Nesta nova abordagem, a tecnologia de ponta inserida pela Indústria 4.0 (I4.0), será personalizada a fim de trabalhar cooperativamente com o colaborador, não ameaçando postos de trabalho ou segurança dos mesmos (Bessa et al., 2020). Outras divergências em relação à I4.0 é a personalização em massa de grande valor acrescentado (Maddikunta et al., 2022; Bessa et al., 2020). Contrariamente à automatização em massa da I4.0, esta evolução de paradigma combina a criatividade humana com a precisão dos robôs (Paschek et al., 2019), focando-se mais na justiça social, ao invés da digitalização (Bessa et al., 2020). Ao ser dominada pela informação digital, a I4.0 descora questões sociais e ambientais, por esse motivo a I5.0 é introduzida com o objetivo de balancear todas estas envolventes (Breque et al., 2021). Assim, é expectável um desenvolvimento económico e social exponencial, alicerçado na evolução tecnológica (Fujii et al., 2018; Keidaren, 2018).

Mencionada pela primeira vez em 2016, no Japão, a Society 5.0 surgiu na 5ª edição da *Science and Technology Basic Plan* e trouxe consigo uma nova perspetiva de trabalho, onde vigora o aumento de produtividade e qualidade de vida (Lopes et al., 2020). Com esta humanização da indústria é expectável um aumento da velocidade produtiva e da precisão das máquinas, às quais são atribuídas características de pensamento humano (Maddikunta et al., 2022). Esta emergente evolução culmina numa necessidade das empresas se tornarem mais competitivas, a fim de capturar e reter força de trabalho capaz de tornar a organização resiliente e distinta.

### 2.3.1 Sustentabilidade

Pela definição introduzida pela Comissão Europeia (2021), a sustentabilidade é um dos pontos fulcrais deste novo conceito industrial. Sustentabilidade significa satisfazer as necessidades das gerações presentes, sem comprometer as gerações futuras (WCED, 1987), sendo que a indústria é um dos setores que mais pode contribuir para que exista uma sociedade sustentável. Segundo Mariya Gabriel (Breque et al., 2021), presidente da comissão para a inovação, pesquisa, cultura, educação e juventude, a produção deve respeitar as barreiras do planeta, colocando o colaborador no centro do processo.

O que a I5.0 pretende alcançar é uma produção mais limpa e sustentável, alinhada com os objetivos propostos de salvaguardar o planeta, nomeadamente atingir a neutralidade carbónica em 2050 (Breque et al., 2021). Com a indústria 5.0 as empresas estarão a contribuir para uma *green-production*, promovendo a sustentabilidade ambiental, mas também económica, nomeadamente no que respeita a redução de custos energéticos (Breque et al., 2021).

### 2.3.2 Centrado nas pessoas

O bem-estar do colaborador é iminente no surgimento da sociedade 5.0. O respeito pela privacidade, autonomia, dignidade e direitos humanos (Breque et al., 2021) faz da I5.0 uma ambiciosa meta para qualquer colaborador. A fim de aliar a inteligência humana com a tecnologia existente, o capital humano deve ser valorizado e visto, não como um custo, mas sim como um investimento. Assim, este sentir-se-á motivado e dedicará as suas *skills* em prol da organização e desafios a ela inerentes. A colaboração entre humanos e máquinas cruza-se nesta indústria, mas ao contrário do que acontecia na anterior (I4.0), que perguntava “o que podemos fazer com a tecnologia?”, agora questiona-se “o que a tecnologia pode fazer por nós?” (Breque et al., 2021).

Esta nova sociedade promove uma maior qualidade de vida, com mais conforto e menos desgaste físico (Keidaren, 2016; Harayama, 2017; Gladden, 2019). Para que isto seja assegurado, estudos ergonómicos devem ser levados a cabo nas organizações, a fim de realçar todos os riscos e medidas de segurança. Esta característica da I5.0 enaltece a necessidade da ergonomia dentro das organizações, como um foco de bem-estar e qualidade de vida. A emergente iteração homem-máquina exige que as *skills* de trabalho necessárias sejam atualizadas. As máquinas devem agora ser encarregues de executar as tarefas monótonas e repetitivas, dando espaço ao colaborador de direcionar a sua criatividade para melhorias dentro da organização (Maddikunta et al., 2022).

Cabe às empresas moldar os seus colaboradores a estas novas necessidades e fornecer-lhes um treino adaptado à nova realidade. Com os avanços tecnológicos muitas das *skills* dos colaboradores irão tornar-se obsoletas, por essa razão as empresas devem investir na educação, treino, *re-skilling* e *up-skilling*, para que possam assegurar uma transição segura e gradual (Breque et al., 2021).

### 2.3.3 Resiliência

A resiliência é o último pilar da indústria 5.0. A resiliência refere-se à capacidade de adaptação e integração com a mudança (Breque et al., 2021). Ao ser resiliente a indústria torna-se capaz de ultrapassar desafios que possam ocorrer em qualquer nível da cadeia de valor. Ao ser centrada no colaborador, por consequência, a I5.0 torna-se resiliente já que atrai e retém talento essencial para tornar esta transição eficaz (Breque et al., 2021). Também os princípios de *Lean Thinking* são aqui foco de atenção. Quando uma empresa inclui *Lean* nos seus métodos de trabalho, o *upgrade* para Indústria 5.0 será facilitado (Ozkeser, 2018), já que este promove a integração de informação e entrega de valor ao cliente.

Em suma, a I5.0 promove uma performance económica elevada, ao mesmo tempo que respeita as necessidades e segurança dos seus colaboradores e meio ambiente (Breque et al., 2021). Um processo interconectado com plataformas digitais permite um processo integrado e capaz de atender às necessidades de personalização em massa da sociedade (Bessa et al., 2020). Após a digitalização dos processos e informações, as empresas devem atingir um outro nível de inovação, pois só assim garantem a competitividade (Breque et al., 2021). Ao fazê-lo, torna-se atrativa não só para os investidores e clientes, mas também para potenciais colaboradores, que pretendam trabalhar num ambiente seguro e respeitador (Breque et al., 2021).

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo faz uma breve apresentação da empresa onde foi desenvolvida esta dissertação. Esta informação será complementada com a Missão, Visão e Valores Organizacionais da mesma. Adicionalmente, será feita uma análise às instalações da empresa em Portugal, assim como dos seus principais produtos, fornecedores, clientes e concorrentes.

#### 3.1 Atividade e localização

A fundação da empresa remonta ao ano de 1845, nos Estados Unidos, onde liderou a produção de barcos, motores e outros acessórios marítimos. Atualmente, dedica-se a definir, criar e continuamente inovar o futuro do mercado marítimo, sendo a maior produtora mundial de barcos de lazer e recreio. Os seus produtos são comercializados em cerca de 170 países que, em 2021, se traduziram em vendas na ordem dos 1,6 mil milhões de euros. Do seu portefólio de marcas destacam-se a Mercury, Bayliner, Uttern e Quicksilver.

A 31 de dezembro de 2021 a empresa de barcos contava com 18 500 funcionários espalhados por 29 dos países onde desenvolve operações, dos quais se destacam os *Global Headquarters* nos Estados Unidos, os *Regional Headquarters* na Bélgica, Dubai e Irlanda e *as Manufacturing Operations* que marcam a sua presença em Portugal (Figura 10).



Figura 10 - Localização mundial das infraestruturas da empresa  
(Empresa de Barcos, 2022)

### 3.2 Missão, visão e valores organizacionais

Esta empresa ambiciona não só participar, mas também definir o curso da indústria naval. Para tal, posiciona-se na vanguarda do *design*, tecnologia e inovação, ao qual acresce uma estratégia diferenciadora. “*We continuously strive to stay rooted in our ethical values by ensuring our strategic pillars are always aligned with our code of conduct and that our employees can make smart, ethical decisions*” resume a visão da empresa em termos globais (Empresa de Barcos, 2022). Em Portugal, a visão está acentada nos mesmos pilares “*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, 2022).



Figura 11 - Missão da Empresa de Barcos

Esta multinacional apresenta um forte sentido de compromisso para com o ambiente e sociedade, promovendo operações mais sustentáveis e políticas organizacionais mais inclusivas. Prémios como *Best Employers for Women and Diversity* da Forbes de 2021 são reflexo destes esforços. Um outro exemplo é umas das fundações criadas pela empresa, uma organização de caridade que promove o bem-estar e desenvolvimento das comunidades onde os seus colaboradores estão inseridos.

### 3.3 Instalações em Portugal

Na zona industrial nº 1 de Vila Nova de Cerveira, a Empresa de Barcos desenvolve parte das suas operações (Figura 12). Com um capital social de 523.737,79 de euros, nestas instalações constroem-se e reparam-se barcos de recreio e desporto (pneumáticos ou semirrígidos). Com 867 colaboradores, onde 47,17% são mulheres e 52,83% homens, e uma área de trabalho distribuída por seis naves (perfazendo um total de 11 000 m<sup>2</sup>), encontra-se, atualmente, em expansão e construção de uma sétima nave. As suas dimensões permitem-lhe perseguir o objetivo ambicioso de produzir 16 barcos por dia.



Figura 12 - Fachada da Empresa

Em 2005, a atual Empresa de Barcos adquiriu a Supra Indústrias Têxteis, SA, fundada em 1995, que até ali produzia barcos semirrigidos.

Dentro da empresa, operam diferentes departamentos (que reportam diretamente ao Diretor de Operações): Recursos Humanos, Higiene e Segurança no Trabalho, Financeiro, IT, *Supply Chain* e Logística. Para além destes, salienta-se o departamento de Produção, nos quais estão inseridos os departamentos de Qualidade, Manutenção, Engenharia de Processos e de Produto (Figura 13).

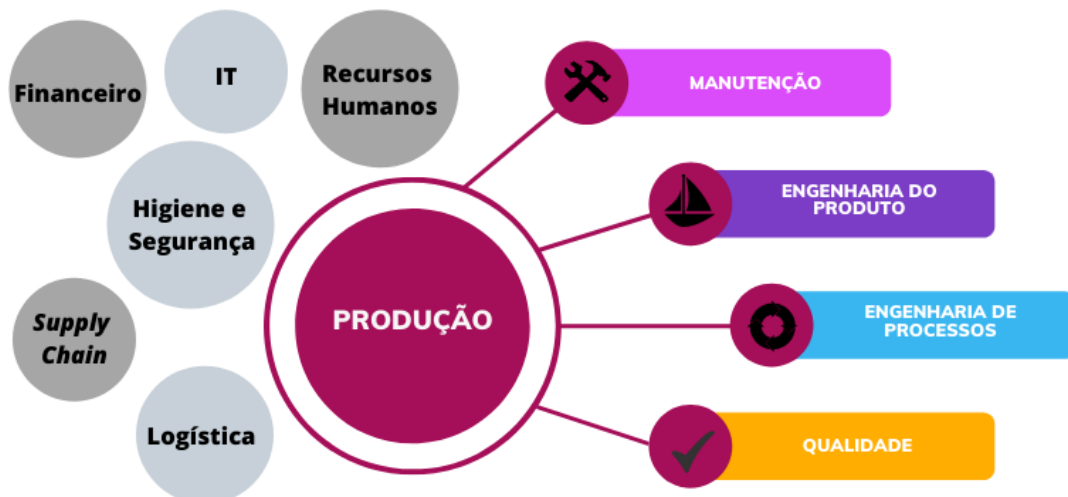


Figura 13 - Departamentos Organizacionais (Empresa de Barcos, 2022)

Reforçar a diversidade e inclusão da força de trabalho é um dos objetivos desta organização. Atualmente, emprega colaboradores de 17 diferentes nacionalidades, sendo a sua maioria *millenials* (entre 25 e 40 anos) e *X generation* (tendo entre 42 e 57 anos), e onde 33% das mulheres assumem papéis de liderança (Empresa de Barcos, 2022).

Também numa perspetiva ambiental, a empresa investiu num projeto para instalação de 535 painéis fotovoltaicos, que visam a redução de 176 toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> (equivalente a 1 093 árvores), cobrindo assim 50% das suas necessidades energéticas (Empresa de Barcos, 2022).

### 3.3.1 Produtos

Como referido esta empresa produz embarcações de lazer e recreio em fibra de vidro. Neste momento, nas instalações em Vila Nova de Cerveira são produzidos 38 modelos de barcos diferentes, maioritariamente para as marcas Uttern e Quicksilver. A produção divide os barcos por linha (A, B, C e D) dependendo do tamanho. Na Tabela 4 seguem exemplos de barcos de cada uma dessas linhas.

Tabela 4 - Modelos de Barcos

<b>Linha A</b>		5 passageiros 4,54 metros 44kw de potência máxima
<b>Linha B</b>		7 passageiros 6,40 metros 165kw de potência máxima 2 camas
<b>Linha C</b>		7 passageiros 6,63 metros 165 kw de potência máxima 2 camas
<b>Linha D</b>		12 passageiros 8,06 metros 368 kw de potência máxima 4 camas

### 3.3.2 Fornecedores

Todos os dias os fornecedores da empresa fazem chegar material às suas instalações. Os principais fornecedores da Empresa de Barcos subdividem-se em fornecedores da BOM (*Bill-Of-Materials*) e fornecedores de consumíveis.

Os fornecedores da BOM fornecem os principais componentes dos diferentes modelos de barcos como por exemplo, luzes, sistemas GPS, motores, entre outros. Aqui, existem mais de 180 fornecedores com localizações em Portugal, Estados Unidos, Hungria, França, Polónia, Bélgica, Espanha, China, entre

outros. Dada a dispersão geográfica os *lead-times* variam entre 5 e 150 dias, contemplando já o transporte até às instalações da empresa.

No que respeita aos consumíveis como parafusos, lâminas ou rolos de pintura, a empresa conta com 66 fornecedores distribuídos por nove países (Portugal, Polónia, Hungria, Estados Unidos da América, Espanha, Suécia, Alemanha, Suíça e Reino Unido). De entre este conjunto, Portugal e Espanha são os países onde são feitas mais encomendas, sendo que os *lead-times* variam entre dois e sete dias.

### 3.3.3 Clientes

A Empresa de Barcos não vende diretamente ao cliente final, mas sim a *dealers* intermediários distribuídos pelos cinco continentes. Apesar dos Estados Unidos da América e Canadá serem mercados que a empresa quer explorar, existem algumas barreiras a serem ultrapassadas. A normalização nestes países difere em alguns parâmetros quando comparado com a legislação europeia, nomeadamente no que respeita aos tanques de combustível. Assim, enquanto esta questão não for ajustada, os barcos produzidos em Portugal não poderão ser comercializados lá.

O processo de contacto e negociação com o cliente pode ser despoletada pela Empresa de Barcos ou pelo interesse do próprio cliente. Em qualquer dos casos, o cliente deve apresentar um plano de negócio estável e sólido, mostrando de que forma pretende abordar o cliente final, evidenciado a mais-valia que o novo negócio traduz para a Empresa de Barcos.

Com a crise pandémica, ao contrário do esperado, o setor prosperou e a empresa aumentou drasticamente as suas vendas. Em 2020 foram vendidos 2 053 barcos e, em 2021, 2 234 barcos. Os principais responsáveis por estes valores são os clientes em França (maior cliente europeu) com 500 barcos e Alemanha com 499 barcos, seguindo-se a Escandinávia, Espanha e Suíça.

O aumento da capacidade produtiva na empresa está de acordo com o aumento da procura. A construção da nova nave promove um aumento do número de barcos produzidos, que se deve fazer acompanhar de uma exploração de novos mercados (de forma a salvaguardar potenciais quebras na procura nos países onde a empresa já vende). Assim, novos mercados como os países Bálticos e, possivelmente, Estados Unidos e Canadá deverão ser alvo de estudo da equipa comercial da Empresa de Barcos.



#### 3.3.4 Concorrentes

Como principais concorrentes pode-se distinguir a Beneteau, empresa francesa que produz velas e barcos a motor. Tal como a Empresa de Barcos, também a Beneteau tem instalações em Valença e em Vila Nova de Cerveira, o que aproxima ainda mais estes dois concorrentes. Estes dois polos empregam 700 colaboradores, onde se pretendem construir 1 000 embarcações por ano.

As suas principais instalações são em França, Estados Unidos, Itália, China, Polónia e Portugal. Tal como a Empresa de Barcos, a primazia dada ao atendimento ao cliente e inovação de processos e materiais é tida como a principal missão. Distribuídos por mais de 400 países, os seus concessionários estabelecem a ligação entre a marca e o cliente, promovendo a proximidade e atendimento personalizado. Os investimentos em inovação tornam esta multinacional extremamente competitiva.

## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Este capítulo dedica-se a descrever o processo produtivo de forma detalhada de um modelo de embarcação, para que, posteriormente, possa ser feita uma análise crítica do mesmo.

### 4.1 Descrição geral do processo produtivo

Nesta secção, expõe-se e explica-se o funcionamento do processo produtivo e *layout* da fábrica. Posteriormente, serão introduzidos alguns dos conceitos básicos associados à indústria náutica de forma a auxiliar a compreensão do processo produtivo. Finalmente, será descrito de forma pormenorizada o processo produtivo de um modelo de uma embarcação, objeto de estudo ao longo de toda a dissertação.

#### 4.1.1 *Layout* da fábrica e processo produtivo geral

As operações da empresa encontram-se subdivididas num escritório principal e seis naves (Figura 14). No momento desta dissertação, existia uma outra nave em construção, para que a fábrica pudesse expandir-se e melhorar o seu fluxo interno.



Figura 14 - *Layout* da fábrica  
(Empresa de Barcos, 2022)

Relativamente ao processo produtivo, este desenvolve-se maioritariamente nas naves 1, 2 e 3 onde são executadas as principais operações à construção de um barco (laminação e montagem). Estas são alimentadas por outros processos que têm lugar em distintas naves:

- Armazém: onde é feita a gestão e armazenamento de todas as matérias-primas. Aqui, são preparadas as *picks* que irão, depois, ser introduzidas no processo produtivo;
- Carpintaria: com o suporte de uma CNC, são cortadas e trabalhadas todas as madeiras que serão, posteriormente, introduzidas no barco (Nave 5);
- Manutenção de Moldes: após cerca de 20 utilizações, os moldes utilizados durante a laminação seguem para manutenção, onde são empastados, encerados e polidos para que possam ser utilizados novamente (Nave 6);
- Estofos: anteriormente, a empresa subcontratava este serviço, contudo é agora uma das atividades realizadas nas suas instalações (Nave 3);
- Produção de espuma e fibra: as espumas são distribuídas à linha no número exato de tiras necessárias. Por sua vez, as fibras têm, geralmente, tamanhos *standard* (por exemplo, rolos de 16cm de largura) ou, se necessário, podem ser cortadas numa geometria específica pela CNC. A sua distribuição é feita segundo um sistema *kanban* (Nave 5).

#### 4.1.2 Matéria-prima e componentes principais de uma embarcação

Todas as embarcações têm como matéria-prima a fibra, resina e catalisador. A principal fibra utilizada é aquela que é projetada pelas pistolas *chop* durante a laminação. A resina e catalisador devem ser utilizados em simultâneo, sendo que o catalisador é usado para endurecer a combinação da fibra com a resina e acelerar o processo de cura. Depois, e dependendo dos modelos, existem madeiras, acrílicos e espumas que são acrescentados à peça, sendo também consideradas matérias-primas.

Para melhor entender o processo produtivo é necessário introduzir os componentes principais do produto final, representados na Tabela 5 (casco, coberta, *stringer*, *liner*, pestana, consola e *cores*). Estes componentes representam conceitos fundamentais da indústria náutica.

Tabela 5 - Conceitos da Indústria Náutica

<b>Casco</b>	Corpo principal do barco, promove a sua estabilidade e flutuação	
<b>Coberta</b>	Também chamada de convés, é a parte superior do barco	
<b>Stringer</b>	Inserido no casco do barco, é o reforço que se estende desde a proa à popa, tendo como objetivo o suporte global da embarcação	
<b>Liner</b>	Forro que dá o acabamento ao barco. Geralmente, distinguem-se em liners para coberta e liners para casco	
<b>Pestana</b>	Zona desenhada com o objetivo de auxiliar o desmolde, sendo cortada após o mesmo	
<b>Consola</b>	Peça em fibra onde são instaladas as componentes eletrónicas do barco	
<b>Cores</b>	Reforços estruturais como madeiras, treviras, alumínios, fenólicos, entre outros. Funciona como um material de preenchimento	

#### 4.1.3 Descrição do processo produtivo geral e fluxo dos componentes

Dentro da empresa, a produção subdivide-se em:

- *Big Parts*: componentes de maior dimensão (coberta e casco) que terão distintos formatos conforme modelo do barco em questão, podendo variar entre os quatro metros e oito metros e meio;
- *Medium Parts*: componentes como *liners*, *stringers* e *hardtops*;
- *Small Parts*: elementos como banheiras, tampas, tanques de água, arrumos, consolas, entre outros, dependendo dos extras do barco em questão.

De uma forma generalizada, o processo produtivo de cada uma delas divide-se nas etapas descritas pela Figura 15.



Figura 15 - Processo Produtivo por tipo de componente

Como observável, o processo produtivo destes três tipos de componentes é bastante semelhante. As únicas distinções residem no tamanho e fluxo dos materiais ao longo da fábrica.

No caso das *Big Parts* (Figura 16) a produção inicia-se na nave 2, com a preparação e laminação dos moldes. O desmolde dá-se na nave 1, seguindo-se, na mesma nave, a execução dos cortes e reparações necessárias. Por último, o barco segue para a nave 3 onde será montado, auditado/testado e embalado. Para este processo calcula-se um tempo de atravessamento médio de 4,90 dias, 5,26 dias, 6,05 dias e 6,84 dias para as linhas A, B, C e D, respetivamente.

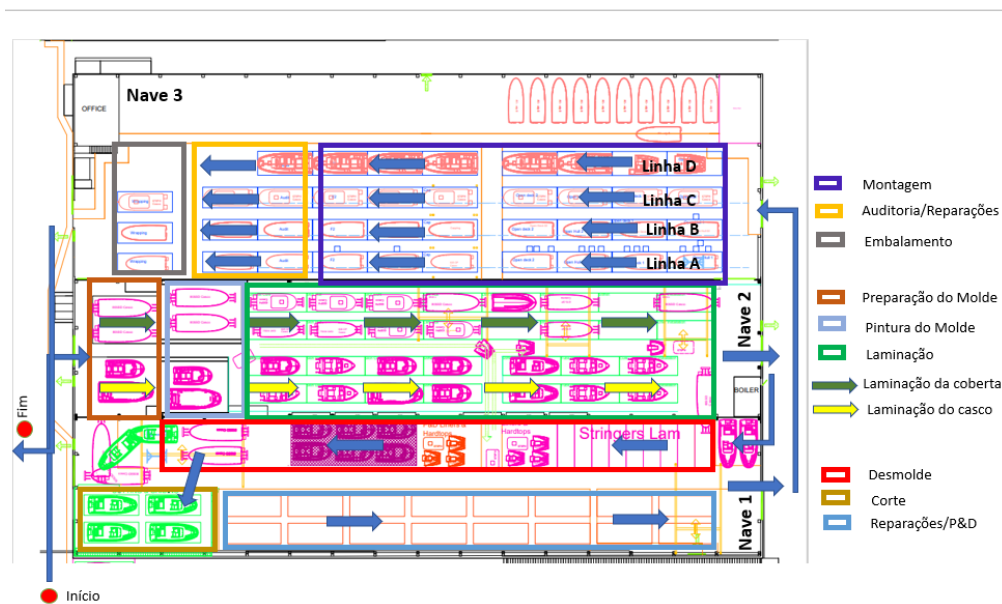


Figura 16 – Fluxo produtivo das *Big Parts*

No caso das *Medium Parts*, a sua produção inicia-se com a preparação e pintura do molde na nave 2, na mesma linha que as cobertas. Posteriormente, são laminadas no fundo da nave 2, para depois serem desmoldadas, cortadas, auditadas e reparadas na nave 1. Depois, e dadas as especificidades de cada modelo, a *Medium Part* pode ser laminada diretamente na *Big Part*, instalada aquando do desmolde ou instalada durante a montagem. O fluxo produtivo descrito está presente na Figura 17.

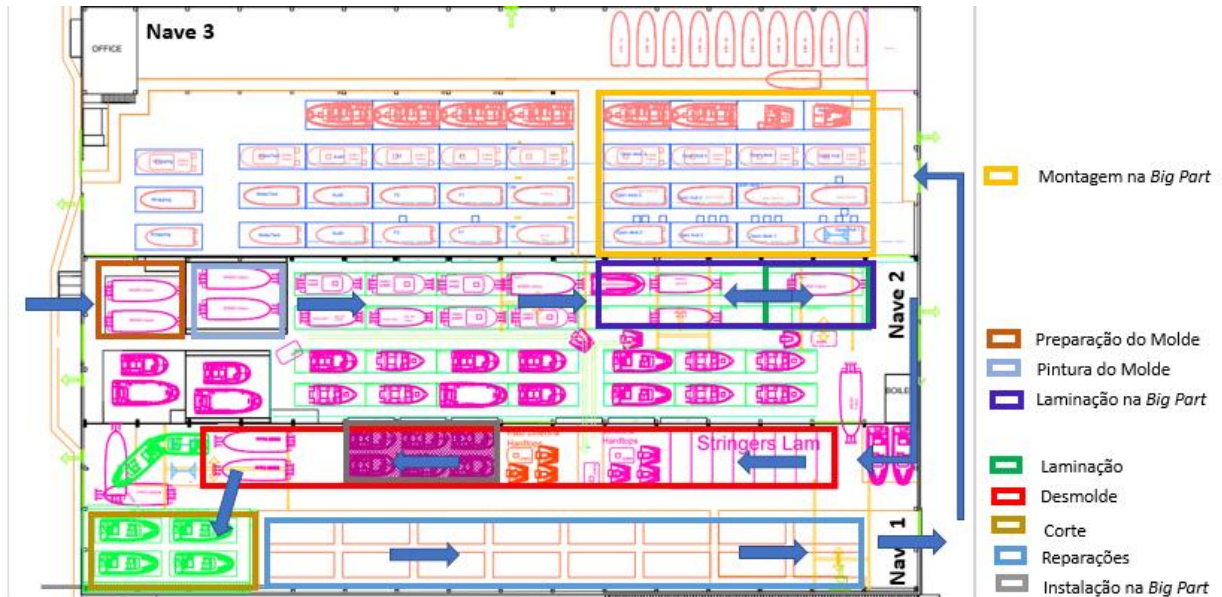


Figura 17 - Fluxo produtivo *Medium Parts*

As *Small Parts* são todas trabalhadas na nave 4, onde o seu processo produtivo decorre do início ao fim (Figura 18). O *output* desta nave irá, posteriormente, abastecer a linha de produção das *Big Parts* na fase de laminação e montagem.

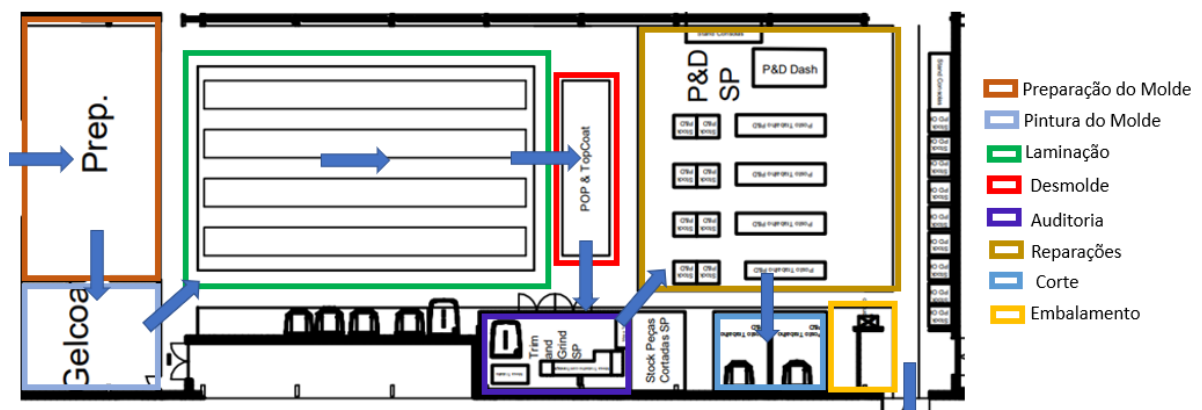


Figura 18 - Fluxo produtivo *Small Parts*







5. Laminação: feita em duas linhas, uma para cobertas e outra para cascos, esta etapa consiste em, com ajuda das pistolas *chop* (Figura 22a), cobrir o molde com camadas sucessivas de uma mistura de fibra de vidro e resina. O objetivo é melhorar as propriedades mecânicas do produto final. Posteriormente, com a ajuda de trinchas e pincéis a fibra é alisada formando uma camada uniforme (Figura 22b). Este processo é inteiramente manual, sendo que as suas etapas têm lugar sequencial nas Naves 2 e 1, tal como demonstrado pelo *layout*;

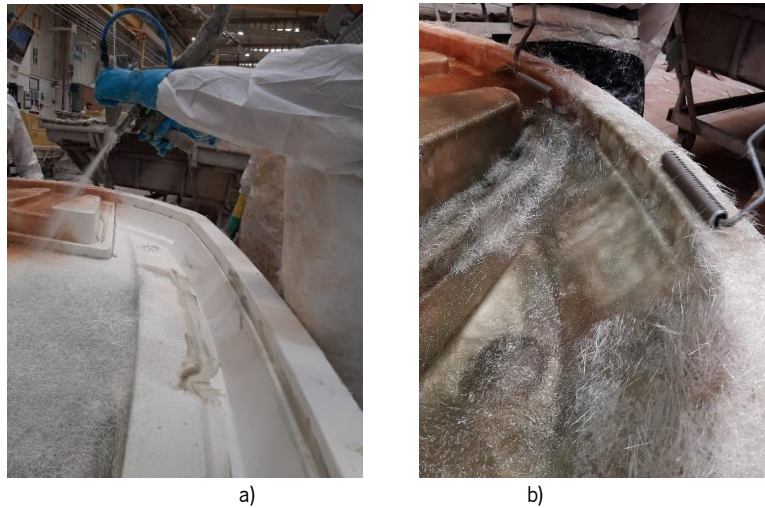


Figura 22 - a) Pistola *Chop*; b) Trinchas de Laminação

a) Laminação da Coberta

No caso das cobertas o processo de Laminação está descrito no diagrama da Figura 23 e é descrito em detalhe em seguida.

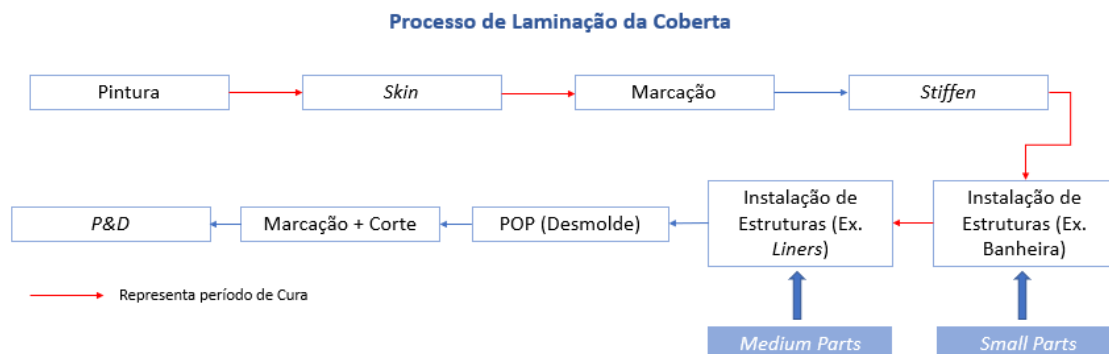


Figura 23 - Laminação da Coberta

- Pintura: nas cabines de pintura, o molde é coberto com três camadas de *gelcoat* de cor branca, sendo no final medido se as suas espessuras estão de acordo com o especificado. A entrada de molde para pintura segue a ordem do quadro do planeamento da produção (Figura 24);

QUADRO DE PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO - PINTURA

#N#	PLANEAMENTO	cores	cores	WATER SUPERIOR	WATER SUPERIOR	WATER SUPERIOR	WATER SUPERIOR	WATER SUPERIOR	WATER SUPERIOR	OBSERVAÇÕES
3195	0.871	0.871	0.871			0.871	0.871			
54539	0.872	0.871	0.871			0.871	0.871			
01021	0.872	0.871	0.871	0.871	0.871	0.871	0.871			
553 59	0.872	0.871	0.871							
425 0x19		0.871	0.871							
T.15 29	0.871	0.871	0.871			0.871				
525 0x16		0.871	0.871							
S850480		0.871	0.871			0.871	0.871			
625PH44	0.871									
S850464										
S85 38										
D.72416										
D.89 4 1										
S850410										
S850454										

Figura 24 - Quadro Planeamento de Pintura

- Skir: consiste na aplicação de uma pasta com o objetivo de prevenir o aparecimento de bolhas sobre o *gelcoat*. Em alguns modelos são ainda instaladas tiras de *promat*, material de fixação, para reforçar os quinados. Aqui, é importante garantir que os níveis de espessura estão de acordo com as especificações técnicas do produto. No final deste processo, é feita uma breve inspeção, com ajuda de uma lanterna, para se verificar a existência de bolhas;
- Marcação: esta fase vem marcar as posições de instalação dos *cores*, de acordo com a documentação técnica (para marcar podem ser usadas como *template* as madeiras da *pick* e/ou um livro com as especificações e desenho técnico) (Figura 25). Para além disso, prepara-se também a superfície (lixar e limpar) para que esta possa receber uma nova camada de laminado. Para tal são lixadas as arestas, garantindo uma superfície uniforme e livre de fibras espetadas;



Figura 25 - Molde marcado

- Stiffer: consiste na primeira camada de resina após a cura do *skin*, onde é realizada a instalação dos *cores* e madeiras anteriormente marcados, assim como a laminação de tubos e fitas desmoldadoras;

- Instalação de Estruturas (Small Parts): instalação de banheiras, tubos, caixas de ventilação, entre outros elementos que possam fazer parte do modelo em questão. Adicionalmente existe aplicação de pintura e uma camada de *topcoat*, terminando com um lixamento;
- Instalação de Estruturas (Medium Parts): instalações de *liners*, *stringers* e *hardtops* que façam parte do modelo em questão. Previamente à instalação são feitas reparações identificadas pela equipa de qualidade;

Salienta-se que, até este ponto, entre cada uma das etapas, existe um período de Cura, dependente das condições ambientais da nave (por exemplo, temperatura) e da percentagem de catalisador usada.

- POP: esta etapa consiste no desmolde, dando-se a separação do molde e da peça produzida (Figura 26), sendo que esta última segue para as seguintes etapas de produção, enquanto o molde regressa ao armazém ou parte para manutenção;



Figura 26 - Coberta em fase de POP

- Marcação + Corte: onde se realizam marcações adicionais, de acordo com o desenho técnico, procedendo-se ao seu corte. Adicionalmente, cortam-se os excessos da laminação, nomeadamente as pestanas;
- Patch&Detail (P&D): nesta fase são feitas os testes e avaliações às peças de forma a identificar potenciais defeitos como bolhas ou riscos, devendo depois ser reparadas antes de avançar.

#### b) Laminação do Casco

No caso dos Cascos, o processo apresenta algumas diferenças, como se pode ver na Figura 27.

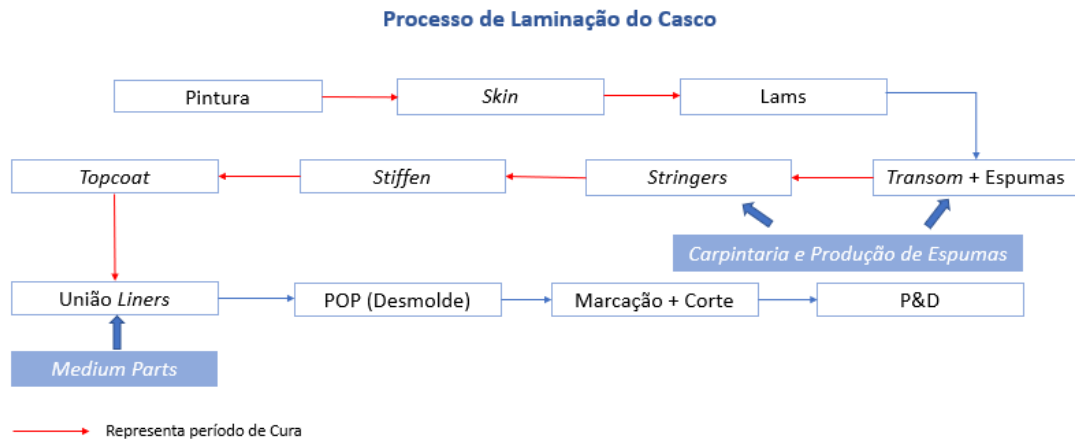


Figura 27 - Laminação do Casco

- Pintura: onde o molde é coberto com uma camada de *gelcoat*, cujo a cor depende das especificações do barco, podendo este ser totalmente branco ou para além desta cor, ter ainda outra alternativa;
- Skin: semelhante ao processo feito na linha das cobertas (Figura 28);



Figura 28 - Casco em fase de *skin*

- Lams: aqui são instaladas camadas de fibras respeitando as sobreposições especificadas. Também as arestas e fibras espetadas são lixadas, verificando-se a sua espessura;
- Transom + Espumas: onde são colocadas as madeiras de *transom* que irão suportar a força exercida pelo motor e as espumas, que garantem o correto assentamento e colagem (Figura 29);



Figura 29 - Casco em fase de *Transom+Espumas*

- Stringers: de forma a dar estrutura ao casco, são laminados os *stringers*. Os tubos do *stringer* irão auxiliar a drenagem da água e garantir o equilíbrio da embarcação;
- Stiffer: aqui são instaladas madeiras que, tal como no *transom*, irão dar estrutura ao casco;
- Topcoat: semelhante ao que acontece com o *gelcoat*, esta camada de *topcoat* irá melhorar as propriedades mecânicas do casco, assim como o seu aspeto estético. Nesta fase são também reparados alguns defeitos apontados pela qualidade, lixada e pintada a superfície do casco;

Tal como na linha das cobertas, entre cada uma das etapas existe um período de Cura.

- POP: semelhante ao processo feito na Linha 1;
  - Marcação + Corte: semelhante ao processo feito na Linha 1;
  - Patch&Detail (P&D): semelhante ao processo feito na Linha 1;
6. Montagem: o processo de montagem realiza-se em quatro linhas distintas, cuja principal diferença reside no tamanho crescente das embarcações. No caso da Linha A são montados barcos mais pequenos e com menos opções, na Linha B montam-se três séries de barcos para as marcas Uttern e Quicksilver e, finalmente, nas Linhas C e D encontram-se barcos mais complexos e com comprimento médio de nove metros. Tal como a Laminação, a Montagem é um processo inteiramente manual, descrito na Figura 30.

#### Processo de Montagem

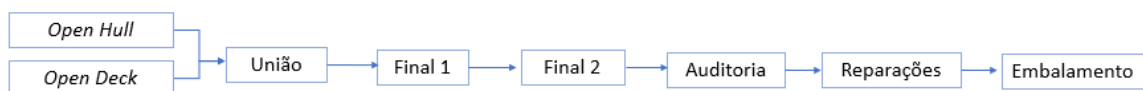


Figura 30 - Processo de Montagem

- Open Deck/Open Hull: nesta etapa, são montados alguns dos componentes elétricos e mecânicos da cobertura e do casco (Figura 31), enquanto estes são ainda partes independentes;



Figura 31- Open Hull

- União do Casco e Coberta: para dar origem à estrutura final do barco, a união entre o casco e a coberta é feita com pasta de fibra de vidro, silicone e parafusos. Primeiro faz-se um teste a seco, sobrepondo-se a coberta e o casco para garantir que os dois encaixam na perfeição. Posteriormente, lixa-se a pestana, garantindo uma melhor adesão do silicone. Depois, e considerando a documentação técnica, coloca-se a pasta nos sítios e quantidades especificadas. Finalmente, faz-se a união e aparafusa-se em todo o perímetro.
- Final 1: dependendo da linha podem existir algumas nuances, ainda assim, de maneira geral, o processo consiste em estabelecer as ligações das mangueiras entre casco e coberta. As ligações elétricas são também realizadas nesta fase;
- Final 2: onde se realizam os acabamentos finais, como colocação de etiquetas;
- Auditoria: nesta fase procedem-se às inspeções e testes técnicos que avaliam a funcionalidade do barco, como por exemplo, verificar o funcionamento do rádio (testes funcionais), averiguar a estabilidade global do barco (testes de água), verificar se existem parafusos moídos (testes de linha), entre outros.
- Reparações: na eventualidade de haver falhas nos testes, devem proceder-se às reparações necessárias;
- Embalamento: estando a processo completo, são colocados os estofos no barco. Posteriormente, o barco é devidamente embalado para que chegue em perfeitas condições ao cliente.

Ao longo de todo o processo produtivo, os componentes são movimentados em cima de carrinhos específicos para cada modelo (Figura 32).



Figura 32 - Carrinho de transporte

### 4.3 Análise crítica e identificação de problemas

Nesta secção é apresentada uma análise crítica decorrente da análise feita ao processo produtivo. Assim, primeiramente, é evidenciada a família de produtos alvo de estudo e pormenorizado o fluxo produtivo a ele inerente. Posteriormente, a aplicação de ferramentas e análise crítica são feitas para a laminação e montagem, de forma a tornar a abordagem mais estruturada e facilitar a compreensão.

#### 4.3.1 Seleção da família de produtos: Modelos 675CR e D65

Como proposto, o objetivo desta dissertação passa pela averiguação do número de horas-padrão de um determinado modelo de barco. Uma breve análise aos dados da produção relativos a 2022 (Apêndice 1), permitiu realizar um Diagrama de *Pareto* relativo às quantidades vendidas de cada modelo de barco (Figura 33). Concluiu-se que, de entre os modelos produzidos, são o 675CR/D65 e 555BR/T53 que mais contribuem para a sua ocupação ao longo do ano. Por esta razão, o 675CR/D65 foi selecionado para estudo, sendo que é dos modelos mais preponderantes ao longo do fluxo produtivo, com 770 barcos previstos entre 2022 e 2025.

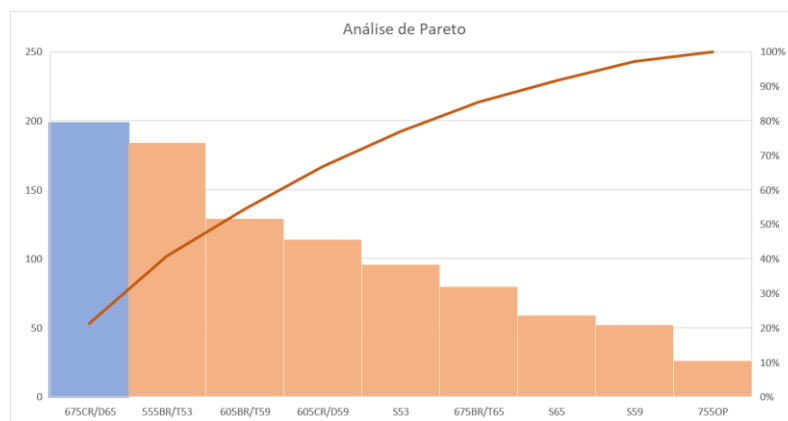


Figura 33 - Análise de *Pareto* das quantidades produzidas de cada modelo

Estes modelos são semelhantes, a única distinção é a marca para o qual são fabricados (Quicksilver e Uttern, respetivamente) e algumas especificações técnicas como a cor e elementos eletrónicos.

Com 6,28 metros de comprimento e 165 Kw de potência máxima, ambos os modelos têm capacidade para transportar 7 passageiros (Figura 34). Em termos de segurança, este barco é altamente recomendável, dado as suas áreas bem delimitadas, *cockpit* ergonómico e plataforma de mergulho longa. A sua possível adaptação torna este modelo interessante e versátil, não menosprezando a existência de arrumos, algo fulcral nos barcos de recreio.



Figura 34 - Desenho do modelo 675CR/D65

Ambos os modelos, dado o seu comprimento, são montados na Linha B, onde o processo é semelhante. É também na linha B onde se produzem os seguintes modelos: 555BR/T53, 605BR/T59, 605CR/D59, S53, 675BR/T65, S65, S59 e 7550P.

Como referido, a laminação é feita sobre moldes, sendo que, para os modelos em estudo, existe um específico para cada uma das cobertas. No caso do casco, existem três moldes que são partilhados entre o 675CR/D65 e mais três modelos da linha B. O fluxo que o 675CR/D65 tem dentro da fábrica é muito semelhante ao de qualquer outro modelo (Figura 35).

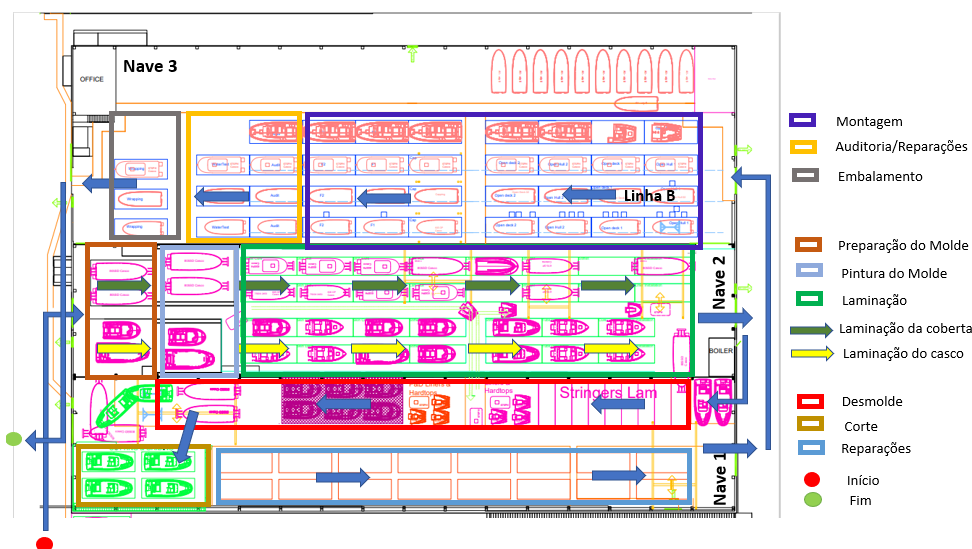


Figura 35 - Fluxo de Produção das *Big Parts* do 675CR/D65

Contudo, no que respeita as *Medium Parts*, estas são instaladas no casco aquando da montagem (Figura 36), e não durante a laminação ou no final do desmolde. Estes modelos contam com uma BOM de sete níveis onde constam todas as quantidades necessárias de cada componente para que o barco possa ser fabricado.



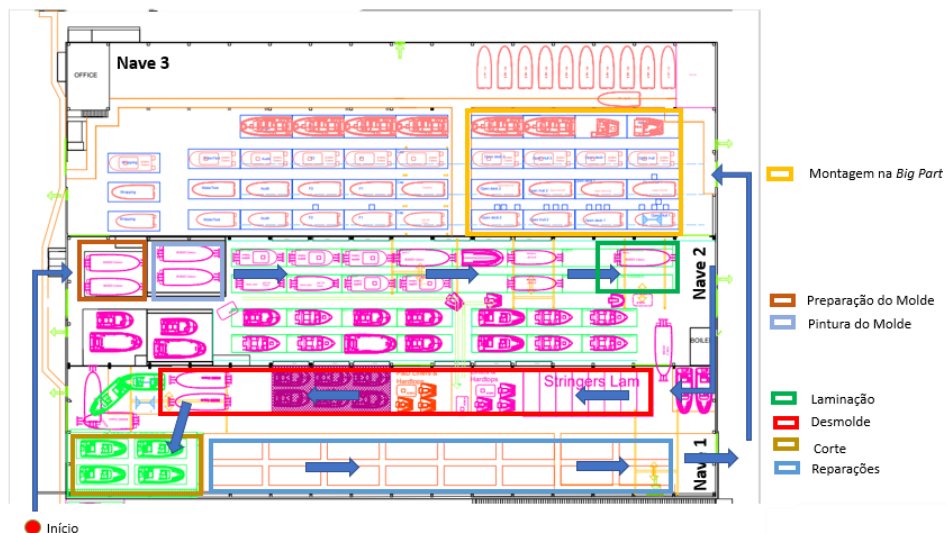


Figura 36 - Fluxo Produtivo das *Medium Parts* do 675CR/D65

Como mencionado, o processo tem início com o transporte do molde até à nave 2. Estes encontram-se armazenados na lateral, exterior da nave 1. Através da análise conjunta do fluxo e do *layout* da fábrica é possível aferir que cada barco percorre, em média, 5km, desde que o molde sai do armazém, até à zona de expedição.

No momento da dissertação, a Empresa de Barcos laborava, em média, 20 dias por mês, sendo que, para o ano de 2022, se previam 228 dias de trabalho. Em cada um desses dias existem, geralmente, dois turnos de trabalho. O turno da manhã tem início às 6:00h e termina às 14.30h, contando com 10 minutos de pausas e 30 minutos de almoço. O turno da tarde inicia-se às 14:30h e termina o dia de trabalho às 23:00h, tendo direito às mesmas pausas. As naves 1, 2 e 4 trabalham em dois turnos, enquanto na nave 3 apenas a linha A e B fazem o mesmo.

Através da base de dados da empresa, procedeu-se à análise do número de encomendas firmes dos modelos 675CR e D65, compreendidas entre janeiro e dezembro de 2022 (Apêndice 1). Conjugando estes valores com as horas de trabalho disponíveis, aferiu-se um *takt-time* de 18,42 horas, o que significa que, a cada 18,42 horas, o cliente quer um barco 675CR/D65. Contudo, a empresa não produz unicamente este modelo, sendo que o valor do *takt-time* utilizado dependa da fase de produção do barco. No caso da laminação, uma vez que não existe separação entre as linhas ou modelos de barco, o valor usado será as 1,13 horas (*takt-time* global). Na fase da montagem, como esta é feita por linhas, será considerado o valor *takt* para linha onde o 675CR/D65 se insere (Linha B), sendo este de 3,89 horas.

Para que a empresa consiga corresponder a estes níveis de procura, é necessário que o tempo de ciclo nas diferentes fases seja inferior ao respetivo valor de *takt-time*.

#### 4.3.2 Análise do fluxo produtivo: Laminação

O processo de laminação tem lugar ao longo de toda a nave 2 (Figura 37). Como mencionado, aqui são laminados os cascos, cobertas e *liners* dos barcos. Existem dois turnos a trabalhar 8h, com uma pausa de 10 minutos (geralmente feita em conjunto) e uma pausa para almoço (geralmente, em postos de trabalho com muitos colaboradores, a equipa divide-se para não parar o trabalho). O objetivo diário desta nave é produzir sete barcos, independentemente do modelo, para que possam passar para as estações seguintes.



Figura 37 - Nave 2 (Laminação)

Este é um ambiente de trabalho com algumas condicionantes. É obrigatório o uso de máscara 3M (Figura 37a) devido às exposições a que se está sujeito dentro da nave. Mulheres grávidas não podem de forma alguma trabalhar neste ambiente. O trabalho em questão é todo ele manual, sendo as pistolas de projeção o único equipamento a ser utilizado. Todo o lixo gerado neste setor, antes de deitado fora, deve ser colocado em contentores no exterior sobre uma base com água para que possam arrefecer (Figura 38b). Se este procedimento não for feito, existe a probabilidade de combustão destes resíduos.



a)



b)

Figura 38 - a) Máscara 3M ; b) Resíduos

Durante a laminação, o posto de trabalho mais crítico é o *skin*. Esta fase, se não for corretamente executada, potencia o aparecimento de bolhas no *gelcoat*, defeito muito difícil de corrigir em fases

posteriores. Assim, apesar da polivalência da maioria dos colaboradores, aqueles que trabalham no *skin*, por norma, ficam afetos unicamente a este posto.

Para facilitar a análise do processo de laminação, este foi estudado individualmente para a coberta e para o caso. Em ambos casos foi construído um VSM conjuntamente com um *WIP*, com o objetivo de fornecer um conjunto de informação mais aprimorada e completa.

Para se proceder à sua construção foi feita, ao longo de várias semanas, uma observação intensiva ao terreno e aos diferentes postos de trabalho. Através deste levantamento de dados foi possível concluir o tempo de ciclo de cada posto, dado o número de colaboradores, assim como o tempo de *set-up* e *WIP* (convertido em unidades de tempo através do *takt-time*), obtendo-se o *lead-time*.

Estas observações intensivas foram feitas segundo uma análise do estudo de tempos. Como mencionado na revisão bibliográfica, a amostragem de trabalho é a técnica mais adequada quando se trata de estudar tarefas com tempo de ciclo longos. Todavia, como o pretendido é averiguar os tempos normalizados necessário para produzir um modelo específico de barco, e a empresa produz diferentes modelos em simultâneo de forma inteiramente manual, não seria compatível utilizar essa abordagem. Assim, a técnica adotada foi a de cronometragem, onde se recolheram um conjunto de observações, até que um valor de tempo médio fosse obtido para cada posto de trabalho, assegurando sempre um intervalo de confiança superior a 80% e um  $\epsilon=5\%$  (Apêndice 2). Esta análise envolveu o acompanhamento de cerca de 98 colaboradores e 30 postos de trabalho.

Para incluir a análise *WIP* nesta abordagem, dados recolhidos através de uma análise multi-momento permitiram criar um gráfico, através do qual foram identificadas as preponderâncias de cada um dos desperdícios identificados. Para representar o esforço associado ao transporte foram efetuadas algumas medições, nomeadamente a distância entre postos. Para calcular o peso de cada coberta e casco foi consultada a BOM, de forma a entender quais e que quantidades de material eram aplicados em cada processo. Os valores de resinas e fibras foram obtidos através da análise do MMS, enquanto que as madeiras e outros materiais foram pesados na nave 5 (carpintaria) onde são produzidas (Figura 39).



Figura 39 - Pesagens na Nave 5

Para a cobertura e casco foram recolhidos os valores da Tabela 6 e 7.

Tabela 6 - Pesos e distâncias médios em cada posto de trabalho (coberta)

Posto de Trabalho	Peso Médio Adicionado (Kg)	Peso Total (Kg)	Distância até ao Posto (m)
<b>Preparação</b>	200 kg (carrinho+molde)	200kg	32,36m
<b>Pintura</b>	+ 27,8kg ( <i>gelcoat</i> )	227,8 kg	10m
<b>Cura</b>		227,8 kg	10m
<b>Skin</b>	+60kg (resina+fibra)	287,8 kg	7,5m
<b>Cura</b>		287,8 kg	
<b>Marcação</b>		287,8 kg	7,5m
<b>Stiffen</b>	+ 116,7 kg (resina + fibra) + 31,81 kg (madeiras + fenólicos) + 5,70 kg (espumas) + 18,48 kg (treviras) +17 kg (banheiras)	477,49 kg	15m
<b>Cura</b>		477,49 kg	
<b>Estruturas</b>	+7,04kg (resina + fibra) + 14,60 kg (estrutura) +6,86 kg madeiras	506kg	7,5m
<b>Cura</b>		506kg	
<b>POP</b>		506kg	83,5m
<b>Marcação para Corte</b>		306kg	17m
<b>Corte</b>		306kg	5m
<b>P&amp;D</b>		306kg	25m

Tabela 7 - Pesos e distância médios em cada posto de trabalho (casco)

<b>Posto de Trabalho</b>	<b>Peso Médio Adicionado (Kg)</b>	<b>Peso Total (Kg)</b>	<b>Distância até ao Posto (m)</b>
<b>Preparação</b>	200 kg (carrinho+molde)	200kg	32,36m
<b>Pintura</b>	+ 27,3kg ( <i>gelcoat</i> )	227,3kg	10m
<b>Cura</b>		227,3kg	10m
<b>Skin</b>	+ 57,85 kg (resina + fibra)	285,15 kg	8,5m
<b>Cura</b>		285,15 kg	
<b>Lams</b>	+ 198,38 (resina + fibra) + 38,16kg (fibra/panos) + 0,44kg (trevira)	522,13kg	8,5m
<b>Transom+Espumas</b>	+6 kg (resina + fibra) + 43,18 kg (fibras+ <i>transom</i> ) + 12,74kg (madeiras)	584,05 kg	8,5m
<b>Cura</b>		584,05 kg	
<b>Stringer</b>	+ 42 kg (resina + fibra) + 15 kg ( <i>stringer</i> )	641,05 kg	8,5m
<b>Cura</b>		641,05 kg	
<b>Stiffen</b>	+ 13 kg (resina + fibra) + 20,7 kg (madeiras) + 3,26 kg (tubos PVC) + 3,04 kg ( <i>liners</i> )	681,05 kg	8,5m
<b>Cura</b>		681,05 kg	
<b>Topcoat</b>	+ 12,30 kg ( <i>topcoat</i> )	693,35 kg	8,5m
<b>Cura</b>		693,35 kg	
<b>POP</b>		693,35 kg	64m
<b>Marcação para Corte</b>		493,35 kg	17m
<b>Corte</b>		493,35 kg	5m
<b>P&amp;D</b>		493,35 kg	25m

No caso da coberta são transportados cerca de 3 333 kg ao longo de cerca de 220 metros, para o casco são transportados 5 741 kg ao longo de cerca de 215 metros. A escala de *Borg* foi também introduzida nesta fase de estudo a fim de apurar o PSE dos colaboradores.

a) Laminação da coberta- interação *VSM/ WID*

A seguinte representação resulta da iteração entre os dados provenientes do *VSM* (Apêndice 3), conjugados com a informação contemplada no *WID* (Figura 40).

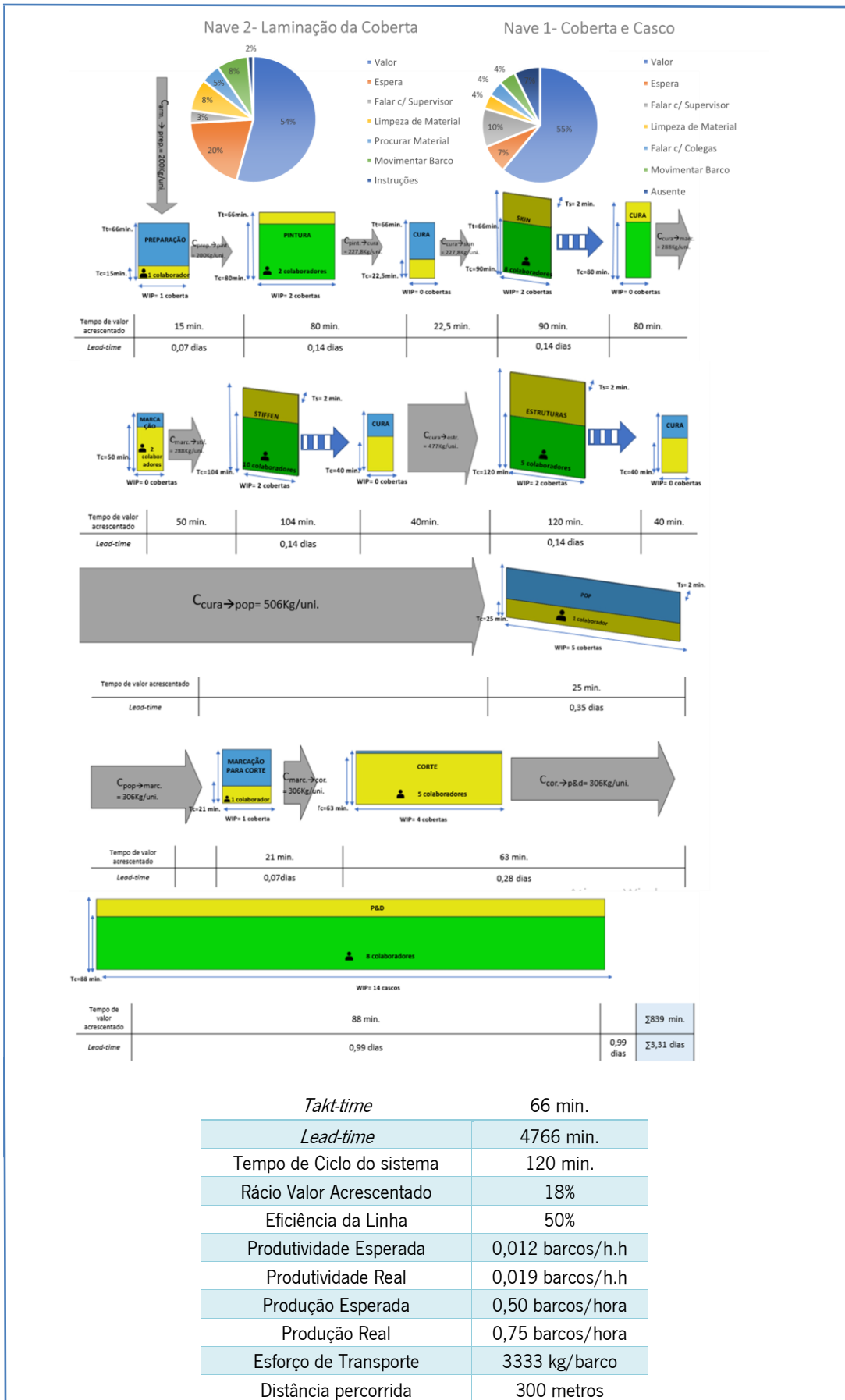


Figura 40 - Interação WID-VSM da coberta

Pela análise das informações acima representadas conclui-se que, o mercado pede um barco a cada 66 minutos, contudo, a fábrica apenas consegue produzir uma coberta a cada 120 minutos. Esta comparação explica o facto de existirem dificuldades em produzir aquilo que é pedido pelo cliente, o que gera atrasos e aumento de pressão na linha. Relativamente ao rácio de valor acrescentado, o seu valor admite que em 18% do tempo está a ser acrescentado valor ao produto, sendo que durante o restante, as cobertas se encontram em espera, tornando-se *WIP*, o que demonstra um sistema pouco fluido.

Pelo rácio que calcula a eficiência da linha, pode tirar-se conclusões acerca da forma como os recursos produtivos estão a ser usados, sendo também um indicador de balanceamento. Assim, do tempo disponível de trabalho, apenas 50% está a ser usado, o que mostra algum desbalanceamento das cargas de trabalho e alguma folga.

Quando comparados os valores de produção e produtividade esperadas com os valores reais, os resultados podem gerar alguma controvérsia. No caso deste sistema produtivo, o que acontece é que linha não produz unicamente o modelo de barco em estudo, mas também outros modelos com diferentes dimensões. Como tal, os tempos de processamento diferem, o que explica os valores destes indicadores, e impede que uma análise aos mesmos seja realizada.

Quanto ao esforço de transporte, averiguou-se que os colaboradores, ao longo da produção de um barco, empurravam uma média de 323 kg em cada deslocação (sendo que fazem 11 deslocações), perfazendo um total de 3 333kg empurrados, por cada coberta produzida.

De forma a averiguar o PSE dos colaboradores encarregues de movimentar os barcos, foi implementado o questionário do método de *Borg* (Apêndice 4, Figura 104). Aqui, os colaboradores assinalaram qual o nível de esforço percecionado (Apêndice 4, Figura 105) em diferentes situações, quer durante a movimentação de cobertas, quer na movimentação de cascos, que se reflete depois na intensidade da dor, pois quanto maior o nível de PSE, maior a intensidade da dor (Caetano Pereira et al., 2015).

Os inquiridos eram oito elementos da equipa de movimentação de moldes, cujas idades variavam entre os 22 anos e os 55 anos. Dos resultados obtidos (Figura 41) foi possível confirmar que 63% das respostas reportaram que, ao transportar a coberta manualmente, percecionam um esforço de sete, ou seja, esforço muito forte. Apesar de os colaboradores mais novos percecionarem um nível de esforço menor, os mais velhos admitem sentir dificuldades e dores musculares no final do dia. Relativamente ao transporte através do *multi-mover*, apesar de 75% registar um esforço percecionado de quatro (algo severo) os colaboradores relataram que sentiam dificuldades na manobragem do equipamento, o que condicionava o seu uso correto. O mesmo se verificava com o empilhador, apesar de o esforço ser

considerado leve, o seu porte e adaptabilidade ao suporte dos moldes não seria o ideal, daí a preferência por realizar o transporte manualmente, ainda que o PSE fosse mais elevado.

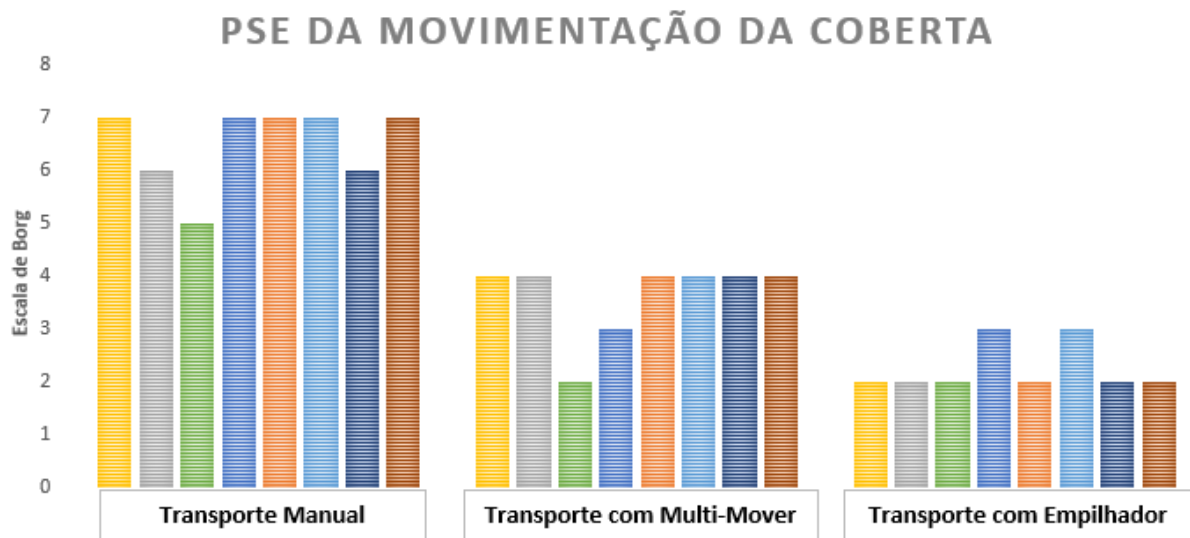


Figura 41 – Resultado da PSE individual associado à Movimentação da Coberta

Para complementar a análise anterior foi também desenvolvida uma análise multi-momento, através da qual foram retiradas algumas conclusões. No caso das cobertas, verificou-se que os colaboradores da linha passavam 54% do tempo a acrescentar valor ao produto, sendo que o restante tempo era despendido em atividades como (Figura 42): esperas de colaboradores (20%, por exemplo enquanto o barco está a ser transportado, curas não terminadas, não tem a pistola disponível, falta de *small parts/picks/moldes*), limpeza de material (8%), movimentação de barco (8%, apesar de existir uma equipa que se dedicava à movimentação e transporte dos carrinhos, muitas vezes os colaboradores auxiliavam o processo), procura de material (5%), falar com o supervisor (3%) e leitura de instruções (3%).

Dado o tempo de ciclo total da linha e tarefas manuais, a Figura 42 permite transformar estas percentagens em valores de tempo real, de forma a tornar mais visível a quantidade de tempo que efetivamente é usado a acrescentar valor ao produto. Assim, do tempo de tarefas manuais de 459 minutos, apenas 249 minutos é que efetivamente acrescentavam valor ao produto, os restantes eram constituídos por esperas, movimento, entre outros (todos eles desperdícios), ao qual acresciam ainda os períodos de cura que, no total, somavam 285 min.



### ANÁLISE MULTI-MOMENTO COBERTA (NAVE 2)

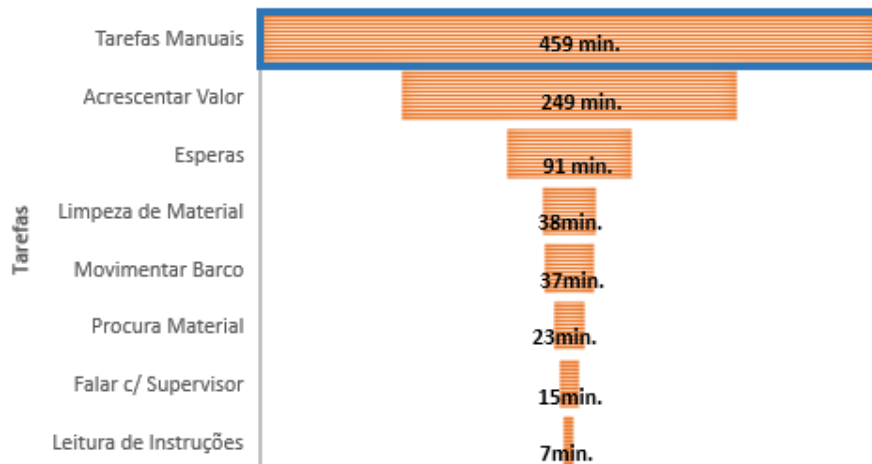


Figura 42 - Conversão da análise-multi-momento na linha das cobertas (Nave 2)

Também para a nave 1 (Figura 43), onde se executava o POP, Marcação, Corte e *P&D* se fez um levantamento de dados. Aqui apurou-se que 55% do tempo era utilizado para acrescentar valor ao produto, sendo o restante aplicado em: falar com o supervisor (10%, nomeadamente acerca de dúvidas no processo e ajustes à produção devido ao constrangimento de espaço); ausência (7%, devido a erros detetados já na montagem, os colaboradores desta nave ausentaram-se do seu local de trabalho para os corrigir); esperas (7%, quando os colaboradores esperam que o barco seja movimentado para o seu posto de trabalho); movimentar barco (4%); limpeza de material (4%) e falar com colegas (4%). Esta análise é conjunta à coberta e casco.

### ANÁLISE MULTI-MOMENTO COBERTA (NAVE 1)

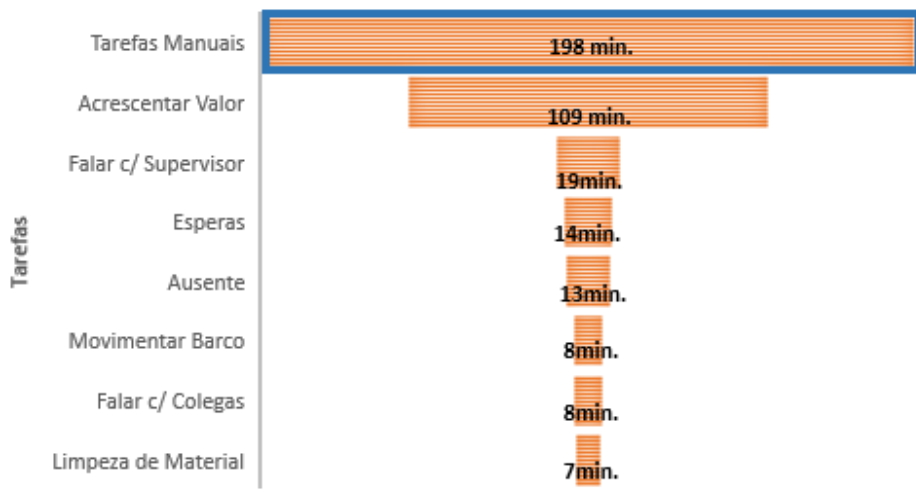
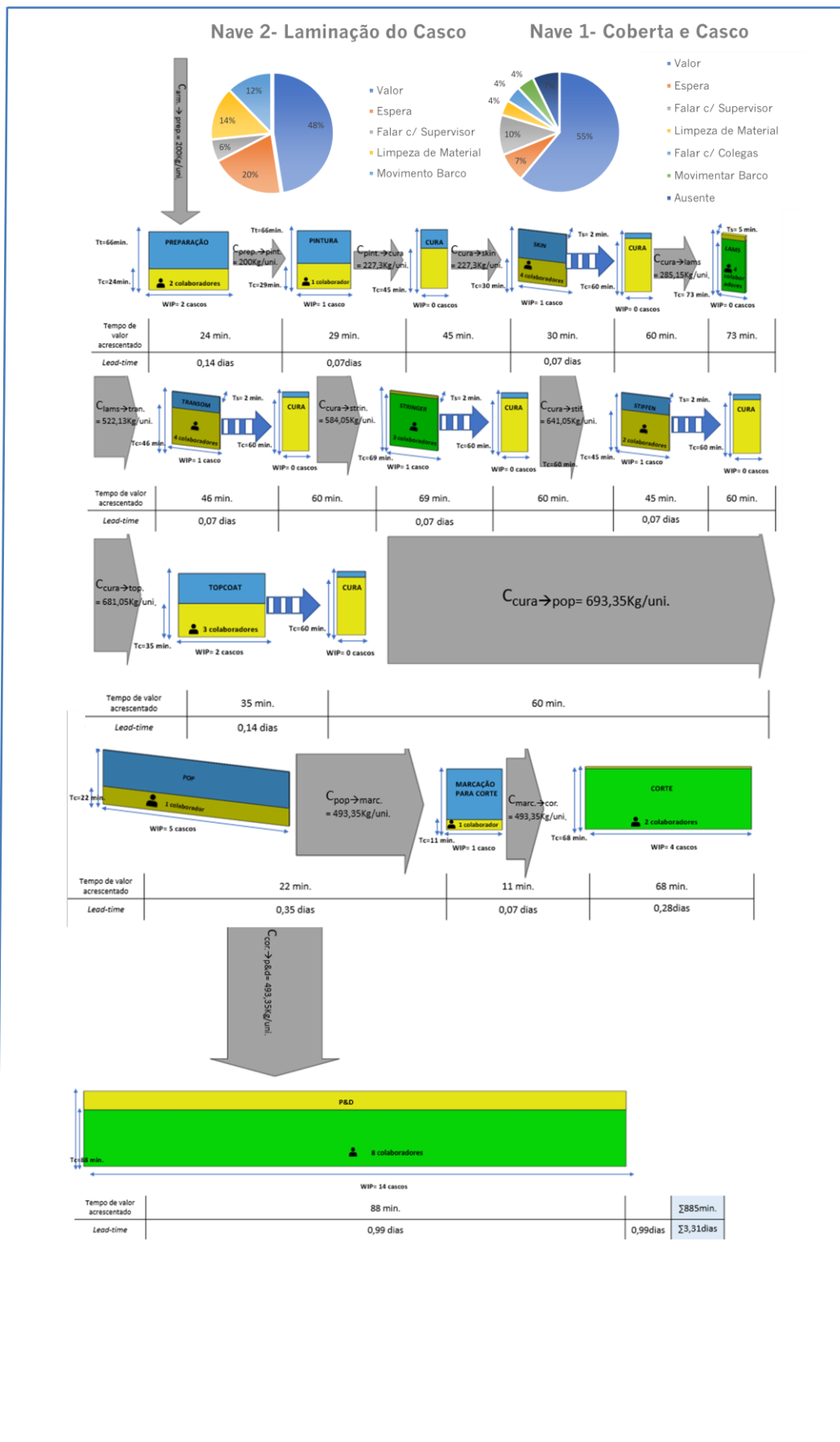


Figura 43 - Conversão da análise multi-momento na linha das cobertas (Nave 1)

Assim, conclui-se que, dos 198 minutos de tempo de ciclo total nesta nave, apenas 109 minutos eram efetivamente a acrescentar valor, sendo o restante tempo considerado desperdícios.

b) Laminação do casco- interação *VSM/ WID*

O mesmo tipo de análise foi executado na linha de laminação dos cascos (Figura 44).



<i>Takt-time</i>	66 min.
<i>Lead-time</i>	4766 min.
Tempo de Ciclo do sistema	88 min.
Rácio Valor Acrescentado	19%
Eficiência da Linha	56%
Produtividade Esperada	0,019 barcos/h.h
Produtividade Real	0,023 barcos/h.h
Produção Esperada	0,68 barcos/hora
Produção Real	0,75 barcos/hora
Esforço de Transporte	5741 kg/barco
Distância percorrida	300 metros

Figura 44 - Interação *WID-VSM* do casco

Dado os valores acima, aferiu-se a dificuldade em satisfazer a procura, dado um tempo de ciclo superior ao *takt-time*, apesar de mais próximos quando comparado com a linha de cobertas. Pela análise do rácio de valor acrescentado, também se verifica um baixo nível de fluidez, o que se contrapõe ao 3º princípio de *Lean Thinking*. A eficiência da linha é agora ligeiramente superior, ainda assim reflete um certo desbalançamento e ineficiência. No caso dos cascos, os valores esperados e reais da produção e produtividade também sofriam do impacto da variabilidade de barcos produzidos, o que dificultava a interpretação destes valores. Quanto ao esforço de transporte, averiguou-se que os colaboradores moviam um total de 5 741kg sempre que um casco era produzido, sendo que, em média, eles empurravam cerca de 483 kg em cada deslocação.

Também neste caso, os colaboradores da equipa de movimentação reportaram o seu PSE (Apêndice 4, Figura 105). Assim, os resultados (Figura 45) relativamente à movimentação com o *multi-mover* e empilhador, as respostas foram semelhantes, nível quatro (88%) e dois (75%), respetivamente. Contudo, manualmente estes percecionam um esforço de nível oito (75%). Este valor poderia ser explicado pelo peso superior do casco, assim como do formato do carrinho, que dificultava um posicionamento adequado para empurrar o mesmo.

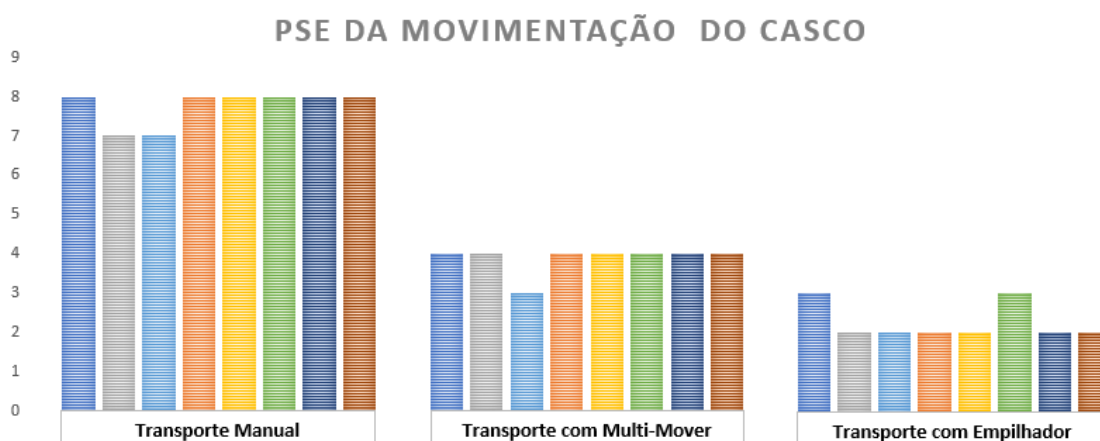


Figura 45 - Resultado da PSE individual associado à movimentação do Casco

Na análise multi-momento feita, aferiu-se que 48% do tempo era passado a acrescentar valor ao produto, sendo o restante tempo passado em espera (20%, pelos mesmos motivos mencionados no caso da coberta), limpeza de material (14%), movimentação do barco (12%) e falar com o supervisor (6%) (Figura 40). Tal como na coberta, a Figura 46 pretende ilustrar a quantidade de tempo que efetivamente era usado a acrescentar valor ao produto.

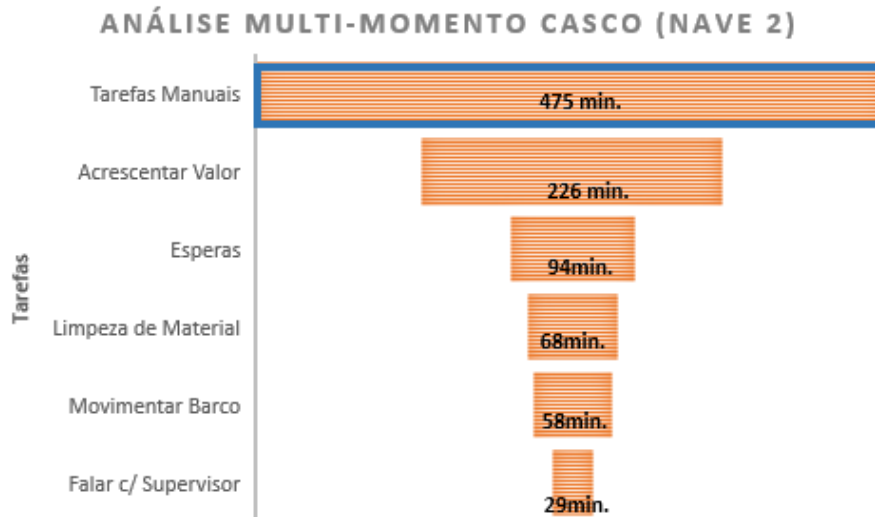


Figura 46 - Conversão da análise multi-momento na linha dos cascos (Nave 2)

Conclui-se assim que, do tempo de tarefas manuais de 475 minutos, apenas 226 minutos é que efetivamente acrescentavam valor ao produto, os restantes eram constituídos por esperas, movimento, entre outros (todos eles desperdícios) (Figura 47), ao qual acrescem os períodos de cura que, no total, somavam 345 min.

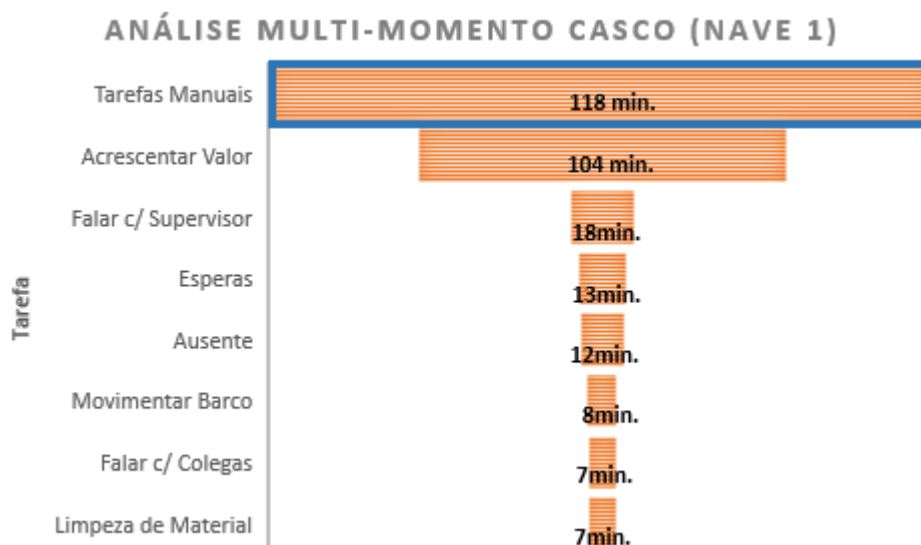


Figura 47 - Conversão da análise multi-momento na linha dos cascos (Nave 1)

Dos resultados apurados para a nave 1 (Figura 47), conclui-se que dos 188 minutos necessários para processar o casco, apenas 104 minutos são alocados a acrescentar (55%).

Através deste apuramento de dados, foi possível averiguar qual a percentagem de tempo mensal afeta à produção do barco 675CR/D65. Para tal cruzou-se informação proveniente do planeamento da produção, onde foram retirados o número de barcos desse modelo a produzir por mês, assim como os dias de trabalho disponíveis (Figura 48).

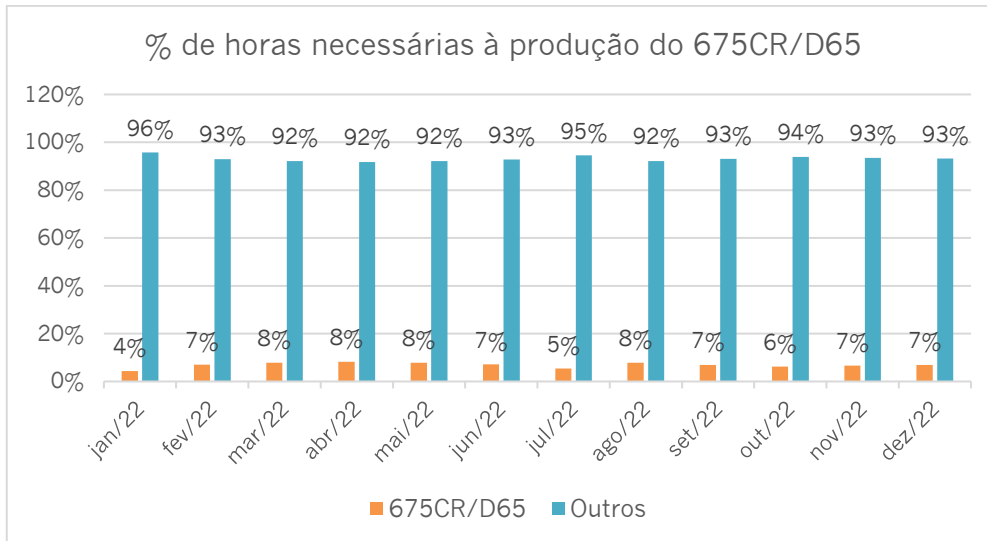


Figura 48 - % de horas necessárias à produção do 675CR/D65 (Nave 1+2)

Pode concluir-se que, em média, os colaboradores das naves 1 e 2 estavam 7% do seu mês de trabalho a produzir barcos do modelo em questão.

#### 4.3.2.1 Número e tipos de defeitos na Laminação

A empresa executava diariamente relatórios de auditoria que relatavam o número e tipos de defeito, por modelo de barco. Um levantamento de dados relativamente aos defeitos por unidade (DPu's) do ano de 2021 (Figura 49), permitiu verificar que a sua tendência não mostrava sinais de diminuição, apesar das várias intervenções e sensibilizações neste sentido.

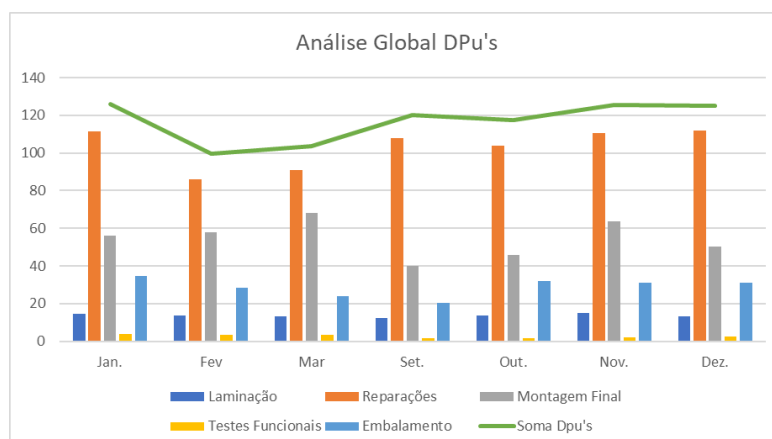
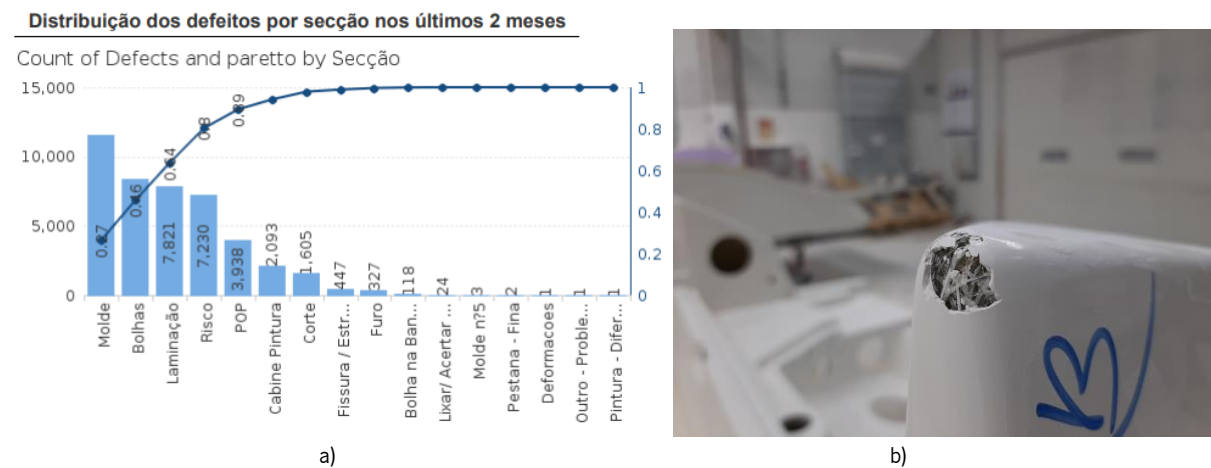


Figura 49 - Análise de DPu's

Os defeitos de laminação e reparações eram identificados e corrigidos durante a laminação e depois do POP, respetivamente. Em qualquer um dos casos a sua existência, para além de exigir um consumo extra de material, condicionava o fluxo e tempo de atravessamento dos barcos em produção. Ao existirem defeitos, existia a necessidade de retrabalho, executado pelo *P&D*. Este posto de trabalho, acabava unicamente por tratar o *Muda* defeito, como tal, era um posto que não acrescentava valor ao produto final, apesar de lá trabalharem cerca de 30 pessoas.

Uma análise aos relatórios de auditoria do *P&D* permitiu verificar que, nos meses de janeiro e fevereiro de 2022, a maioria dos defeitos foram do tipo (Figura 50a):

- Defeitos de molde (riscos, marcas de lixa, manchas);
- Existência de bolhas (laminação indevida durante o *skin* ou *stiffer*) (Figura 50b);
- Laminação (de laminação/oco, laminação do core errada, entre outros);
- Riscos.



a) Distribuição dos defeitos por secção; b) Defeito de bolha

Estes dados eram relativos tanto à coberta, como casco e *liners* de cada embarcação em análise. Pela observação dos seguintes gráficos (Figura 51), era visível que o padrão de defeitos era, para qualquer um dos componentes, superior ao limite máximo de DPu's.

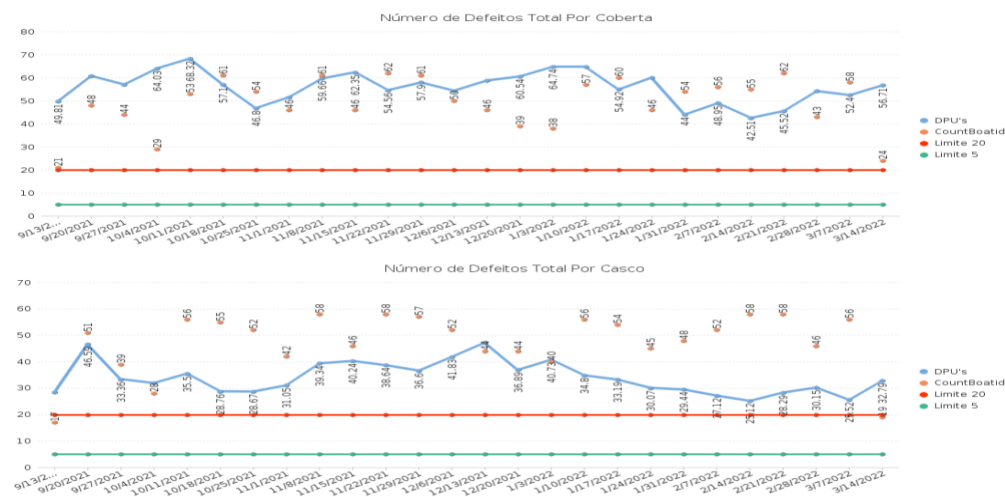


Figura 51 - Análise de defeitos da cobertura e casco

Analizando os gráficos de Pareto (Figura 52) relativamente a uma semana do mês de fevereiro, verificou-se que o modelo 675CR se encontrava sempre nos cinco modelos de barco com um maior número de defeitos. No caso dos defeitos por existência de bolhas o modelo 675CR era o quinto com mais defeitos deste tipo.

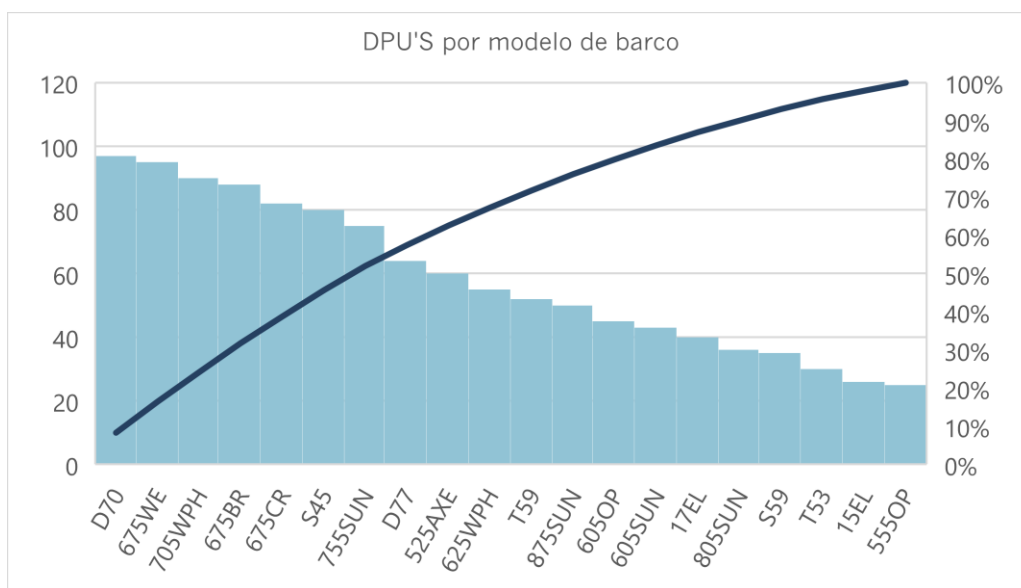


Figura 52 - Número de defeitos por modelo de barco

No caso dos defeitos de laminação (Figura 53) estes são classificados como “casca de laranja” (quando a superfície fica rugosa devido uma pintura mal-executada), deformações (devido às temperaturas elevadas da resina) e sujidade da peça (quer de tinta como resina). Neste caso, o casco do 675CR era a componente do barco onde este tipo de defeitos prevalece.

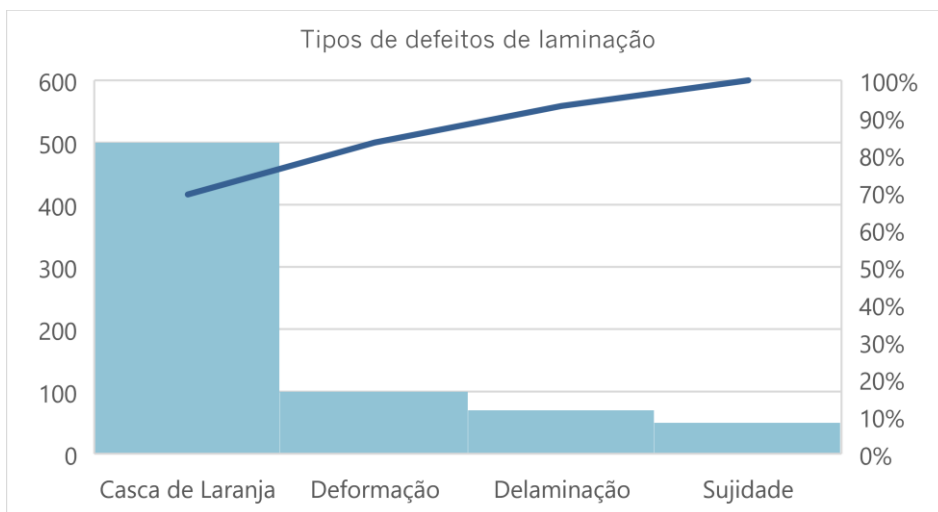


Figura 53 - Defeitos de laminação

Relativamente às fissuras (Figura 54), o 675CR encontrava-se novamente na quarta posição, dada a sua presença na coberta e *liner* do modelo.

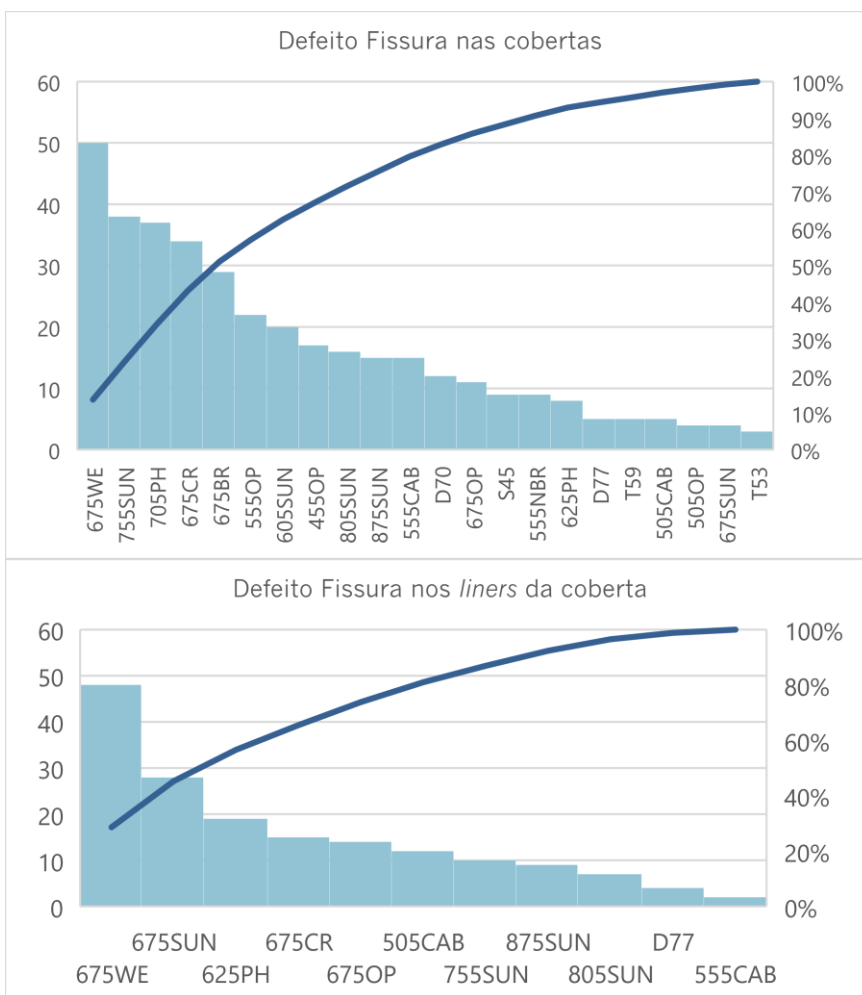


Figura 54 - Defeitos de fissura

Quanto aos riscos (Figura 55), o 675CR era o quarto modelo de barco que mais defeitos deste tipo apresentava.



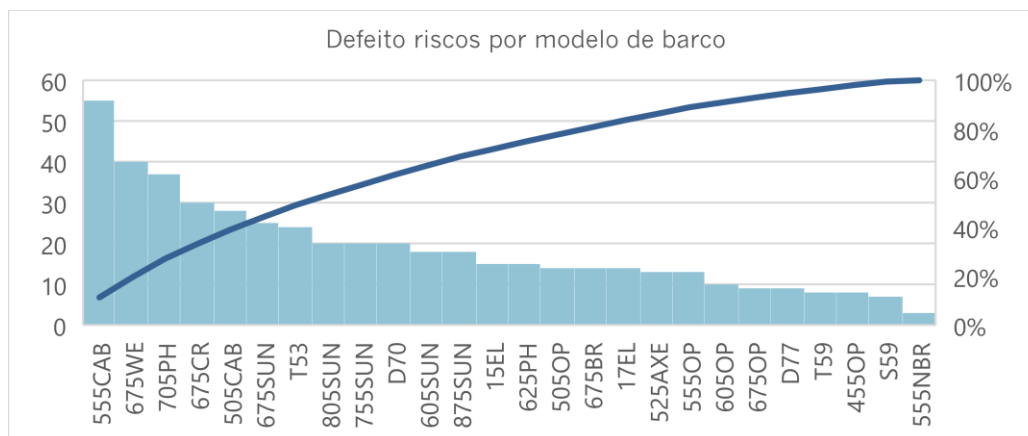


Figura 55 - Defeitos de risco

#### 4.3.2.2 Problemas gerais e constrangimentos identificados

Pela análise realizada, assim como através da observação intensiva dos postos de trabalho, foi possível fazer um levantamento daquilo que eram os principais problemas durante a laminação.

##### 4.3.2.2.1 Falta de espaço e consequente nível de deslocações

No momento da realização da dissertação, o maior problema no processo da laminação era a falta de espaço e elevada deslocação das peças. As dimensões dos moldes e o nível de produção não era compatível com o tamanho da nave. Este facto fazia com que houvesse constrangimentos graves, que impediam o natural fluxo produtivo.

Como o espaço era limitado e o tamanho dos barcos muito variável, o fluxo das peças não era contínuo. Cabia aos chefes de linha e colaboradores deslocar os barcos e tentar alocá-los a um espaço, tentando maximizar a área disponível (“efeito *puzzle*”). Estas movimentações, para além de consumirem imenso tempo, do ponto de vista ergonómico, não eram recomendáveis. Existia um elevado esforço por parte dos colaboradores, que deixavam de executar as suas tarefas enquanto este movimento era feito, sendo que, por vezes, eram eles próprios que o auxiliavam ou o faziam na sua totalidade.

Esta falta de padronização de fluxo, tornava o processo um pouco confuso, já que se tornava difícil perceber em que fase do processo a peça se encontrava, não obstante da dificuldade de movimentar e alocar de forma mais eficiente possível.

No cenário existente, os postos de trabalho deslocavam-se na linha, ao invés de aguardarem pelos barcos no seu local de trabalho. No caso do *stiffen* da coberta, este chegava a ser feito na zona das marcações, por vezes, até do *skin* (Figura 56). Este recuo na linha fazia com que apenas uma das duas pistolas destinadas a este posto fossem utilizadas (dado o seu alcance limitado), aumentando o tempo de ciclo do posto e provocando a paragem permanente de um equipamento. Em alguns momentos foi até

verificado acumulação de *WIP* de cobertas na linha destinada aos cascos (Figura 56), assim como obstrução das vias de passagem (Figura 57).

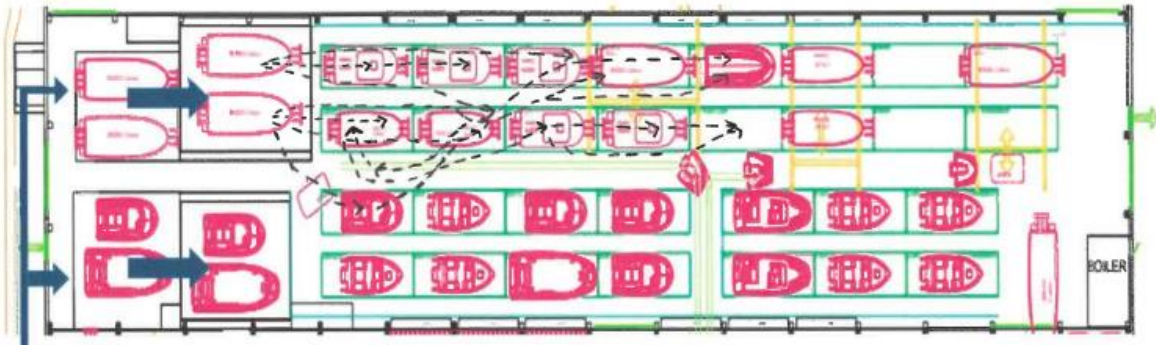


Figura 56 - Fluxo produtivo da coberta

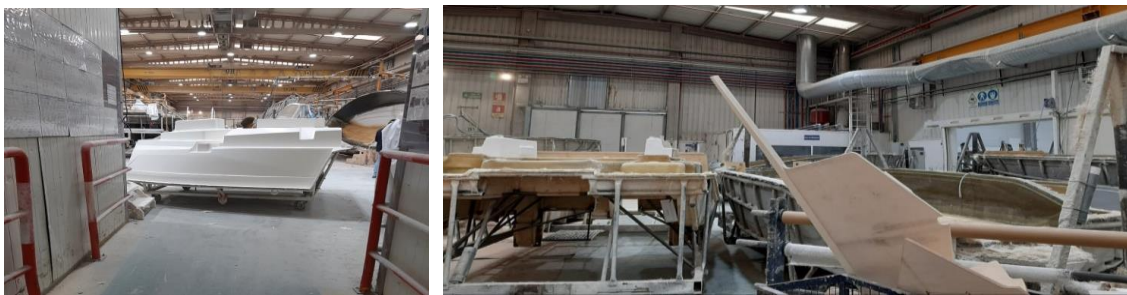


Figura 57 - Obstrução da passagem

Também o próprio *layout* não era exatamente adequado. No caso dos *liners*, estes eram pintados juntamente com os cascos na cabine de pintura. Contudo, as fases que sucedem tinham lugar no fundo da nave. Assim, existia uma acumulação de *liners* a secar à saída da cabine de pintura, para depois serem levados para o posto seguinte, que se situava cerca de 40 metros à frente, o que potenciava desperdícios como transporte e movimentações.

A falta do espaço fazia-se também sentir na nave 1 onde, após sair da cabine de corte, as peças retornavam a zona do POP e marcação. Esta condição, para além de gerar movimentações extra, fazia com que se misturassem peças já cortadas com peças sem desmoldar e/ou sem marcar (Figura 58).

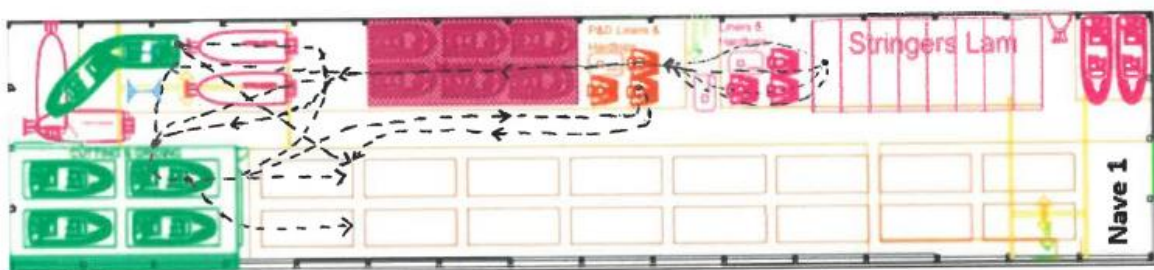


Figura 58 - Fluxo Produtivo na nave 1

#### 4.3.2.2.2 Nível de *WIP* no fim da laminação e produção *push*

Também se verificava um elevado nível de *stock* no final da linha de laminação. Este facto devia-se ao elevado tempo de atravessamento na secção de *P&D* e falta de carrinhos para colocar a peça após o

POP. Quando a peça é desmoldada é colocada num carrinho para percorrer as restantes etapas. Contudo, estes apenas eram libertados na fase de montagem (união ou embalamento). Quando a linha de montagem não fluía, não existiam carrinhos disponíveis para colocar a peça, o que justificava o acumular de peças à espera para fazerem POP (Figura 59). Em alguns casos, mesmo não existindo carrinho, a peça era desmoldada ficando suspensa na grua do POP, impedindo-a de ser utilizada para desmoldar outras peças.



Figura 59 - WIP de cascos e cobertas laminados à espera de fazer POP

Este problema, aliado à falta de espaço, fazia com que a movimentação e gestão de espaço fosse dificultada. Para além disso, como a produção não era *pull*, continuavam a entrar mais moldes para pintura e os componentes já laminados eram redirecionados para o exterior da nave (Figura 60), onde eram armazenados juntamente com os moldes, para depois serem devolvidos à linha.



Figura 60 - Peças armazenadas no exterior

Esta decisão fazia com que a peça percorresse um extra de 2,12km (Figura 61). Assim, existiam desperdícios como o elevado nível de *stock*, movimentações e transportes, ao qual acrescia o aumento da probabilidade de existirem defeitos (como riscos durante o transporte) e *overload* nos colaboradores, que tinham de transportar cargas com peso excessivo.

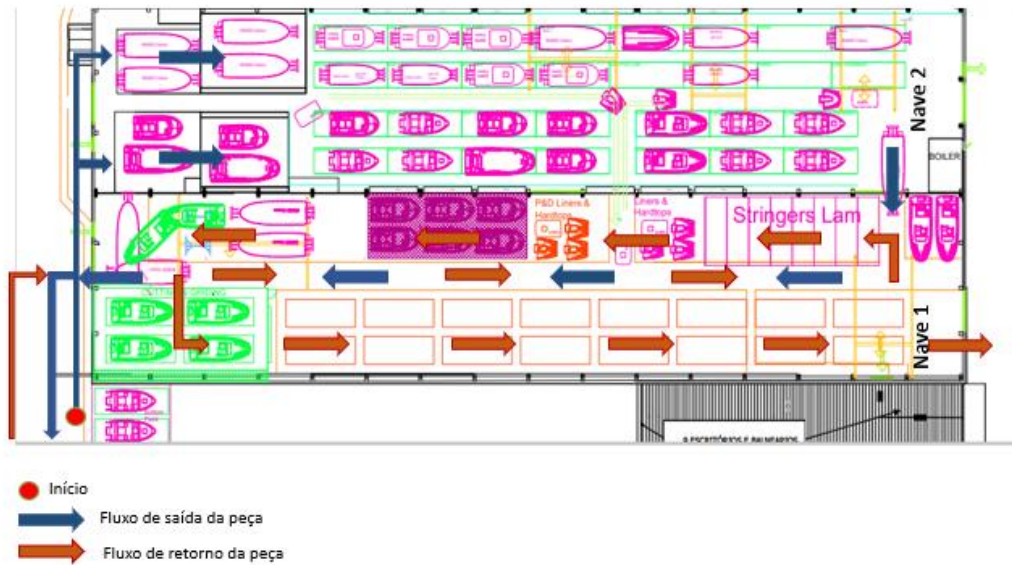


Figura 61 - Fluxo de saída e retorno da peça

Esta questão, era uma das razões pela qual o espaço na nave ficava congestionado (Figura 62) e, conseqüentemente leve ao “efeito *puzzle*” (problema evidenciado em 4.2.2.2.1).

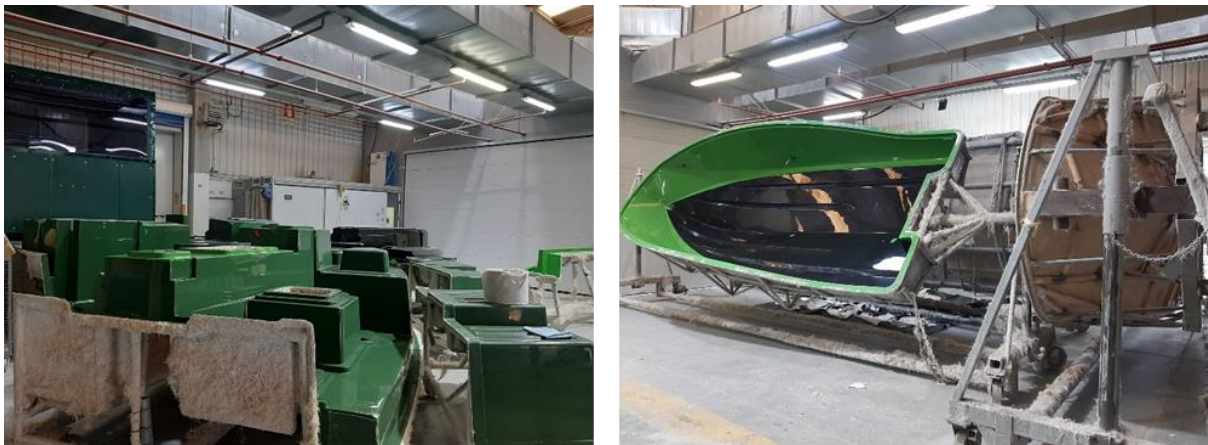


Figura 62 - Congestionamento no início da pintura

#### 4.3.2.2.3 Transporte de *picks* e Estruturas

Na laminação existiam dois momentos de chegada de *pick*, nos postos de *Lams* e *Transom*+Espumas (no caso do casco) e um momento no posto de trabalho da marcação (no caso da coberta). Em ambos casos, o material constituinte da *pick* não era totalmente usado no posto de trabalho onde era entregue. No caso da *pick* entregue no posto *Transom*+Espumas eram retirados algumas das madeiras usadas neste posto, contudo o carrinho era composto por outros materiais que eram usados unicamente dois postos adiante, no *Stiffen*. No caso das cobertas, a *pick* chegava para auxiliar a marcação, servindo como *template*, sendo só efetivamente introduzida no *Stiffen* e Estruturas (até lá permanecia em espera nos carrinhos).

O planeamento de entrega das *picks* era feito no final de turno para que fossem depois entregues no turno seguinte. No final do turno 1, o chefe de linha devia comunicar ao armazém a hora prevista e posto onde a *pick* devia ser entregue durante o turno 2 (e vice-versa). Contudo, esta informação era baseada no *flowchart* que, por vezes, devido a constrangimentos de espaço, tempos de cura e falta de moldes não era seguida a 100%. Quando isto acontecia, o armazém, à hora planeada, enviava a *pick*, apesar de esta não ser ainda necessária. Esta questão condicionava ainda mais o espaço na nave (Figura 63), ao qual acrescia o risco de sofrer algum dano, ser confundida com a *pick* de outro modelo ou até mesmo acontecer o extravio de alguma peça. Como também não existia uma zona delineada onde a *pick* devia ser colocada, acontece de as *picks* dos cascos serem movidas para a zona de laminação das cobertas e vice-versa.

Para além disso, este transporte era feito por um empilhador que, quando a nave estava em sobrecarga dificultava o seu movimento e o movimento dos colaboradores. Também o carrinho utilizado não era o mais adequado dadas as dimensões e particularidades do material, sendo que era comum as espumas transportadas caírem durante o percurso.

Por outro lado, existia, por vezes, um atraso na chegada das Estruturas a serem inseridas na coberta. Apesar de não ser indicada como uma *pick*, o funcionamento do seu pedido era muito semelhante, contudo, este não passava pelo armazém, mas sim pela nave 4, onde eram produzidas. Quando existia um atraso na entrega das estruturas, como era o caso das banheiras, a coberta ficava impedida de avançar, ficando como *WIP* enquanto aguardava pelo componente em falta.



Figura 63 - Acumulação de *picks* na nave 2

#### 4.3.2.2.4 Paragens de colaboradores e dificuldade de manutenção dos equipamentos

A fábrica funcionava segundo dois turnos, sendo que o turno da tarde, para além de ter menos colaboradores, estes tinham menos *skills* e conhecimento dos processos. O horário deste turno era apontado como principal motivo para o seu elevado *turnover*. Este facto, acabava por culminar numa força de trabalho rotativa, onde a maioria se encontrava em fase de treino ou com ainda pouca experiência.

Principalmente neste turno, verificou-se alguma falta de coordenação e padronização do trabalho nos postos de trabalho. Por vezes, este problema levava a que os colaboradores ficassem parados, enquanto aguardavam para que a pistola ficasse livre ou para que o outro colaborador terminasse de laminar. Apesar de não ser tão frequente quanto os outros desperdícios, este acontecimento quebrava o ritmo de trabalho e condicionava a duração da tarefa.

Ao início do turno da manhã, todas as 10 pistolas de laminação eram limpas e calibradas. Este processo, apesar de essencial, demorava cerca de 30 minutos o que, multiplicando pelo número de pistolas existentes perfazia um total de 270 minutos perdidos. Para além desta questão, o turno da manhã era também condicionado pelo trabalho feito durante o turno da tarde. Como tinham menos experiência, algumas vezes o trabalho não ficava executado com o nível de rigor necessário. Assim, o turno da manhã, após a calibração, devia terminar e até corrigir o que foi feito pelo turno anterior. Este facto, para além de consumir tempo, desmotivava os colaboradores.

Ao longo do dia, e dependendo da projeção da pistola, a calibração e limpeza deveria ser feita mais uma ou duas vezes por turno, o que nem sempre se verificava, o que viria a provocar paragens de 2 a 20 minutos por entupimento das mesmas. Dado os longos braços do suporte que ligava a pistola aos rolos de fibra, representados pelas linhas amarelas e indicados pela seta na Figura 64, muitas vezes o fio de fibra acabava por danificar e desprender-se da pistola. Quando isto acontecia, a pistola deixava de projetar fibra e o colaborador devia ligar o fio novamente à pistola. Apesar de serem paragens breves, a sua frequência (em média três a cinco vezes, por turno) tinha impacto a nível da produtividade.



Figura 64 - Suporte da pistola

Para além disso, dado o uso constante e tamanho dos barcos, o manuseamento das pistolas era dificultado, sendo que os colaboradores tinham de fazer algum esforço para esticar o conjunto de fios suspensos a ela ligados.

#### 4.3.2.2.5 MMS e Sobreconsumo de Fibra e Resina

O MMS era um sistema utilizado pela empresa que permitia contabilizar os gastos de fibra e resina que eram consumidos por cada modelo, em cada posto de trabalho (Figura 65). As pistolas utilizadas encontravam-se conectadas a este sistema, registando o consumo médio por peça. Para tal, o colaborador devia acionar o programa sempre que um novo modelo de barco começava a ser laminado naquele posto. Apesar de rápido, os colaboradores exercem alguma resistência na sua utilização. O que acontece é que estes iniciam a laminação de um modelo e, ao invés de fazerem a picagem quando o terminam, avançam para o próximo ainda com o sistema do posterior em andamento. Isto faz com que os dados que o MMS retribui se afastem da realidade e acabem por não agregar valor aquando do seu tratamento.

Para além disso, mesmo quando o sistema funciona na plenitude, o que se verificava era que, a quantidade gasta por molde não corresponde à quantidade pré-definida pela engenharia de produto, dadas as dimensões e espessura necessárias. Uma das razões pela qual isto acontece relaciona-se com os padrões de trabalho dos colaboradores que, utilizam mais fibra e resina do que o necessário. Consequentemente, existiam custos acrescidos de material e o barco ficava também mais pesado que o expectável.



Figura 65 - Interface do MMS

Uma outra questão relacionava-se com o desperdício de resina que escorria dos cascos, como se pode verificar na Figura 66.



Figura 66 - Desperdício de Resina escorrido dos cascos

#### 4.3.2.2.6 Processo de cura não controlado

A cura consiste no processo de secagem da tinta ou laminado. Esta ocorria no final da maioria dos postos de trabalho, sendo que, o seu tempo variava entre 60 e 90 minutos, dependendo do nível do catalisador e das condições ambientais, nomeadamente a temperatura e humidade. Este processo é de extrema importância, uma vez que condiciona a qualidade do produto final. Contudo, este era feito de forma pouco controlada. Ao contrário do recomendável, a temperatura da nave não se encontrava climatizada, daí a variabilidade nos tempos de cura. Adicionalmente a constante movimentação e passagem de pessoas/materiais afetava negativamente este processo que se deveria desenvolver em ambiente estável e protegido.

No que respeita a desperdícios, a cura, apesar de essencial, constituía um desperdício de *stock* e, por vezes, de espera para os colaboradores. Se uma peça não estivesse curada, os colaboradores não podiam trabalhar sobre ela. Quando isto acontecia, estes acabavam por se dedicar à limpeza do espaço de trabalho ou auxiliar outros postos.



#### 4.3.2.2.7 Dificuldades de corte e validação

Após o POP, a peça era batida, com o objetivo de serem detetadas bolhas e/ou fissuras e, posteriormente marcada para corte. Esta marcação era feita baseada no desenho técnico do barco e num conjunto de *templates* que auxiliavam o processo. Depois de marcada, a peça avançava para a cabine de corte, era cortada e, no fim, deveria ser validada por um validador.

O que acontecia é que existiam furações que não obedeciam a estes desenhos, ou porque eram feitas no local errado, ou com medidas erradas ou, simplesmente, não eram feitas. Esta questão veio esclarecer que, para além da pessoa responsável por marcar a peça ter dificuldades a fazê-lo, também o validador dessa mesma marcação não cumpria com a sua função.

Estes problemas estavam a ter repercussões a nível da montagem, pois só aqui eram detetadas estas falhas, ao invés de serem detetadas pelos validadores no final do corte. Quando isto acontecia existia retrabalho a ser feito na linha de montagem, o que condicionava quer o seu compasso produtivo quer o do corte, uma vez que se perdia, pelo menos, um colaborador para se dirigir à linha e reparar a incongruência.

A falta de validação era também um dos constrangimentos do *P&D*. O que se verificava era que, por vezes, algumas das fissuras ou bolhas só eram detetadas no final destas reparações, ou porque não foram assinaladas antes ou porque foram geradas no percurso da reparação. Este problema obrigava ao congestionamento no final da linha de *P&D*.

#### 4.3.2.2.8 Outros problemas

Na empresa existiam ainda outros problemas tais como:

- Em toda a empresa vigoravam estritas normas e regras relativamente à segurança dos colaboradores. Apesar da persistência em tentar implementar boas práticas, por vezes, os colaboradores mostravam alguma resistência. Um desses exemplos verificava-se aquando das movimentações dos barcos. Como são peças muito pesadas, quando possível, existia um empilhador que auxiliava o processo, outras vezes era unicamente empurrado pelos colaboradores. Isto não era ergonómico nem seguro. Por vezes, quando esta movimentação era feita no interior da nave, era feita com colaboradores em cima, havendo o acréscimo do risco de desequilíbrio e queda;
- A resistência à mudança por parte dos colaboradores surgia como um entrave à implementação de processos de melhoria. Para além disso, a elevada rotatividade fazia com que os novos

colaboradores tivessem de ser formados pelos mais antigos, que lhes incutiam os mesmos vícios de trabalho;

- Para limpeza da peça nas estações onde esta havia o lixamento da peça, existia uma pistola de ar comprimido que soprava as partículas de pó. Este procedimento acabava por sujar e tornar ainda mais denso o ar do espaço de trabalho;
- O transporte dos carrinhos vazios das *picks*, eram, muitas vezes, transportados pelos colaboradores da laminação, ao invés de serem recolhidos pelos colaboradores responsáveis pela distribuição do material;
- O movimento das peças era complicado, isto porque, para além do seu tamanho, elas eram também extremamente pesadas. Esta questão era agravada pelo falta de limpeza dos carrinhos (Figura 67a), o que dificultava ainda mais esta deslocação. Também a limpeza e falta de organização e delimitação agravava esta questão (Figura 67b);



Figura 67 - a) Limpeza dos carrinhos; b) Acumulação de lixo

- Existia pouco rigor no corte da fibra entregue ao posto dos *Lams* (Figura 68). Os colaboradores tinham ainda de aparar as pontas, perdendo tempo num processo que poderia ser feito na carpintaria;



Figura 68 - a) *Lams* sem aparar; b) *Lams* aparados (direita)

- O transporte dos moldes era feito por carrinhos adaptados aos modelos onde aquele molde servia. A existência de moldes constituía um duplo problema. Por um lado, o facto de existirem muitos, dificultava a tarefa de armazenamento, movimentação e manutenção (Figura 69). Contudo, quando a linha de produção estava congestionada, os moldes e os carrinhos permaneciam ocupados até ao POP e montagem, respetivamente. Este problema fazia com que não existissem carrinhos e/ou moldes disponíveis para entrarem em produção. Isto levava a reconsiderações no *flowchart* e alterações das previsões de produção.



Figura 69 - Armazenamento de Moldes

#### 4.3.3 Síntese dos principais problemas e constrangimentos da laminação

A Tabela 8 resume os problemas e constrangimentos mais relevantes detetados ao longo da análise do processo de laminação.

Tabela 8 - Resumo dos problemas/constrangimentos na laminação

<b>Problemas/Constrangimentos</b>	<b>Consequência</b>	<b>Desperdício</b>
<u>Elevado número de defeitos</u>	Retrabalho, congestionamento da linha de <i>P&amp;D</i> , problemas de qualidade	Processo, Defeitos, <i>Stock</i>
<u>Falta de espaço e fluxo confuso</u>	Deslocação de peças, obstrução de vias de passagem, acumulação de <i>WIP</i>	Movimento, Transporte, <i>Stock</i>
<u>Elevado nível de <i>WIP</i>/Produção <i>Push</i></u>	Gestão do espaço dificultada, deslocações extra, efeito “ <i>puzzle</i> ”	Movimento, Transporte, <i>Stock</i> , Sobreprodução, Defeitos
<u>Transporte de <i>picks</i>/estruturas</u>	Condicionamento do espaço e movimentos, queda de material, acumulação de <i>WIP</i>	<i>Stock</i> , Movimento, Espera
<u>Paragens de colaboradores e manutenção de pistolas</u>	Quebras na produção, desmotivação de colaboradores	Espera
<u>MMS e Sobreconsumo de Fibra</u>	Paragens de colaboradores, afeta peso do barco, desperdício de resina	Processo
<u>Processo de cura não controlado</u>	Paragens de colaboradores, congestionamento de espaço, problemas de qualidade	<i>Stock</i> , Espera, Processo, Defeitos
<u>Dificuldades de corte e validação</u>	Problemas no <i>P&amp;D</i> e Montagem, retrabalho	Processo, Defeitos, Movimento

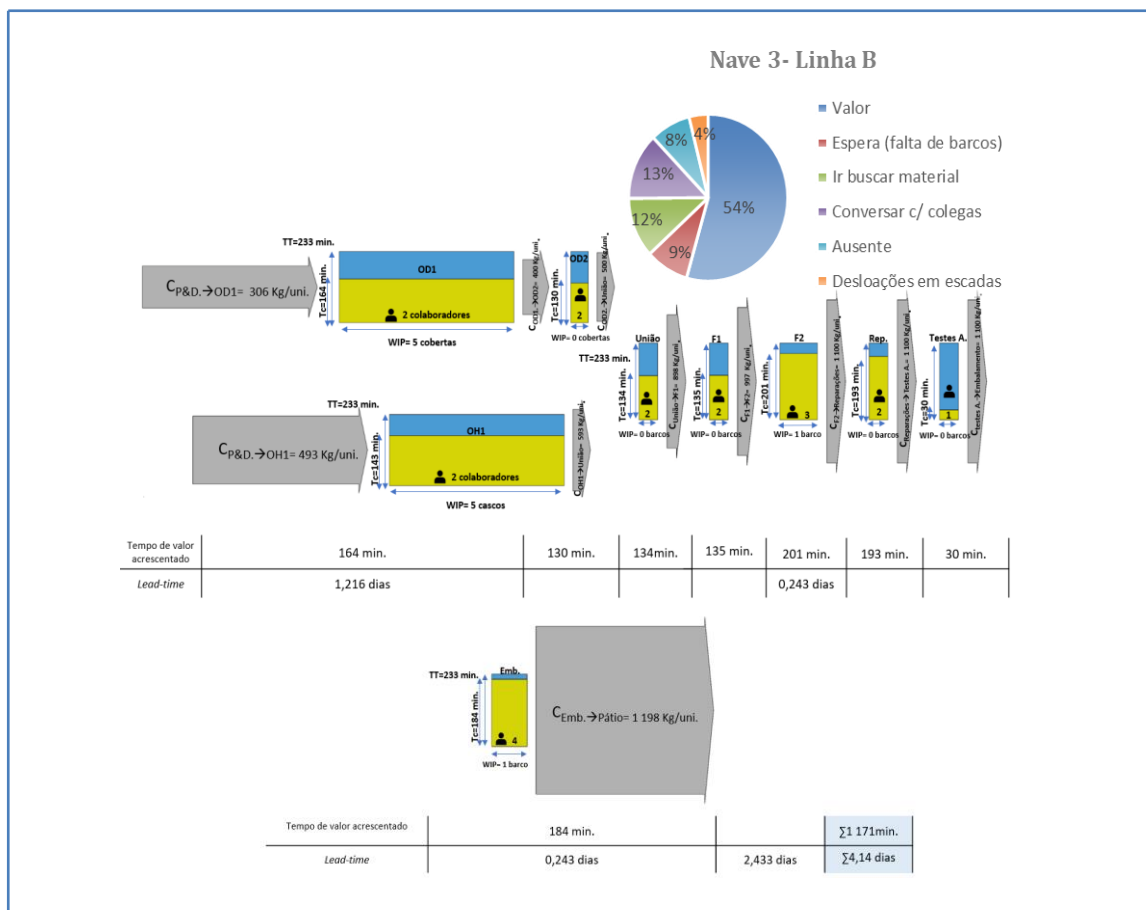
#### 4.3.4 Análise do Fluxo Produtivo: Montagem

O processo de montagem tem lugar na nave 3 (Figura 70) e o modo de funcionamento, horário e pausas são semelhantes aos da laminação. Aqui, como o trabalho é feito em altura existe grande preocupação por parte dos formadores em alertar os colaboradores dos perigos de queda existentes.



Figura 70 - Nave 3

A abordagem para o estudo do processo de montagem foi semelhante ao desenvolvido na laminação: uma análise de estudo de tempos e multi-momento, a fim de averiguar o tempo padrão de produção do 675CR/D65. Assim, foi construída a seguinte análise de iteração *VSM/ WID* (Figura 71) e calculados alguns *KPI*.



<i>Takt-time</i>	233 min.
<i>Lead-time</i>	5961 min.
Tempo de Ciclo do sistema	201 min.
Rácio Valor Acrescentado	20%
Eficiência da Linha	73 %
Produtividade Esperada	0,017 barcos/h.h
Produtividade Real	0,016 barcos/h.h
Produção Esperada	0,30 barcos/hora
Produção Real	0,26 barcos/hora
Utilização Esperada de MDO	80%
Utilização Real de MDO	68%
Distância percorrida	200 metros

Figura 71 - Interação *WID-VSM* na Montagem

Ao contrario do que se verificava na laminação, na montagem o valor de tempo de ciclo (201 minutos) regista-se inferior ao *takt-time* (233 minutos). Por esse motivo, quando comparado com a situação da laminação, a montagem tem mais facilidade em satisfazer a procura. Pela análise dos *KPI* selecionados verificou-se um rácio de valor acrescentado de apenas 20%, que representava mais uma vez a baixa fluidez da linha. O valor de eficiência da linha de 73% era explicado maioritariamente pelo desbalancamento entre o posto de trabalho de Testes de Água e os restantes. Embora os restantes postos de trabalho tivessem tempos de operação semelhantes, a baixa duração dos Testes de Água fazia com que o valor do rácio de eficiência se afastasse dos 100%.

Ao contrário do que acontecia na laminação, a divisão da montagem em linhas, fazia com que fosse mais fácil interpretar as taxas de produção e produtividade, já que não existia tanta variabilidade de modelos na linha. Assim, a taxa de produção real encontrava-se um pouco abaixo daquilo que seria expectável, dado o tempo de ciclo. No caso da taxa de produtividade, os valores reais e esperados aproximavam-se, ou seja, o número de peças que cada colaborador relamente produzia, por hora, era semelhante ao expectável. Esta diferença podia ser pelo *KPI* da utilização de mão-de-obra que apresentava uma variação de 12% entre o tempo que cada colaborador deveria dedicar à produção, e o tempo que efetivamente dedica.

Por último, em média, cada barco percorria 100 metros, desde que sai do nave do *P&D* até ao pátio onde eram armazenados. Neste caso, o maior esforço de transporte era feito ao longo dos 10 metros finais, onde era transportado manualmente um barco com um peso final de 1 198 kg.

Através da análise multi-momento conclui-se que, para além de acrescentar valor ao produto, os colaboradores passavam 13% do seu tempo a conversar/tirar dúvidas com colegas e 12% a procurar

material. De seguida, a esperas ocupavam 9% do tempo de trabalho, e estas eram causadas principalmente pelo estrangulamento que se fazia sentir no *P&D*. A ausência dos colaboradores no posto de trabalho (8%) devia-se, principalmente, ao facto de estes auxiliarem outros postos mais a jusante. Por último, em 4% do tempo os colaboradores encontravam-se a subir/descer as escadas de acesso ao barco. Dado estas percentagens, e extrapolando para minutos, conclui-se que, do tempo de ciclo total, apenas 637 minutos é que refletiam valor acrescentado, o restante representava desperdício. Todos estes valores encontravam-se representados na Figura 72.

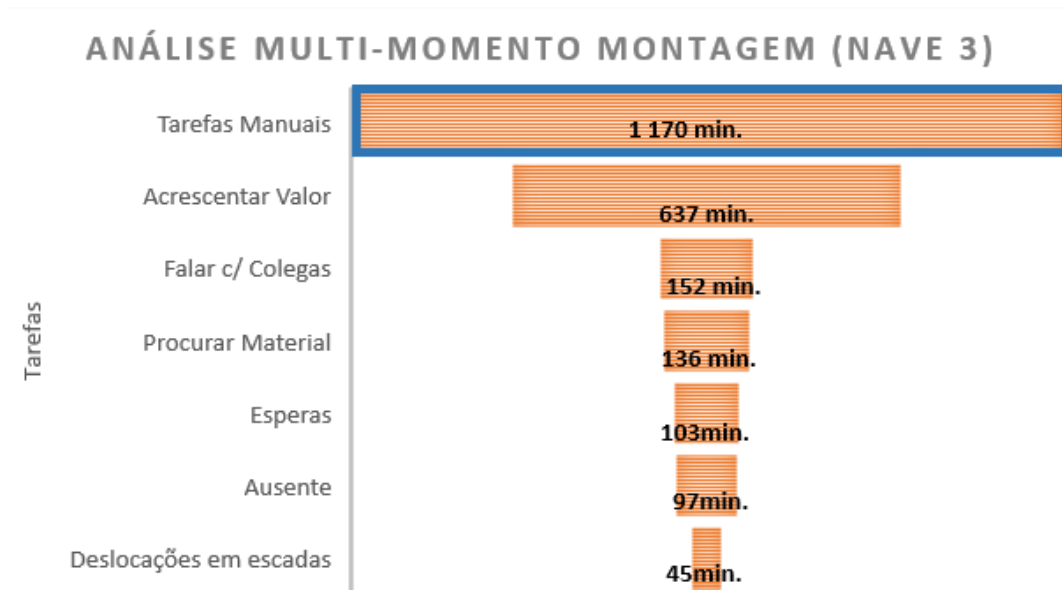


Figura 72 - Conversão da análise multi-momento na linha de montagem (Nave 3)

Novamente, é possível aferir qual a percentagem de tempo disponível afeta à produção do modelo 675CR/D65 na linha B para 2022 (Figura 73).

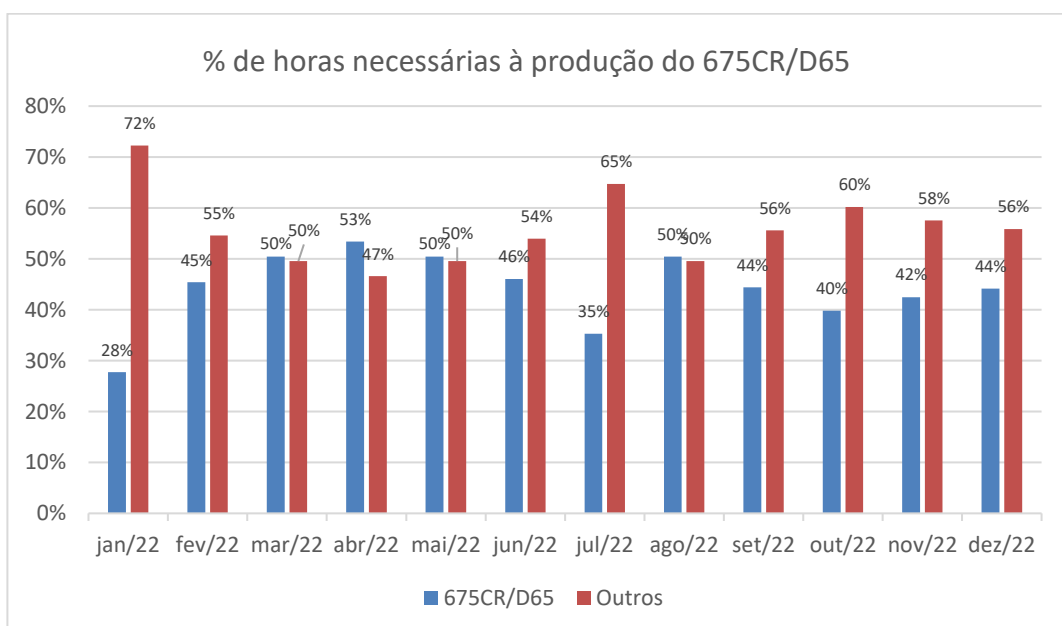


Figura 73 - % de horas necessárias para a Montagem do 675CR/D65

Pode concluir-se que, em média, os colaboradores da montagem (Linha B) dedicavam 44% do seu mês de trabalho a produzir barcos deste modelo.

Somando o tempo-padrão para produzir um barco do modelo 675CR/D65 (desde a laminação até ao embalamento) determinou-se um total de 2,14 dias, ao qual acrescia, no caso de o barco levar uma determinada opção de pintura (*bottom-paint*), um dia. Assim, ao comparar o tempo de atravessamento médio dado pelo ficheiro de planeamento de produção (*flowchart*) com os resultados apurados, verificou-se que se demorava em média mais 1,70 dias, valor justificado pelo *stock acumulado* e dificuldade em manter a fluidez na linha.

#### 4.3.4.1 Número e tipos de defeitos na Montagem

Ao longo da linha de montagem do barco eram feitas várias auditorias. Os dois principais testes realizados eram os testes funcionais e testes de água. No primeiro eram testados o rádio, GPS, buzina, direção hidráulica, entre outros. No teste de água assegurava-se que a drenagem era feita corretamente, nomeadamente na sanita e chuveiro do barco. No final de cada teste devia ser reparado aquilo que foi identificado como defeito. Antes do embalamento, todo o barco voltava a ser revisto, dando-lhe os acabamentos finais necessários e onde se confirmava que tudo o que foi auditado foi reparado.

Como verificado na Figura 74, os defeitos identificados na linha de montagem apresentavam uma tendência crescente, sendo os testes funcionais e inspeção (Figura 75a) de embalamento (Figura 75b) os seus principais identificadores.

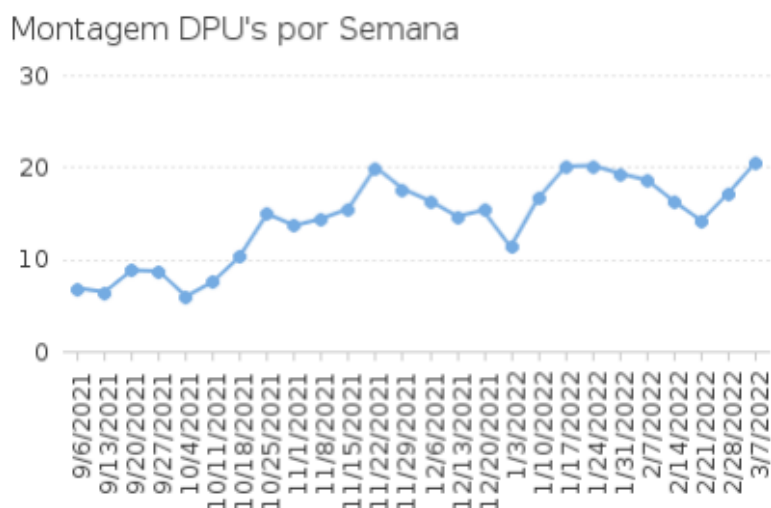


Figura 74 - DPU 's da Montagem por semana

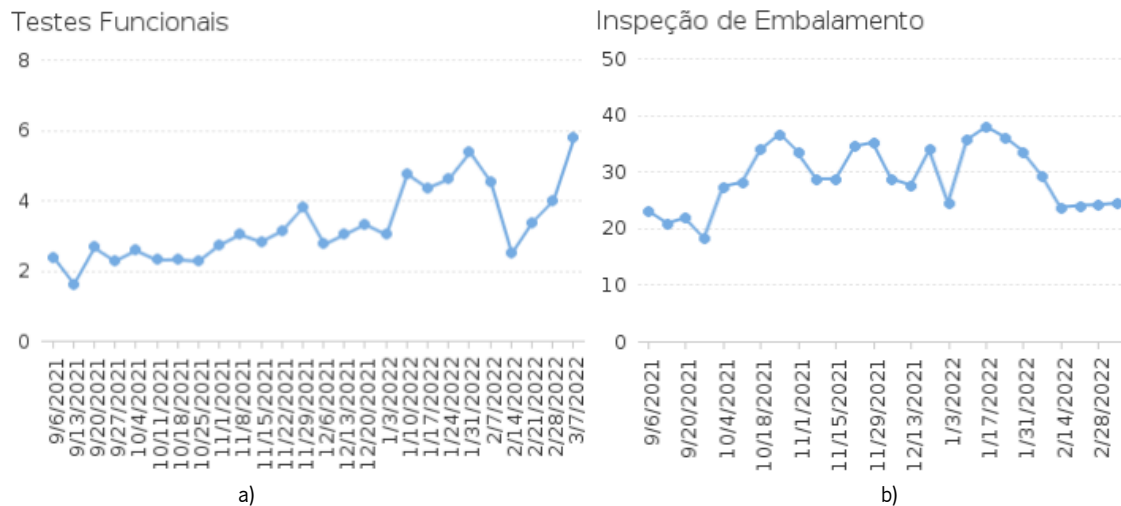


Figura 75 - a) DPU's identificados nos Testes funcionais; b) DPU's identificados na Inspeção de Embalamento

Como mencionado, os modelos em estudo (675CR e D65) pertencem à linha B, onde também se verificava um aumento dos defeitos identificados no final da montagem (Figura 76).

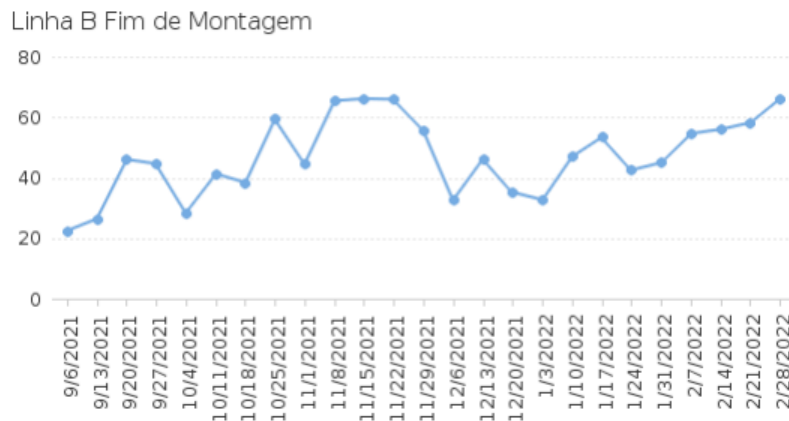


Figura 76 - DPU's fim de montagem na Linha B

Como demonstrado pelo gráfico da Figura 49 (secção 4.3.2.1) na fase final da montagem e embalamento existia um número significativo de defeitos a reparar. Um dos mais preponderantes eram as reparações feitas a nível do *gelcoat* (Figura 77). Os riscos, mas também as bolhas e fissuras eram apontadas como o principal motivo deste tipo de defeito. Muitos deles eram provocados aquando da laminação e não eram reparadas na fase de *P&D*. Esta facto fazia com que se acumulassem defeitos na fase final da produção do barco, congestionando a linha e comprometendo a entrega nos tempos previstos.



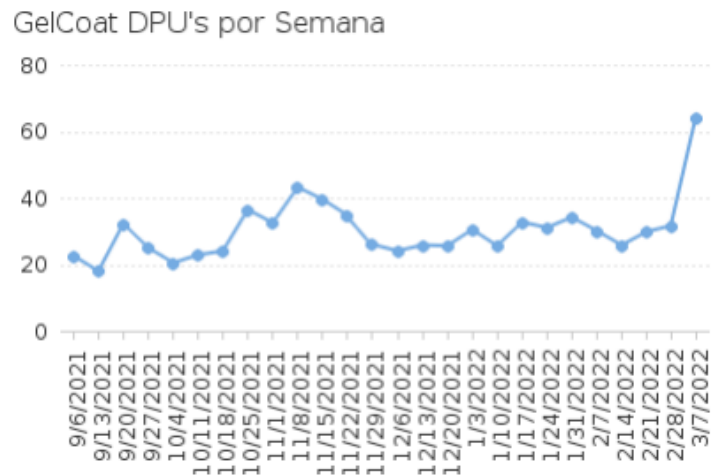


Figura 77 - DPU's de *gelcoat* por semana

#### 4.3.4.2 Problemas gerais e constrangimentos identificados

Através da análise extensiva aos postos de trabalho foi possível identificar alguns constrangimentos que colocavam em causa o desempenho de toda a linha de montagem.

##### 4.3.4.2.1 Reparação de defeitos anteriores e sujidade na linha

O posto de trabalho dedicado às reparações deveria unicamente corrigir defeitos que fossem cometidos entre as fases de montagem. O que se verificava é que, muitas vezes, existiam defeitos de laminação ou corte que não tinham sido ainda reparados, o que implicava um retrabalho superior ao expectável.

Como existiam problemas de marcação e corte (mencionados na secção 4.3.2.2.11), existiam furações que chegavam à montagem com dimensões erradas ou sem serem feitas. A falta de validação à saída da cabine de corte fazia com que na linha de montagem existissem peças que não encaixavam no respetivo lugar e que necessitavam de reparação imediata para que o barco pudesse avançar. Este problema, para além de condicionar o fluxo da montagem, obrigava a que alguém da equipa de corte e/ou laminação tivesse de abandonar o seu posto de trabalho e dirigir-se à linha para corrigir as furações (Figura 78).



Figura 78 - Reparações de corte na linha de montagem

Também no *P&D* nem todos os defeitos eram reparados, nomeadamente as bolhas, sendo depois a equipa de reparações da montagem responsável por tal. Tudo isto gerava um conjunto de trabalhos extra que não era contemplado aquando do planeamento da produção, o que levava a atrasos e, conseqüentemente, aumento da pressão nos colaboradores.

Um dos objetivos da empresa é fazer com que a linha de montagem seja o mais limpa e organizada possível, potenciando um melhor fluxo e diminuição do tempo de limpeza do barco no posto de embalamento. Este retrabalho impede que este princípio seja alcançado dado o pó que realizar os furos provoca. Adicionalmente, existia um outro processo que provocava bastante sujidade na linha. A instalação do *liner* na fase de *Open Hull* era feita através da colocação de um silicone específico, para depois existir aparafusamento, o que criava ainda mais pó.

#### 4.3.4.2.2 Falta de *standard* e *work content* em cada posto

Um dos principais problemas da linha de montagem diz respeito à falta de standardização e métodos de trabalho em cada posto. No caso das fases de *Open Deck* estas deveriam ter a sua estação de trabalho respetiva, o que não se verificava, sendo que, algumas vezes, estas duas fases eram executadas em simultâneo. Assim, ao invés de existirem dois barcos a serem montados existia apenas um. Apesar de aparentemente se reduzir o tempo de ciclo, como existiam mais pessoas a trabalhar na mesma cobertura, acabava por haver mais estrangimentos de movimentação e delineamento de tarefas. Ou seja, aquilo que devia ser feito pelos colaboradores da primeira fase do *Open Deck*, por vezes, era feito pelos da segunda fase e vice-versa. Este facto fazia com que fosse difícil entender se existia balanceamento nas cargas de trabalho destas duas estações, uma vez que não estava bem delimitado o *work content* de cada uma delas.

Este mesmo problema também se evidenciava nas fases de Final 1 e Final 2 que eram, algumas vezes, confundidas, sendo que procedimentos da Final 2 eram executadas já na Final 1. Apesar de existir apenas um posto de trabalho para a Final 2, foram registados momentos em que existiam dois barcos em simultâneo nesta mesma fase. Mais uma vez, verificava-se uma não-conformidade na linha já que não eram respeitados os postos de trabalhos ou *work content* de cada um deles.

Este problema é ainda mais agravado dada a falta de formação dos colaboradores, provocada pela taxa de *turnover* e aumento do número de novas contratações. Tal como na laminação, na linha existiam muitos colaboradores em formação pelo que o ritmo de trabalho não era tão eficiente quanto expectável. Este facto era uma das razões pelas quais o tempo *takt* definido em cada estação não fosse, por vezes, cumprido.

Esta sobreposição de postos de trabalho tornou-se difícil respeitar o tempo *takt* definido pela empresa. No caso das fases *Open* acontecia ter-se terminado o trabalho associado ainda antes do *takt-time* ser atingido. O que os colaboradores fazem era começar a trabalhar numa outra peça. Apesar de numa primeira instância parecer que estão a adiantar trabalho e tornar a linha mais eficiente, não era o que realmente acontecia. Como a linha nos postos que lhe procedem tinham mais dificuldade em respeitar o *takt*, verificava-se um *WIP* de um barco antes da união, o que não era recomendável. Seria preferível que o trabalho nas fases *Open* tivesse uma duração mais aproximada do *takt-time*, sendo que os colaboradores trabalhariam com menos pressão e mais rigor, sendo um ganho para toda a linha (isto porque, por vezes, existiam peças da fase *Open* que não ficavam bem montadas e tinham de ser corrigidas mais à frente).

#### 4.3.4.2.3 Chegada de *picks* e material da pré-montagem

Na montagem existiam três momentos de chegada de *picks*: uma que chegava nas fases *Open* e acompanha o barco até ao final, a segunda chegava quando o barco entrava para união (com material a ser aplicado nas estações Final 1 e 2), e, por último, uma *pick* no embalamento, com os estofos. O pedido das *picks* era feito via chamada telefónica pelo supervisor da linha quando este ia buscar o barco para a linha de montagem. Dada a informação do *flowchart*, o armazém devia ter já preparada a *pick*, sendo só depois preciso enviá-la para a linha. O que, por vezes, acontecia era que existiam trocas na ordem de produção dos barcos e o armazém podia ainda não ter completamente pronta a *pick* que a linha necessitava. Nestas situações, existiam alguns atrasos na entrega que condicionava a fluidez.

No caso das tampas e consolas provenientes da linha de pré-montagem não existia um procedimento claro sobre quem era o responsável por abastecer a linha. O que acontecia era que os próprios colaboradores da linha se dirigiam ao *WIP* da pré-montagem e recolhiam o material que precisavam. Assim, apesar de os carrinhos estarem prontos para abastecer a linha, as suas dimensões impediam que este fosse colocado de forma mais acessível aos colaboradores.

#### 4.3.4.2.4 Fluxo produtivo longo

Como mencionado, o fluxo produtivo na fábrica inicia-se na nave 2, com a entrada dos moldes provenientes do seu armazém exterior. Estes percorriam cerca de 135 metros, entrando depois na nave 1. Aqui eram percorridos cerca de 200 metros, sendo que o barco percorria todo o comprimento da nave duas vezes. Depois, seguia pelo exterior para a nave 3 para que se proceder à montagem e, dependendo do modelo, era posicionado na linha correspondente. Finalmente, este era embalado, sendo depois

levado até à grua, junto da nave 1, para ser expedido. Este fluxo somava um total de 530 metros percorridos e, apesar de já ter sofrido alterações positivas, não era ainda ideal.

#### 4.3.4.2.5 Escadas de acesso ao interior do barco

Para subir para o interior do barco, dependendo da fase de montagem, existiam dois tipos de escadas (Figura 79).



Figura 79 - Tipos de escadas utilizados na montagem

Quando o chefe de equipa ou supervisor pretende inspecionar o trabalho que estava a ser feito no barco, não tem como o fazer se não subir e descer repetidamente as escadas, tentando alcançar todas as perspetivas. O mesmo se verifica com os colaboradores, que sempre que precisavam de um material devem descer do barco, para depois voltar a subir. Este movimento foi identificado durante a análise multi-momento (4%) e acarreta nos colaboradores algum desconforto no final de um dia de trabalho, sendo que também os impedem de seguir um fluxo de trabalho contínuo. Por esse motivo, alguns optam por transportar as ferramentas para o interior do barco que, para além de aumentar a probabilidade de danificação, aumenta também a dificuldade de movimentação no seu interior. Também os auditores de qualidade utilizam estas mesmas escadas para acederem ao barco.

O momento de auditoria consiste em validar que tudo no barco está em conformidade. O auditor devia entrar para o barco e testar todos os componentes, como o rádio, GPS, direções, entre outras. Para tal, mais ninguém deveria estar a trabalhar no barco, para não haver interferência como ferramentas espalhadas e pessoas a movimentar-se, que dificultavam uma avaliação precisa. Muitas vezes, enquanto se auditava, os colaboradores iniciavam já as reparações o que ia, eventualmente, condicionar o trabalho do auditor, que não conseguia ter uma perceção completa do barco podendo deixar passar alguns defeitos relevantes.

#### 4.3.4.2.6 Barcos Bloqueados

Um dos problemas existente era derivado do número elevado de barcos bloqueados. Um barco era bloqueado quando existia algum componente em falta e, por esse motivo, não podia ser entregue ao cliente. O que acontecia era que, dada a falta de espaço, estes barcos bloqueados estavam a ser

embalados e armazenados no exterior para que, quando for possível desbloqueá-lo, retornasse à nave 3, para ser desembalado e completado. Obviamente que este processo era uma fonte de desperdício, como *stock*, transporte e consumos desnecessários de tempo e material.

#### 4.3.4.2.7 Arranque de turno e recolha de ferramentaria

Todos os dias, no início e fim de turno existia um ou dois colaboradores responsáveis por abastecer todas as linhas de trabalho com a ferramentaria necessária, através de um carrinho único. Este procedimento era feito quatro vezes por dia, no início e fim de cada um dos turnos. Por esse motivo, eram perdidos cerca de 25 minutos no início e final de cada turno. Assim, e tal como acontecia na laminação, este procedimento atrasava o arranque da produção, e antecipava o seu término. Esta interrupção, fazia com que fossem desperdiçados 50 minutos de trabalho em cada turno, perfazendo um total de 100 minutos por dia. Dado o número de colaboradores e custo da mão-de-obra, este procedimento gastava cerca de 5 453€/dia à fábrica e não acrescentava qualquer valor ao produto final.

#### 4.3.5 Síntese dos principais problemas e constrangimentos da montagem

A Tabela 9 resume os problemas e constrangimentos mais relevantes detetados ao longo da análise do processo de montagem.

Tabela 9 - Resumo dos problemas/constrangimentos na montagem

<b>Problemas/Constrangimentos</b>	<b>Consequência</b>	<b>Desperdício</b>
<u>Reparações de defeitos anteriores</u>	Tempos de ciclo mais longos, maior carga de trabalho, sujidade na linha	Processo, Defeitos
<u>Falta de standard e <i>work content</i> em cada posto</u>	Desbalanceamento, incumprimento do <i>takt-time</i>	Defeitos
<u>Chegada de <i>picks</i> e material da pré-montagem</u>	Atrasos e deslocação de colaboradores	<i>Stock</i> , Movimentos, Espera
<u>Fluxo produtivo longo</u>	Fluxo de material pouco adequado	Movimento, Transporte
<u>Acesso ao interior do barco</u>	Dificuldade em acompanhar o trabalho no interior do barco	Movimento, Espera
<u>Barcos Bloqueados</u>	Consumo extra de recursos e acumulação de barcos no exterior	Transporte, <i>Stock</i> , Processo
<u>Recolha de ferramentaria</u>	Condicionamento do arranque e término de turno	Transporte, Movimento, Espera

## 5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Este capítulo apresenta algumas propostas de melhoria que pretendem combater os problemas anteriormente identificados. Juntamente com a Equipa de Engenharia de Processo, algumas destas propostas foram debatidas, melhoradas e implementadas, tendo conseguido eliminar alguns dos desperdícios evidenciados.

### 5.1 Plano de ações seguindo a matriz 5W2H

A matriz 5W2H é uma ferramenta de apoio à gestão que auxilia a implementação de ações/projetos delineando o que será feito, quando, onde e porquê, além de atribuir quem será o responsável pela ação, como e quanto custará a sua implementação. A Tabela 10 apresenta sob um plano de ações segundo a matriz 5W2H, todas as propostas que se desenvolvem nas seguintes secções.

Tabela 10 - Plano de Ações segundo a matriz de 5W2H

<b>What?</b>	<b>Why?</b>	<b>Where?</b>	<b>Who?</b>	<b>When?</b>	<b>How?</b>
<b>Ferramenta de apoio ao Trabalho em Equipa</b>	Dificuldade em gerir toda a informação e garantir o seguimento de determinados problemas	Escritório Nave 3	Equipa de Eng. Processo	Março 2022	Introdução de um quadro matriz que prioriza as atividades e respetivos responsáveis
<b>Procedimento para identificação de dificuldades e rastreamento de problemas</b>	Excesso de retrabalho que culmina em constrangimentos de fluxo de linha e de qualidade	Nave 2 e 3	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores do corte e montagem	Abril 2022	Criação de um formulário que pretende enunciar quais os problemas mais recorrentes, permitindo o seu acompanhamento e resolução
<b>Procedimento para reparações de bolhas na laminação das cobertas</b>	Elevado número de bolhas identificados no P&D e consequente retrabalho	Nave 1	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores da laminação e P&D	Abril 2022	Implementação de um processo de reparação de bolha imediatamente após a fase de <i>skin</i>
<b>Reconfiguração de um novo layout</b>	Incapacidade de atingir os níveis de procura e produção estabelecidos	Toda a fábrica	Gestão de Topo, Diretor de Produção e <i>Area Managers</i>	Mai 2022- Outubro 2022	Operacionalização da Nave 7 e otimização das restantes naves

Tabela 10 - Plano de Ações segundo a matriz de 5W2H (continuação)

<b>What?</b>	<b>Why?</b>	<b>Where?</b>	<b>Who?</b>	<b>When?</b>	<b>How?</b>
<b>Armazenamento em racks</b>	Mau aproveitamento do espaço e serviço de outsourcing para armazenamento de barcos terminados	Zona exterior (Pátio)	Todos os departamentos, especialmente Gestão de Topo	Não implementado	Investimento num sistema de armazenamento em altura
<b>Aquisição de Cortinas de Ar</b>	Dificuldade em estabelecer períodos de cura, dadas as condições ambientais	Nave 2	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores da laminação	Não implementado	Aquisição de cortinas de ar e termostatos reguladores de temperatura
<b>Reformulação do carrinho para entrega da pick da coberta (laminação)</b>	Carrinho de transporte atual inadequado ao tamanho e formato das peças transportadas	Nave 2	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores da laminação, carpintaria e armazém	Não implementado	<i>Design</i> de um carrinho melhorado, com suporte lateral para as barras de espuma
<b>Carrinho de ferramentas para abastecimento da linha de montagem</b>	Arranque de turno dificultado pela distribuição de ferramentas	Nave 3	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores da montagem	Setembro 2022	Criação de um carrinho para cada linha, com as dimensões apropriadas para albergar as ferramentas necessárias
<b>Restituição do turno da noite</b>	Arranque de turno dificultado, paragens para limpeza	Nave 2	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores da laminação	Mai 2022	Alocação de colaboradores ao turno da noite para garantir limpeza e calibração das pistolas
<b>Sistema de corredores de acesso à linha de montagem</b>	Dificuldade na supervisão e acesso ao barco nas diferentes fases de montagem	Nave 3	Equipa de Eng. Processo <i>Area managers</i> e supervisores da montagem	Não implementado	Investimento numa infraestrutura de escadas que alcance toda a linha

## 5.2 Procedimentos para a melhoria contínua

Esta secção apresenta as propostas relacionadas com a implementação do processo de melhoria contínua, nomeadamente, a ferramenta de apoio para o trabalho de equipa e dois procedimentos para identificação de dificuldades e rastreamento de problemas e reparação de bolhas.

### 5.2.1 Ferramenta de apoio ao Trabalho em Equipa

Para facilitar a comunicação, discussão e priorização de problemas, a equipa de Engenharia de Processos instituiu uma breve reunião matinal onde se relata o que foi feito no dia anterior e se delega

quais as tarefas que cada um dos membros deve realizar naquele dia. De forma a tornar estas reuniões mais visuais e dinâmicas, foi criado um quadro (Figura 80) onde se categorizam as tarefas por secção a que pertencem (laminação, montagem, corte, entre outros), assim como o tipo e o estado da sua resolução. Assim, a equipa distingue aquilo que são as tarefas a fazer (*to do*), as que estão a ser feitas (*in progress*) e as finalizadas (*done*).



Figura 80 - Matriz de *Eisenhower* nas reuniões de equipa

A utilização deste quadro permite que cada um organize o seu dia de trabalho com maior liberdade, desde que as tarefas que lhe foram propostas sejam realizadas. Com o sistema magnético do quadro, é simples que cada membro desloque a sua tarefa quando o seu estado de resolução se altere, tornando esta proposta algo mais iterativo.

Ao classificar as tarefas de acordo com a sua urgência e importância de resolução, a equipa consegue reagir mais prontamente aos problemas e dar especial atenção àqueles que necessitam de uma resolução mais imediata. Para além disso, associado a cada tarefa existe também um *avatar* que representa a pessoa por ela responsável. Assim se um outro membro tiver dúvidas em relação a essa tarefa, ou se a sua própria tarefa de ela depender, a pessoa em questão sabe a quem se deve dirigir.

#### 5.2.2 Procedimento para identificação de dificuldades e rastreamento de problemas

Como mencionado ao longo da descrição dos problemas, em particular nas secções 4.3.2.2.7 e 4.3.4.2.1, o corte é das secções que mais contribui para o retrabalho, não só no *P&D* como também na montagem. A fim de combater este constrangimento, foi proposto um método simples de identificação de dificuldades e rastreamento de problemas.

Para tal, foi elaborado um breve *pitch* para apresentar às chefias a necessidade de implementar uma estratégia que auxilie a identificação dos problemas. Assim, para melhor delinear esta apresentação foi importante a ferramenta *Project Model Canvas* (Apêndice 6) que orientou não só o *pitch*, como também



o acompanhamento do projeto. Aqui foram evidenciados, entre outros tópicos, as justificativas do projeto, assim como os benefícios futuros e intervenientes. Com esta medida pretende-se introduzir um procedimento de melhoria contínua e *standard work*, que pretende criar padrões de trabalho e uma produção de elevada qualidade. Após a aprovação da medida pela chefia deu-se a fase de desenvolvimento e implementação da mesma.

Primeiramente, foi criado um fluxograma onde constam os passos que os colaboradores da marcação e corte devem seguir no final de marcarem/cortarem cada barco (Apêndice 7). Aqui os colaboradores da marcação identificam qual o procedimento a seguir no caso de conseguirem ou não marcar a peça. No final da marcação, deve ser preenchido um formulário *Microsoft Forms* (Apêndice 8) onde se registam as dificuldades sentidas para que se possa criar um plano de ações nesse sentido. O mesmo procedimento foi adotado para a cabine de corte, onde a equipa evidencia também num formulário quais as dificuldades que teve. Para acederem mais facilmente ao *Forms* foram criados *QR Codes* afixados em locais próximos. Com esta medida, será possível auxiliar o rastreio e registo contínuo, mas também digitalizar informação relevante, que, anteriormente, era transmitida por mensagem de texto ou chamada telefónica.

O plano de ações que se pode extrair da informação recolhida consiste numa listagem de marcas de molde que são necessárias rever. Ao evidenciar quais os furos onde existiram dificuldades a marcar/cortar, recorreu-se à documentação e desenhos técnicos dos barcos (Anexo 1), a fim de identificar as cotas e diâmetros desses furos, para obter a informação necessária para poder reforçar as marcas de molde a eles associadas. No final, esses furos deverão deixar de ser classificados como um problema.

Este sistema de registo foi considerado também na montagem, onde vários *QR codes* foram espalhados pela linha (Figura 81), para que qualquer estação de trabalho pudesse reportar a existência de problemas. O sistema de formulário da montagem é semelhante ao anterior, onde o colaborador deve dizer qual o modelo e peça do barco onde teve dificuldade, identificando e localizando o código do furo e, adicionalmente, adicionar comentários e fotografias que auxiliem a descrição do problema. Ao fazê-lo, estão a levantar problemas em tempo real, criando alertas instantâneos para que a equipa de corte se dirija à linha para corrigir a furação.

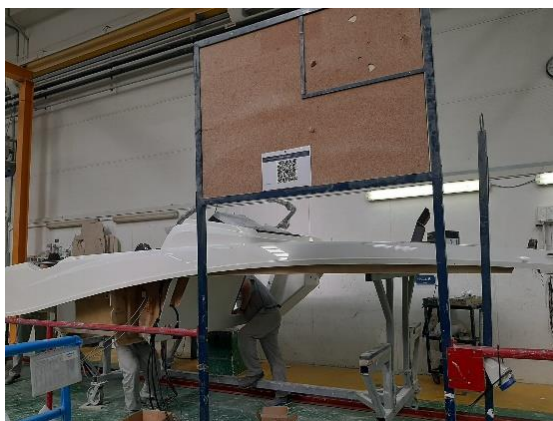


Figura 81 - QR codes na linha de montagem

Conjuntamente, os resultados do formulário da marcação e corte devem ser considerados pois é lá que se pode encontrar a causa-raiz do problema identificado mais à frente (por exemplo, se existiu dificuldade a marcar/cortar, é provável que o furo não tenha sido bem executado, tendo repercussões a nível da montagem). Neste plano deve constar também a pessoa responsável pela resolução, a data-limite para resolver o problema, e a data em que foi efetivamente resolvido. Uma outra vantagem desta análise é, no caso de o erro ter sido causado por má execução do colaborador, ser possível identificar qual o colaborador que mais necessita de apoio e formação, tomando assim medidas no sentido de alavancar o seu desempenho.

Para além do corte e montagem, foram criados ainda outros dois formulários, um para o colaborador que se dirige à linha de montagem para reparar cortes mal feitos e outro para o supervisor da manutenção de moldes. No primeiro, é possível medir a frequência com que o reparador se dirige à linha, assim como identificar que tipo de erros este vai corrigir, a fim de averiguar como é que a equipa de engenharia deve proceder para evitar reincidências. A manutenção de moldes é um processo que consiste em reparar qualquer fissura, risco ou marca de desgaste que este possa ter. Ao fazê-lo, muitas vezes as marcas de molde que auxiliam a marcação são comprometidas. O objetivo deste último *Forms* pretende registar quais as marcas de molde que foram apagadas pela manutenção e que necessitam ser revistas novamente. Para tal, no final da manutenção, o supervisor deve analisar a peça e verificar que marcas estão em falta, para que antes de o molde entrar para pintura estas sejam refeitas.

A implementação desta medida deu-se no mês de abril de 2022. A sua impregnação foi mais longa que o expectável, devido à resistência por parte dos colaboradores em utilizar esta nova ferramenta. O fluxograma acima mencionado foi apresentado aos intervenientes, assim como foi apresentado o âmbito e objetivos do projeto. Foi também realizada uma breve formação acerca da utilização do formulário, a fim de expor o tipo de informação que deveria ser reportada.

Todos os dados que resultariam deste preenchimento, para além de permitir criar um Plano de Ações, permitiria também fazer uma análise de dados através da ferramenta *PowerBI* (Figura 82). Assim, seria possível fazer o seguimento dos problemas de forma contínua e verificar a sua evolução, para que se possa verificar se as medidas tomadas estão ou não a surtir efeito.

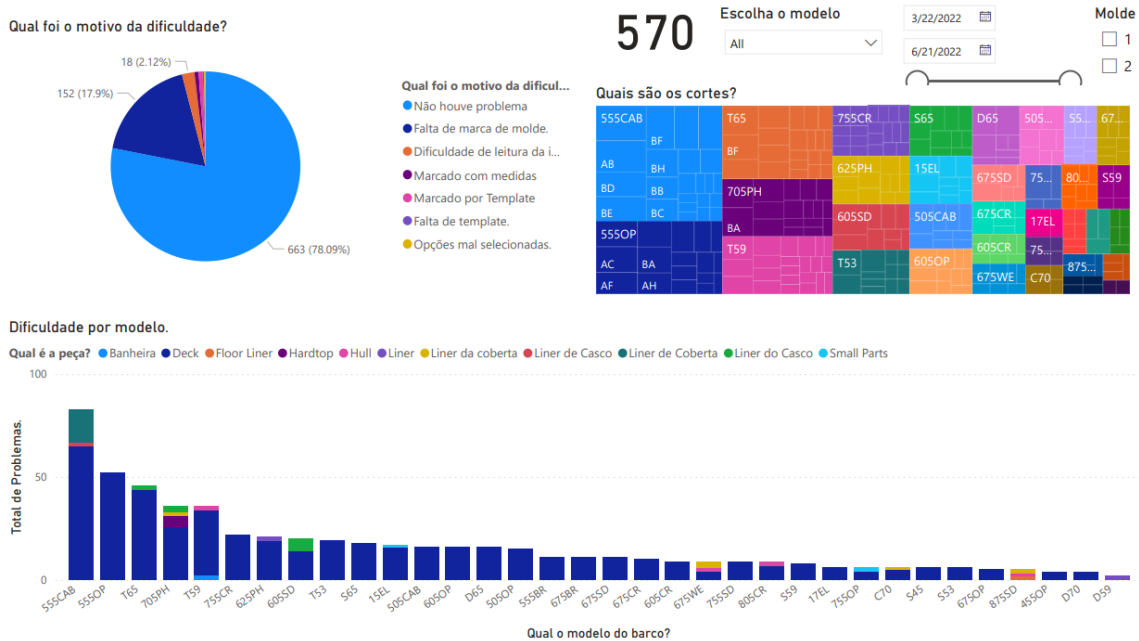


Figura 82 - *PowerBI* para análise dos dados do corte

Através do *PowerBI* criado, para além de levantar quais os problemas e dificuldades sentidas na linha, executa também o registo diário de marcação e corte. Assim, é possível calcular as taxas de produção de cada uma das peças, tornando-se uma ferramenta que auxilia o controlo da produção. Com a indicação do modelo de barco onde existiram mais dificuldades, a equipa de engenharia consegue, mais ativamente, agir sobre o problema e adaptar a solução.

### 5.2.3 Procedimento para reparações de bolhas na laminação das cobertas

Pela análise da iteração *VSM/WID* e do *KPI* da eficiência da linha conseguiu-se identificar um desbalanceamento entre postos de trabalho. No caso da laminação das cobertas, um dos motivos pelo qual isso acontecia devia-se ao tempo de ciclo do posto de marcação. Com uma duração de 50 minutos, o processo de marcação acabava por ser mais rápido que o seu antecedente e precedente, cura e *stiffen* respetivamente. Isto fazia com que os colaboradores da marcação, por vezes, esperassem até que a peça acabasse de curar e/ou gerasse à frente algum *WIP*, dado o tempo de ciclo de 104 minutos do *stiffen*.

Adicionalmente, através da análise dos defeitos apresentada na secção 4.3.2.1 e 4.3.4.2.1, conclui-se também que as bolhas provocadas na fase do *skin* eram dos problemas que mais condicionavam a linha de *P&D* em termos de tempo, pois, nesta fase, para tratar a bolha era necessário abrir a bolha, empastar, deixar secar, lixar e voltar a pintar, sendo que todo o processo requer muita minúcia e tempo.

Após algum *brainstorming* junto dos supervisores e engenheiros responsáveis pela laminação, surgiu a ideia de realizar a reparação das bolhas ainda na fase de laminação, para que as bolhas até ali criadas fossem reparadas antes de chegarem ao *P&D*. Dado os tempos de ciclo de cada um dos postos concordou-se que seria o posto de marcação a executar essa reparação. Para que este novo processo fosse implementado e acompanhado com mais rigor, foi atribuído ao supervisor da linha a responsabilidade de analisar a peça e assinalar as bolhas (Figura 83a), para que, posteriormente, os colaboradores as pudessem reparar. É mais prudente que seja o supervisor a identificar a bolha e não os colaboradores da marcação, assim impede-se o erro de ser a mesma pessoa a auditar e reparar a peça. Para além disso, também é o supervisor que detém a autoridade para alertar o *skin* no caso de os erros serem graves, o que se tornava vantajoso no sentido de proporcionar uma responsabilização imediata.

O processo é simples, consiste em fresar as bolhas com a ajuda de uma máquina (Figura 83b), lixadas e preenchidas com resina, sendo o processo consideravelmente rápido (5-7 minutos por bolha). Como existe de seguida uma outra fase de laminação (o *stiffen*), proporciona-se depois um acabamento mais adequado.



Figura 83 - Processo de reparação de bolhas na laminação

Para garantir cumprimento deste processo, foi introduzida uma folha de registo onde o supervisor regista o número de bolhas identificadas (Apêndice 9). Posteriormente, no final da reparação, cabe ao mesmo reanalisar a bolha e perceber se foi ou não reparada, só assim a peça tem a aprovação para seguir para o posto de *stiffen*.

### 5.3 Reorganização do *layout* e espaço exterior

Esta secção apresenta as propostas relacionadas com a reorganização do *layout* e espaço exterior, nomeadamente, a reconfiguração para um novo *layout* e o armazenamento em *racks*.

#### 5.3.1 Reconfiguração para um novo *layout*

Com a inauguração da nova nave, a nave 7, vai existir uma remodelação não só do *layout*, como também da localização dos postos de trabalho. Para a concretização final da disposição da fábrica forma, primeiramente consideradas várias alternativas. A seleção residiu sobre aquela que melhor correspondia aos critérios estabelecidos: linearidade do fluxo, distâncias percorridas, tempo afeto ao transporte/deslocações, abastecimento da linha e aproveitamento do espaço.

Assim, a gestão de topo e respetivos responsáveis de cada área produtiva reuniram-se a fim de averiguar as dimensões necessárias para que a produção consiga corresponder à previsão da procura dos próximos anos. Assim, e dada a disponibilidade de terreno nas proximidades, tomou-se a decisão de construir a nova nave produtiva, a nave 7.

Assim, a fim de conseguir trabalhar com mais espaço, a nave 1 e 2 será afeta unicamente à laminação e POP de cascos e cobertas, respetivamente. Aqui a organização será semelhante à da montagem, onde, de acordo com a linha a que pertencem, os barcos deverão ser laminados no corredor a ela atribuído. Assim, para além de se uniformizar a linha de trabalho, será mais fácil controlar o tempo de ciclo da linha, para que se garanta o cumprimento do *takt-time*. Apesar de a laminação idealmente ser realizado em espaços onde mais nenhum processo toma lugar, a possibilidade de o POP ser realizado noutra nave, refutaria o critério de linearidade e diminuição das distâncias/tempo percorrido. Com o POP a ser realizado na nave 7, para além de o peso até lá transportado ser elevado, existiria o retorno do carrinho do molde novamente para a entrada da nave 1 ou 2. Assim, ao invés de este retorno do carrinho ser de 120 metros (no caso de ser realizado na nave 1 e 2), passaria a ser de 240 metros. Por esse motivo, não constitui uma opção ideal.

Depois de desmoldados, os barcos seguem então para a nave 7, onde serão executadas as marcações, corte e reparações (anteriormente feitas na nave 1). Também aqui o fluxo é ditado pela linha do barco, sendo que cada barco será reparado na linha correspondente. Finalmente, os barcos seguem para a nave 3, onde o fluxo deve permanecer semelhante ao atual.

Também a secção da carpintaria alterou a sua localização. A fim de melhor cumprir o requisito de abastecimento da linha, as madeiras, espumas e plásticos que lá são cortados passaram a ser

preparados também na nave 7, paralelamente ao *P&D*. Assim, deixa de existir o constrangimento de transporte até à linha, uma vez que até agora era feito pelo interior do armazém, o que não é recomendável. Também as condições de trabalho se verão melhoradas, dado o espaço mais iluminado e com maiores dimensões.

A Figura 84b) representa aquilo que será o novo fluxo produtivo na Empresa de Barcos, contrastando-o com o fluxo anterior (Figura 84a). Com este novo *layout*, o barco passa a percorrer cerca de 480 metros, o que, comparado com os anteriores 535 metros, se reflete numa poupança de 55 metros/barco, ou seja, cerca de 10 minutos por barco transportado. Agora, a planta produtiva tem disponíveis mais 3 980 m<sup>2</sup> para conduzir as suas operações.



Figura 84 - Fluxo antigo (a) vs. Fluxo novo (b)

Adicionalmente, a nova infraestrutura promove o bem-estar dos colaboradores dado o investimento num novo e melhorado espaço de refeições, balneários, salas de reuniões e escritórios (Figura 85).



Figura 85 - Novas instalações e espaços comum

### 5.3.2 Armazenamento em *racks*

Como mencionado nas secções 4.3.2.2.1, 4.3.2.2.2 e 4.3.4.2.6 a falta de espaço era um dos maiores constrangimentos da empresa. Este problema verificava-se não só ao longo da produção, como também no armazenamento exterior de barcos terminados/bloqueados. Estes encontravam-se espalhados pelo recinto da empresa (Figura 86) e, dadas as suas dimensões, acabavam por congestionar as movimentações de empilhadores e carrinhos. Para além disso, como não cabiam no pátio todos os barcos, a empresa subcontratava os serviços de uma outra entidade que movimentava e armazenava nas suas instalações barcos prontos a enviar. Este serviço era dispendioso, e obrigava a que houvesse uma grande coordenação e dependência para com a outra empresa.



Figura 86 - Barcos Embalados no Pátio

Uma solução implementada por várias marinas e alguns dos *dealers* da empresa é o armazenamento em *racks* (Figura 87). Este tipo de armazenamento permite que seja poupado espaço, ao mesmo tempo que se cria um local seguro e protegido para manter o produto até à sua expedição (Roof & Rack Products, 2022). Para além disso, trata-se de um investimento que permitirá reduzir os serviços de transporte e aluguer de uma outra empresa, que leva e armazena os barcos nas suas instalações quando no recinto não existe espaço para tal.



Figura 87 - Armazenamento dos *dealers* da Empresa de Barcos

Como se trata de uma infraestrutura de elevado investimento, a sua implementação teria de ser cuidadosamente estudada. A equipa de gestão de topo da empresa deveria reunir juntamente com especialistas da área da engenharia civil e fornecedores da infraestrutura, para garantir que o terreno e áreas disponíveis estão aptas e são seguradas para a criação deste tipo de armazenamento.

Para viabilizar esta proposta necessário adquirir um empilhador capaz de suportar o peso do barco e com extensão suficiente para alcançar a altura pretendida (existem já empilhadores adaptados ao contexto náutico, com um preço médio na ordem dos 25 000€). Atualmente, existem diversas empresas no mercado que se dedicam a fornecer este tipo de infraestruturas e aconselham qual o tipo de *racks* que melhor se adequa. Adicionalmente, é comum fazer-se um estudo do terreno, para que se possa assegurar a viabilidade de este conseguir suportar toda a estrutura (daí a necessidade de consultar especialistas na área civil).

Posteriormente, devia tomar-se as decisões relativamente às características e dimensões das *racks*. Para cada barco existe um valor de peso, comprimento, largura e altura a considerar. No que respeita à área, devia calcular-se a que se encontra disponível para este efeito, tentando otimizá-la de forma que se armazene o número médio de barcos que se encontrem à espera de camião. Relativamente à altura, costuma variar entre três e cinco níveis de armazenamento, o que condicionava também o tipo de empilhador que devia ser utilizado (a altura máxima deve no mínimo ter menos 60 cm que a altura de elevação máxima da prateleira) (Marine Boat Rack Storage Systems, 2022).

Após uma análise das características dos modelos de barcos produzidos no que respeita ao seu comprimento, largura, altura e nível de produção, foi possível fazer uma aproximação do design de *racks* que melhor se adaptasse ao contexto da Empresa de Barcos. Dado as previsões de produção até ao ano de 2025, foi possível aferir quais os modelos de barco com maior significância. Dada a flexibilidade de tamanho de cada cabine, o ideal seria projetá-la para os barcos maiores, para que depois cada compartimento conseguisse também albergar os barcos mais pequenos. Deste modo a empresa ficaria preparada para o caso da sua realidade se voltar para a produção de barcos maiores (tendência dos últimos os anos), fazendo com que o investimento garanta e satisfaça as necessidades de longo-prazo.



Assim, cabines que consigam albergar barcos com um máximo de 8mx3,5mx9m (comprimento x largura x altura) estariam aptas para receber todos os modelos de barco, tendo de ser capazes de suportar cerca de 3 100kg.

Apesar do número de barcos que geralmente se encontravam no pátio e armazenados na empresa subcontratada ser muito variável, no pátio existia espaço para, no máximo, estarem armazenados 50 barcos. Dependendo da época do ano, o número de barcos armazenados pela empresa subcontratada, poderia variar entre os 20 e os 100 barcos. Assim, e programando para o cenário de época alta, o dimensionamento das *racks* deveria ser para 150 barcos. De forma a tornar o acesso e logística do pátio mais fácil, sugere-se a implementação de cinco *racks*, cada uma com três andares com 10 barcos. Para garantir a manobragem segura do empilhador, deveria existir um corredor de 18 metros entre *racks*, assim como um condutor experiente e apto para fazer este tipo de movimentações. Para diminuir o número de corredores necessários o ideal seria ter duas *racks* duplas (onde se armazenem barcos na zona frontal e traseira) e uma última *rack* encostada à parede.

Através do cálculo das áreas de cada componente, concluiu-se que era necessário um espaço de 3 290 m<sup>2</sup> para instalar esta infraestrutura. Por comparação com a área total do pátio, previu-se que fosse possível de executar (Figura 88). Através do contacto com um potencial fornecedor, e dada as dimensões pretendidas foi previsto um investimento de cerca de 327 480€ (IVA incluído), que contemplasse um conjunto de 20 *racks* de 4,5 metros de comprimento e 20 extensões de igual medida (NauticExpo, 2022.). Contudo, dadas o porte dos barcos produzidos, seria provável um ajuste das toneladas suportadas pela estrutura, que levarão a um aumento do preço.



Figura 88 - Área disponível para o armazenamento de barcos

A Figura 89 resulta de uma proposta de uma pequena maquete 3D de como poderia ser instalada a rack a fim de albergar todos os barcos acima mencionados.

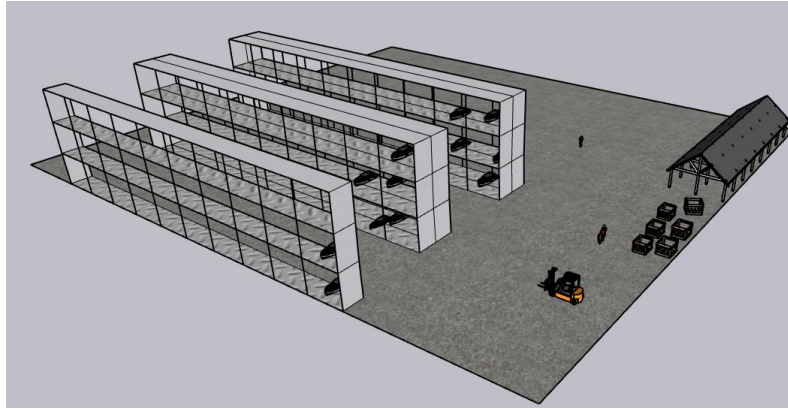


Figura 89 - Maquete 3D das *racks*

## 5.4 Propostas de investimento para redução de esperas, transportes e movimentos

Esta secção apresenta propostas que tem como objetivo a redução de alguns desperdícios como esperas, transportes e movimentos. Para tal, abordam-se investimentos em cortinas de ar e em carrinhos de transporte de material e ferramentas. Adicionalmente, estuda-se a possibilidade de restituir o turno da noite e adquirir um sistema de corredor de acesso à linha de montagem.

### 5.4.1 Aquisição de cortinas de ar

Na laminação, um dos processos que mais condicionava o fluxo é a cura das peças (secção 4.3.2.2.6). Esta cura, de forma a ser bem-sucedida, deveria ser feita sob um ambiente de temperatura controlada, livre da entrada de poeiras e agentes biológicos do exterior. O seu processo depende da quantidade de catalisador utilizado que, por sua vez, depende diretamente da temperatura. Dependendo da situação, esta quantidade varia a cada oscilação de 4C°, 2C° ou 1C° de temperatura, daí a necessidade de rigor e controlo apertado.

No verão, o calor do exterior afetava o processo de forma negativa, não só a cura, como também punha em causa o bem-estar dos colaboradores. Por esse motivo, a alternativa usada consistia num sistema de ventilação instalado no topo da nave (Figura 90), de forma a tentar estagnar a temperatura num valor apropriado. No inverno, apesar de não ser necessário recorrer às ventoinhas, também existiam dificuldades em manter os níveis de temperatura. Também a constante circulação de colaboradores e empilhadores afetava a estabilidade deste ambiente.



Figura 90 - Sistema de ventilação atual

As cortinas de ar são uma alternativa utilizada em diferentes cenários, nomeadamente armazéns, lojas, grandes superfícies e chão-de-fábrica. Com este equipamento, previnem-se as trocas de calor feitas entre o exterior e interior (quer perdas de calor no inverno, quer entrada de calor no verão). A cortina de ar poderia tornar-se um investimento que, a longo prazo, se poderia revelar viável, uma vez que promove a redução de cerca de 35% dos gastos de energia elétrica. Para além disso, esta alternativa proporciona um funcionamento de baixa manutenção, ruído e depreciação (DRD, 2022)

Estas cortinas podem ser instaladas na vertical ou horizontal junto às portas principais do espaço, havendo modelos completos ou modulares, embutidos ou pendurados na parede. A seleção da cortina deve primordialmente recair sobre as suas dimensões (Airtècnics, 2022). Para tal deve-se considerar altura de instalação e largura da porta, sendo aconselhável que a sua largura seja igual ou superior à largura da porta. Dependendo da altura a que a cortina é instalada, o fluxo de ar deve ser mais ou menos intenso, podendo o seu ângulo e velocidade se alterar conforme as necessidades. O desempenho deste equipamento será tanto maior quanto maior a sua potência, ainda assim, este pode ser comprometido no caso de o ambiente envolvente ser extremamente ventoso, húmido ou quente (Temperfenomeno-Climatização e Refrigeração, 2022) No caso da região onde opera a Empresa de Barcos não existem grandes amplitudes térmicas ou extremos climáticos, por isso uma cortina de potência intermédia será suficiente.




A eficiência da cortina será maior quando a diferença de temperatura entre o exterior e a nave for o mais ténue possível, adicionalmente a proximidade a outras portas, escadas ou elevadores deve ser evitada. No caso da Empresa de Barcos não existem escadas ou elevadores nas proximidades, apenas uma porta secundária junto a cada uma das portas principais para entrada de colaboradores.

A fim de monitorizar a temperatura no interior, a cortina de ar devia ser complementada com um acessório de controlo de temperatura. Assim, seria mais fácil ajustar o fluxo de ar de acordo com as

necessidades. Este ajuste pode ser feito através de sensores, que aumentam o fluxo quando a porta é aberta e o diminui quando esta está fechada, ou então através de um termostato que aciona o fluxo quando a temperatura do interior não corresponde ao desejado. Qualquer umas das alternativas fomenta a poupança de energia, ao mesmo tempo que garante um espaço de trabalho climatizado e protegido. Existe ainda outra consideração a ter aquando da seleção de uma cortina, a opção de aquecimento. No caso da localização da Empresa de Barcos, os invernos não são muito rigorosos, por esse motivo não será necessário selecionar a opção de aquecimento da cortina. O facto de as portas se abrirem de forma manual, e não automática, é também algo a considerar, assim como a disponibilidade de ligações à rede elétrica.

A Tabela 11 resume aquilo que são as alternativas de mercado acima mencionadas, assim como alguns requisitos básicos da Empresa de Barcos.

Tabela 11 - Alternativa de Cortinas de Ar

	Vertical	<a href="#">Horizontal</a>
Posição		
	<a href="#">Pendurada</a>	Embutida
Estrutura		
Altura da Porta	5 metros	
Largura da Porta	2 metros	
Aquecimento	Sim	<a href="#">Não</a>
Potência	<a href="#">2x240 watts</a>	<a href="#">3x240 watts</a>
Temperatura Desejada	25 graus	
	Sensores	<a href="#">Manual</a>
Abertura da Porta		
Nº de portas no redor	Duas portas para entrada de colaboradores	
Escadas/Elevador	Sim	<a href="#">Não</a>

Com a inauguração da nave 7, o *layout* da fábrica sofrerá alterações. Assim, irá existir laminação não só na nave 2, como também na nave 1. Posto isto, serão necessárias pelo menos cinco cortinas de ar, três delas com maior potência e dimensão, para a entrada e saída da nave 1 e outra para a porta que divide as duas naves, e duas mais pequenas para as entradas de colaboradores. Das opções mencionadas

acima as que estão destacadas a azul, são as que melhor correspondem às necessidades da empresa. O ideal seria adquirir três cortinas com potência de 3x240 *watts* para as portas maiores, e duas com potência de 2x240 *watts* para as mais pequenas.

Para manter cada uma destas cortinas em funcionamento durante os dias de trabalho previstos para 2022 serão necessários 218,88 kWh médios/mês (cortina maior) e 145,92 kWh médios/mês (cortina menor), o que perfaz um total de 2 626,56 kWh/ano/cortina maior e 1 751,04 kWh/ano/cortina menor. Se este valor for multiplicado pelo preço médio do kWh, calcula-se um gasto de 604 €/ano/cortina maior e 403 €/ano/cortina menor (IVA incluído), que corresponde a um total médio de 2 620 €/ano. Aconselha-se também que se adquiram dois termóstatos próprios, um para cada nave. A Tabela 12 resume os valores de aquisição e instalação médios dos equipamentos (Aval, 2022) assim como os custos anuais acima mencionados.

Tabela 12 - Investimento e Custos das Cortinas de Ar

<b>Modelo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Investimento</b>	<b>Custo Anual</b>
<b>Cortina Maior</b>	3	1 750€*3uni. = 5 250€	604€/ano*3 uni. = 1 813€
<b>Cortina Menor</b>	2	1 100€*2uni. = 2 200€	403€/ano*2 uni. = 806€
<b>Termostato</b>	2	140€*2uni. =280€	-

Através deste investimento, será então possível controlar tanto a qualidade como a duração dos tempos de cura. Assim, poderão ser estabelecidos tempos de ciclo de cura para cada uma das peças, o que promoverá um maior controlo da produção e trabalho standardizado. Adicionalmente, como referido, prevê-se que este investimento reduza em 35% os gastos em energia. Assumindo um consumo médio de 2 000€ semanais para climatização da nave e dado o investimento e respetivo custo anual, antecipa-se uma *payback* de 0,1 anos, ou seja, o investimento nas cortinas gera retorno logo nos primeiros 2 meses de funcionamento. Adicionalmente, calcula-se uma taxa interna de rentabilidade (TIR) de 840% e um valor atual líquido (VAL) positivo o que justifica a elevada viabilidade do projeto (Apêndice 10).

#### 5.4.2 Reformulação do carrinho para entrega da pick da coberta e corredor

Na fase de laminação, como mencionado existem vários momentos de chegada de *picks*, tal como descrito na secção 4.3.2.2.3 Para além da frequência de entrega não ser a mais adequada, o formato do carrinho também poderia ser melhorado. Dada a variabilidade de materiais transportados não era muito fácil acondicioná-los todos no mesmo carrinho, por esse motivo, às vezes, quando o empilhador passava deixava cair as espumas que transportava. Assim, propõe-se que seja feita uma reformulação do *design* desses carrinhos.

Esta reformulação deverá ser feita com o apoio da equipa da carpintaria e armazém, a fim de perceber a viabilidade de acondicionamento e transporte das peças. Uma possibilidade para este novo carrinho passa por adicionar aos carrinhos existentes um suporte lateral destinado às espumas, facilitando assim seu transporte e armazenamento, evitando quedas. Este suporte deve ser capaz de se adaptar aos diferentes tamanhos das espumas, facilitando o seu encaixe, por isso a existência de umas dobradiças é essencial. Um protótipo desse carrinho encontra-se descrito na Figura 91. O material selecionado para a sua construção deve ser resistente dado que se encontrará em ambientes de laminação, assim propõem-se o ferro como matéria-prima, dada a sua durabilidade e versatilidade.

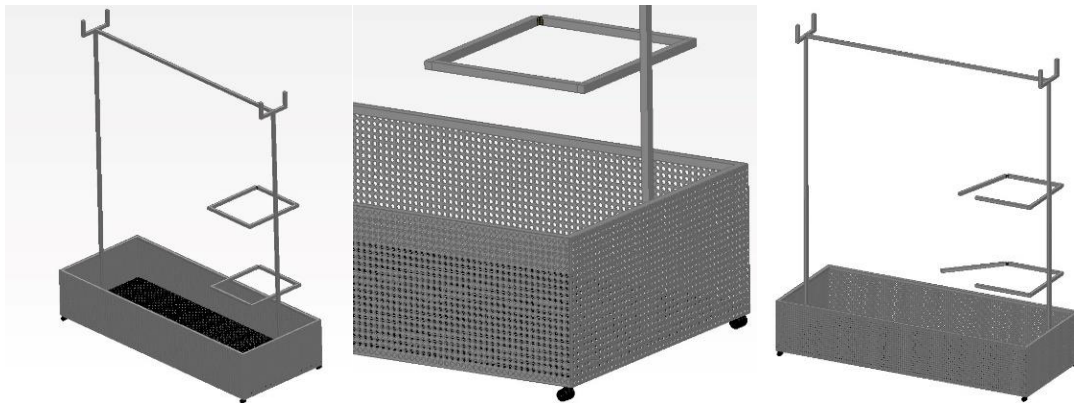


Figura 91 - Protótipo do novo carrinho para a laminação

Para este suporte, dado as suas dimensões serão necessárias, aproximadamente 16.8 m de ferro, cujo custo ronda os 21€ (ao qual acresce uma taxa de IVA) (Anexo 2), mais duas dobradiças (5€/unidade), perfazendo um total de 31€/carrinho. Se este carrinho for produzido pela serralharia interna da empresa, irá demorar cerca de 8 horas/carrinho a ser fabricado, o que corresponde a um custo de mão-de-obra de 240€/carrinho. Assim, este suporte deverá ter um custo aproximado de 261€. Apesar de não ser possível contabilizar o retorno em termos monetários, este traduz-se num transporte e acondicionamento mais facilitado, prevenindo paragens durante o transporte e perdas de material durante a laminação.

Para além disso, seria facilitador de movimentação de peças se corredores para as rodas fossem implementados ao longo da linha, tal como acontece na montagem (Figura 92). Estes suportes, para além de auxiliar o movimento do barco, garantem a localização física de cada um deles e o conceito de produção puxada, impedindo que haja acumulação de barcos nos postos de trabalho e um fluxo confuso dentro da nave.



Figura 92 - Suporte para o transporte de barcos na montagem

Dado as dimensões da linha de laminação (80 metros/linha), e considerando o ferro novamente como o material mais viável foi calculado o preço aproximando deste investimento. Dadas as características necessárias, foi selecionado uma calha de 150x50x3,2 mm<sup>3</sup>, cujo preço por kg é de 2.034€, sendo que um metro deste material pesa cerca de 5.65kg (Anexo 3). Assim, dadas as quantidades necessárias, estima-se um investimento de 920€/linha (ao qual deverá acrescer IVA) em matéria-prima, ao qual se adiciona um valor de 2 000€ relativos ao transporte e mão-de-obra necessárias. Considerando que, com a reconfiguração do *layout* se prevê a existência de 8 linhas de laminação, este orçamento sobe para 9 360€.

O retorno desta proposta passará por melhorias nas condições de trabalhado, uma vez que será mais fácil para os colaboradores empurrarem as peças para o seguinte posto de trabalho. Assim, a anteriores 10% médios de desperdício associado à movimentação de barcos (identificados na secção 4.3.2) deverá reduzir-se, aproximando-se de um valor nulo. Adicionalmente, esta melhoria deverá promover a produção *pull*, um dos objetivos da empresa e do *Lean Thinking*.

#### 5.4.3 Introdução de um carrinho de ferramentas para abastecimento da linha de montagem

Como mencionando na secção 4.2.3.2.7, o processo de distribuição de ferramentas na montagem deve ser alvo de melhorias, uma vez que consome recursos que não refletem um aumento de produtividade. Assim, a fim de eliminar os 100 minutos perdidos por dia, propôs-se implementar uma alternativa que consiste em introduzir um carrinho em cada linha, e apontar um colaborador responsável por, no início e final de turno, distribuir e recolher todas as ferramentas necessárias.

Para implementação desta medida deve-se, primeiramente, recolher informação acerca da quantidade e dimensões de todas as ferramentas a utilizar em cada posto de trabalho de cada linha de montagem. Dada esta informação, é possível desenvolver um *design* que se adapte às necessidades, ao mesmo

tempo que facilita o transporte ao longo da linha, dadas as restrições de espaço. Um possível exemplo de estrutura apresenta-se na Figura 93.



Figura 93 - Proposta de design para o carrinho de distribuição de ferramentas (montagem)

Assumindo que este carrinho pode ser produzido internamente, prevê-se um custo de 500€/carrinho (Kaiserkraft,2022). Para assegurar o sucesso do projeto, recomenda-se a introdução do carrinho primeiramente, numa só linha, a fim de verificar em que medida este tem o impacto esperado na eficiência e, antecipar quaisquer pontos que se possam melhorar antes de expandir a sua utilização. Assim, fazer os ajustes necessários do ponto de vista do *design* e distribuição, e averiguar qual a viabilidade e proporções dos ganhos no ponto de vista do arranque de turno e tempo disponível para produzir.

#### 5.4.4 Restituição do turno da noite

Uma vez que o turno da manhã é o mais produtivo, uma forma de potenciar ainda mais o seu desempenho seria tornar o arranque de turno mais imediato. Como mencionado, todas as manhãs eram alocados cerca de 15 minutos à limpeza e calibração das pistolas, tempo que era gasto, mas que não acrescentava valor (secção 4.3.2.2.4). Esta proposta de melhoria passa por alocar três colaboradores que, no horário das 22:30h até às 6:30h, se encarregassem de limpar o espaço de trabalho, assim como as pistolas, assegurando a sua calibração. Assim, não necessitando de novas contratações, este turno da noite não constitui nenhuma adição ao orçamento da empresa. Como consequência, o arranque da produção seria suavizado, assim como seriam evitadas paragens para limpeza do espaço, nomeadamente do cartão que protege o chão da fibra. No final, esta perda de três colaboradores a laminar no turno da manhã, deverá ser justificável através de aumento de tempo dedicado a acrescentar valor ao produto, e uma diminuição dos tempos não-produtivos.



#### 5.4.5 Sistema de corredor de acesso à linha de montagem

A proposta para resolver o problema enunciado na secção 4.3.4.2.5 relaciona-se com possibilidade de adquirir um tipo diferente de escadas. Dado o difícil acesso aos barcos na montagem, e constante utilização das escadas, apresenta-se uma alternativa ao sistema existente. Tratar-se-ia de um conjunto de escada (Figura 94), como um corredor, cuja altura deve ser equivalente à dos barcos. Com dois acessos em cada extremidade, esta escada permite que o supervisor se desloque mais facilmente na linha, e tenha uma melhor perceção daquilo que está a acontecer.



Figura 94 - Exemplo do modelo da escada a adquirir

Para além disso, facilitaria o trabalho do colaborador, já que se tornaria uma base mais segura para subir e descer do barco. Uma valência extra destas escadas poderia ser introduzir as caixas de ferramentas nas suas grades, de acordo com os postos de trabalho, de forma a tornar o acesso a elas mais ágil. Estes corredores poderiam ser partilhados por linha, entre linha A e B e C e D. Assim, as primeiras deveriam ter uma altura de 1,00 metros e as outras, cerca de 1,20 metros. No que respeita ao comprimento deveria haver uma escada única entre os postos de *Open Deck/ Open Hull* perfazendo um total de 30 metros (28 metros de extensão e 2 metros para as escadas) e uma largura de 1 metro. O espaço ocupado por esta aproximar-se-ia então dos 30 m<sup>2</sup>. Dado que a fase de União não implica o aceso ao interior do barco, não se justifica a utilização de escada. Contudo, para as fases sucessivas seria importante adquirir dois corredores distintos, um partilhado pelas fases de Final 1, Final 2 e Reparações, terminando com outro para os Testes de Água e Embalamento. Assim, seria suficiente um corredor com as dimensões semelhantes ao anterior (30 metros x 1 metro x 1,00/1,20 metros) e um outro menor (17 metros x 1 metro x 1,00/1,20 metros).

Novamente, como se trata de um projeto de grande envergadura e um investimento que se estima significativo, será imperativo o envolvimento da gestão de topo e de equipas especializadas neste tipo de serviços.

Apesar de constituir um espaço físico em constante ocupação, estes corredores permitirão que os colaboradores subam e desçam constantemente as escadas, e se sintam mais seguros durante o acesso ao interior do barco.

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados das melhorias anteriormente propostas. Para além dos resultados reais apurados, através das medidas que foram implementadas, são também analisados os potenciais resultados das melhorias que não tiveram oportunidade de o ser.

### 6.1 Melhorias de Processo

A seguinte análise de resultados refere-se às melhorias que foram alcançadas através de propostas ligadas aos princípios de melhoria contínua e padronização do trabalho. Estas tiveram especial impacto na secção de corte e *P&D*.

#### 6.1.1 Melhorias na secção do Corte

Como mencionado, através da implementação do procedimento de preenchimento dos formulários a preencher pela equipa de marcação, corte e montagem (secção 5.2.b) foi possível criar um plano de ações. Assim, foi criada uma lista de prioridades, ações e procedimentos a considerar a fim de resolver os problemas levantados pela linha (Apêndice 11). Este plano, para surtir os efeitos desejados, deve ser seguido com rigor, considerando as suas datas de resolução e pessoas responsáveis.

Após implementação da medida foram considerados os cinco meses subsequentes para fazer uma análise global aos registos das dificuldades da marcação/corte (Figura 95).

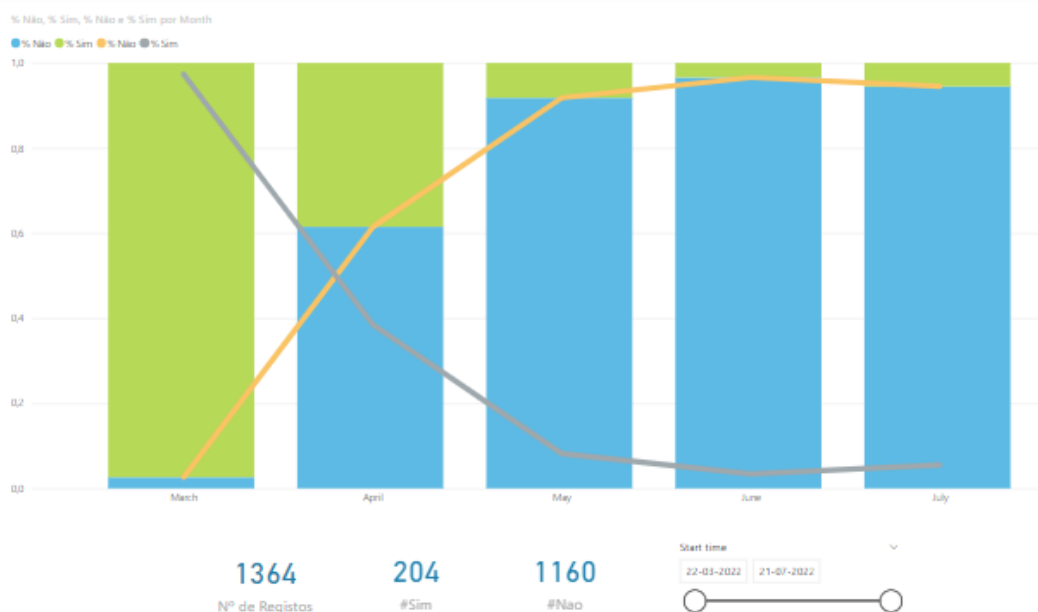


Figura 95 - Registo das dificuldades de marcação/corte

Assim, foi possível concluir que houve uma redução do número de dificuldades a serem reportados, refletindo-se o contrário no aumento do número de registos onde não houve dificuldades. Isto apenas se verificou porque, à medida que eram registadas dificuldades, a equipa de Engenharia de Processo se dirigia aos moldes e reforçava ou reparava as marcas de molde em falta. Estes resultados tiveram também repercussões a nível da montagem, onde se verificou igualmente uma diminuição no que respeita as dificuldades provocadas por furações erradas (Figura 96).

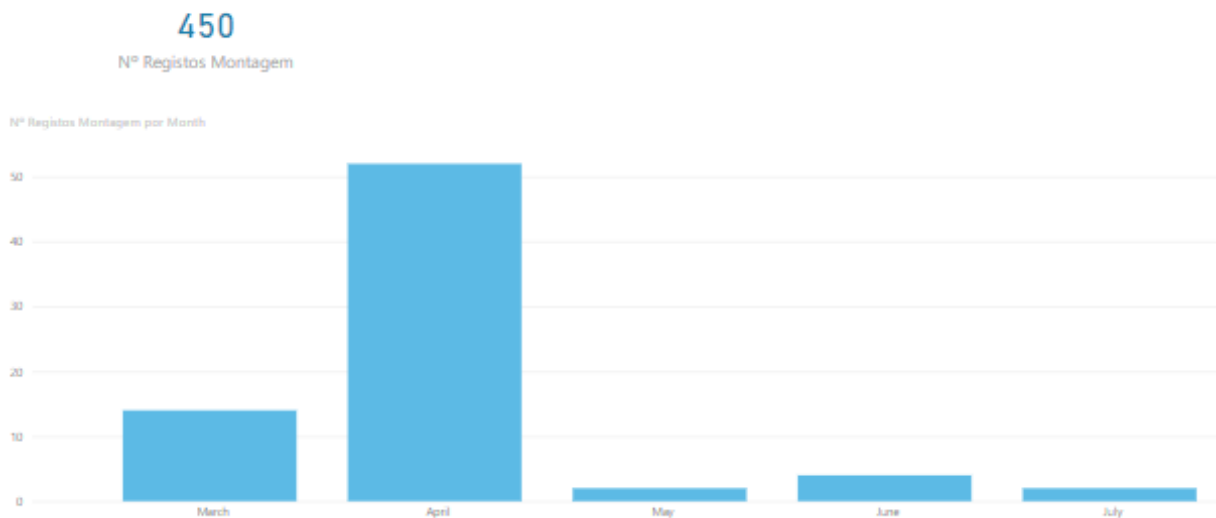


Figura 96 - Registo das dificuldades de montagem

Com este acompanhamento regular, o Plano de Ações (Apêndice 11) foi sendo alimentado com as novas dificuldades introduzidas, dando por concluídas aquelas que ia sendo trabalhadas e ultrapassadas.

Esta medida, para além das implicações a nível da qualidade do produto, é muito importante a fim de tornar o fluxo de informação cada vez mais digital. Numa empresa onde todos os processos têm uma componente manual substancial, esta inserção de práticas mais orientadas para a informatização e fluxo contínuo foi relevante no sentido de preparar os colaboradores para o futuro cada vez mais digital e automatizado da indústria.

Adicionalmente, é expectável que, no longo-prazo, todos os moldes estejam marcados, e haja uma equipa encarregue da sua reparação contínua. Quando isso acontecer, poderá ser possível eliminar todos os *templates* em madeira existentes que auxiliavam a marcação. Assim, para além de criar espaço, o processo de marcação será agilizado, visto não ser necessário recorrer aos *templates*, eliminando o tempo que agora se consome à sua procura.

### 6.1.2 Diminuição do número de bolhas a reparar no P&D

O processo implementado com o intuito de diminuir o número de bolhas detetado durante a fase de P&D também mostrou ser uma mais-valia. Apesar de acrescentar cerca de cinco minutos por bolha detetada na fase de marcação para *stiffen*, esta melhoria veio reduzir em cerca de 20% o número de bolhas reparadas no P&D, por barco (Figura 96). Adicionalmente, se comparado um total de barcos semelhante, antes e depois do ajuste do processo, esta redução alcança os 30,52% (Figura 97).

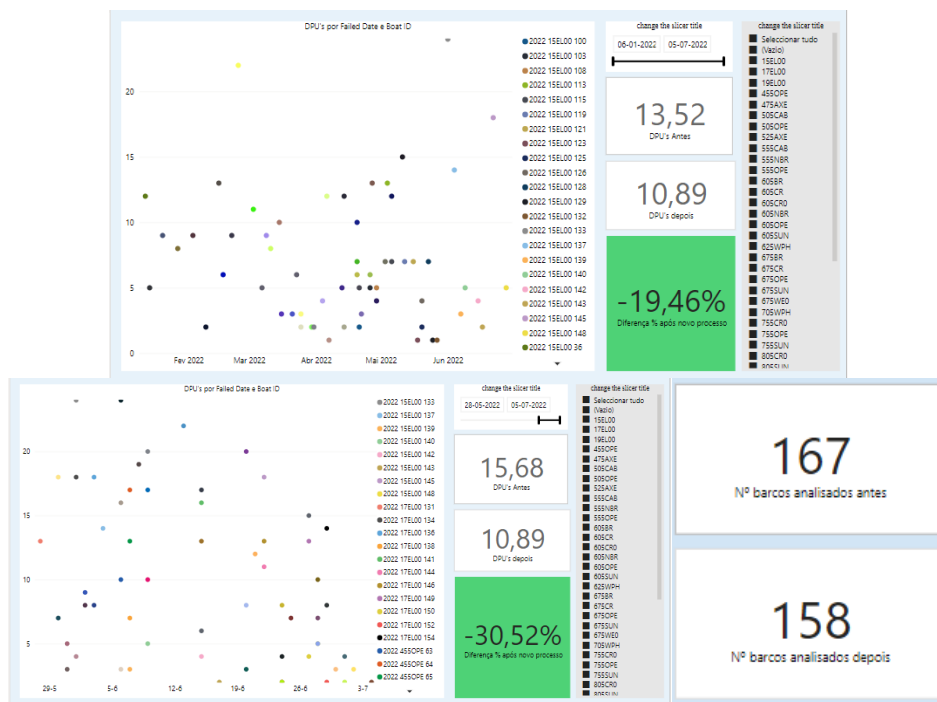


Figura 97 - Impacto percentual da melhoria no nº de bolhas

Com esta medida, o retrabalho e tempo a ele afeto diminui, fazendo com que a reparação da bolha seja feita de forma mais imediata. Assim, para além da agilização da linha, promove-se um melhor acabamento da peça em termos de qualidade e aspeto visual. É no P&D onde esta medida deverá surtir efeitos mais positivos, nomeadamente no seu tempo de ciclo. Neste momento esse valor ronda os 88 minutos, que, com esta redução poderá baixar cerca de 20 minutos por barco. Assim, quando a empresa atingir o objetivo de produção de 16 barcos/diários esta poupança corresponderá a 320 minutos/dia (5,3 horas), que, dado o número de colaboradores do P&D, se reflete numa poupança de  $30 \text{ colaboradores} \times 30\text{€}/\text{h.h} \times 5,3 \text{ horas} = 4\,770 \text{ €/dia}$ .

Como referido, o facto de haver uma responsabilidade imediata da equipa que provocou a bolha, será mais fácil identificar e providenciar formação às pessoas mais necessitadas, tornando a mão-de-obra mais qualificada. Apesar de esta melhoria ter sido apenas introduzida na linha das cobertas, seria positivo estendê-la aos *liners* e cascos, onde o número de bolhas atinge também valores significativos.

## 6.2 Aumento do tempo disponível para acrescentar valor

As propostas 5.4.3 e 5.4.4 tem implicações a nível dos custos associados à mão-de-obra, mas também numa perspetiva de eficiência e fluxo da linha, nomeadamente no tempo disponível para acrescentar valor.

Como mencionado, tanto na laminação como na montagem, os arranques de turno são elementos críticos. Para a laminação, com a introdução do turno da noite comprova-se que o turno da manhã tem agora mais 30 minutos por dia disponíveis para acrescentar valor ao produto, dado que iniciam o seu dia de trabalho com as pistolas já calibradas e não tem de fazer paragens para trocar o cartão que protege o chão, uma vez que tudo isto foi já realizado pelo turno da noite.

Este turno da noite não é constituído por novas contratações, mas sim por colaboradores do turno da manhã, alocados a este novo horário. Assim, ao invés dos 51 colaboradores, existem 48 colaboradores no turno da manhã, e três no turno da noite. Dado o custo de mão-de-hora, é possível efetuar os cálculos referidos na Tabela 13.

Tabela 13 - Impacto da melhoria da restituição do terceiro turno

<b>Custo da Mão-de-Obra</b>	<b>30€/hora.homem</b>
<b>Nº Colaboradores T1</b>	48 colaboradores
<b>Nº Colaboradores T3</b>	3 colaboradores
<b>Tempo ganho</b>	15 minutos em 8 horas de trabalho
<b>Tempo Ganho T2</b>	48 colab. * 30min= 24 horas
<b>Tempo alocado ao T3</b>	3 colab. * 8h = 24 horas
<b>Poupança T2</b>	48 colab. * 30€/h * 0,5min. = <b>720€/dia</b>
<b>Balanco</b>	24 horas – 24 horas= <b>0 horas</b>

Através dos cálculos é possível provar que esta medida tem efeitos positivos do ponto de vista monetário, já que se verifica uma poupança de 720€/dia. Em termos de horas, o balanço global prova que, apesar de se perder os três colaboradores, o ganho de 30 minutos compensa essa perda. Assim, o turno da manhã torna-se mais produtivo, com menos paragens e esperas, promovendo a sua eficiência.

No caso da montagem, a medida que pretende alavancar o arranque de turno é a que se relaciona com a introdução de um carrinho por linhas (secção 5.4 d). Apesar de não ter sido ainda implementada, prevê-se que esta medida consiga poupar cerca de 25 minutos em cada turno, que, dado o custo da mão-de-obra, em termos monetários corresponde a 2 694€/dia. A Tabela 14 seguinte faz uma análise comparativa entre o cenário atual e aquele que surge da inserção deste carrinho.

Tabela 14 - Impacto da melhoria da introdução do carrinho da linha de montagem

<b>Custo do cenário sem carrinho</b>	219 colab. * 30€/h/colab. * 0,83h = 5 453€/dia
<b>Custo do cenário com carrinho</b>	219 colab. * 30€/h/colab. * 0,41h = 2 693€/dia
<b>Poupança</b>	5 453€ - 2 693€= <b>2 759€/dia</b>

Apesar de não haver ainda valores relativos aos custos de cada carrinho, sendo algo que será produzido internamente e que não necessita de muita manutenção, a poupança gerada irá certamente cobrir o gasto a eles associados. Assim, para além de cada colaborador recuperar cerca de 25 minutos de trabalho produtivo, existe uma diminuição do número de movimentos de pessoas e transporte de materiais, assim como de esperas, o que impulsionada a eficiência da linha e taxa de utilização de mão-de-obra.

Como mencionado, um dos problemas desta linha diz respeito à falta de limpeza, parte dela provocada pela instalação dos *liners* na fase de *Open Hull*. Um novo processo passa por fazer esta instalação antes do barco entrar para a linha, evitando sujá-la. Tanto esta medida, como a da restituição do turno da noite tem como objetivo promover uma cultura de limpeza que a empresa tem ainda alguma dificuldade em manter, mas que tenta introduzi-la como prática fulcral dos seus colaborardes. Pretende-se que a limpeza e o asseio sejam vistos não como uma obrigação, mas sim como uma componente primária do conteúdo de trabalho de cada posto.

### **6.3 Melhoria de ocupação do espaço, redução dos transportes e melhores condições ergonómicas**

Apesar de apenas se tornar 100% operacional em 2023, com a inauguração da nave 7 e remodelação do *layout* existirá um ganho não só na perspetiva de espaço disponível, mas também movimentos e distâncias percorridas.

Como mencionado na secção 5.3, existe uma poupança de 55 metros/barco percorridos, que corresponde a uma redução de 11% na distância que cada barco percorre. Adicionalmente, com esta expansão de 3 980 m<sup>2</sup> de área, que corresponde a um aumento de 40% de espaço disponível, será agora possível atingir os ambiciosos objetivos de produção (16 barcos/dia) considerando um aumento da capacidade produtiva da fábrica de cerca de 33%.

Com esta alternativa de *layout* e padrões de produção, ao final de um dia, ter-se-ão reduzido 880 metros percorridos. Considerando que, em média, são necessários três colaboradores para movimentar um barco, esta melhoria representa uma poupança de 240 euros/dia, como apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Poupança associada à reconfiguração do novo *layout*

<b>Redução de metros percorridos</b>	55 metros/barco * 16 barcos/dia= <b>880 metros/dia</b>
<b>Redução do tempo de deslocação</b>	10 minutos/ barco * 16 barcos/dia = <b>160 minutos</b>
<b>Custo mão-de-obra</b>	30€/hora.homem
<b>Poupança</b>	160 minutos * 30€/h.h * 3 colaboradores = <b>240 €/dia</b>

Embora nem todas as medidas propostas tenham sido consideradas, é possível extrapolar aquilo que seriam os ganhos provenientes da sua implementação. No caso da adoção do sistema de armazenamento em *racks*, apesar do elevado investimento, esta proposta apresenta uma alternativa viável a longo-prazo. Com esta infraestrutura, a Empresa de Barcos poderá renegociar o contrato com a empresa subcontratada encarregue do transporte e armazenamento de barcos, eliminando a parcela que corresponde ao armazenamento. Assim, para além de reduzir os desperdícios associados a transporte, reduz-se também o elevado custo monetário a ele associado.

As cortinas de ar constituem também um investimento estruturado, mas com resultados visíveis num horizonte próximo (*payback* de 0.1 anos). Ao permitirem controlar os níveis de temperatura a Empresa de Barcos poderá mais facilmente estabelecer tempos de cura *standard* para cada modelo de barco, superando alguma da variabilidade sentida na linha. Adicionalmente, existirá um maior nível de qualidade na cura, o que resultará numa peça também ela com mais qualidade. Com as cortinas, o ambiente de trabalho tornar-se-á mais seguro e agradável para os colaboradores ao longo do ano. Para alavancar ainda mais esta proposta, existe o já programado investimento em painéis fotovoltaicos, que permitirá cobrir parte do consumo de energia elétrica destes aparelhos, tornando-os numa alternativa sustentável.

A *pick* por estação na laminação seria uma alternativa interessante, pois, para além de aumentar o espaço disponível para facilitar os movimentos, promoveria um abastecimento *just-in-time*, e, portanto, mais alinhada com a filosofia *Lean*. Adicionalmente, esta intervenção evitaria que algumas das madeiras e espumas mais pequenas se perdessem no processo de transporte entre postos de trabalho, evitando também confusões sobre a qual deles cada material pertence.

Com o investimento das calhas de ferro, prevê-se uma redução de 10% de desperdício de movimentos, o que, dado o número de colabores corresponde a uma poupança diária de 1 128€ (Tabela 16).

Tabela 16 - Poupança associada ao investimento numa calha de transporte (laminação)

<b>Aumento do tempo produtivo</b>	10% = 48min./dia/colaborador
<b>Custo mão-de-obra</b>	30€/hora.homem
<b>Poupança</b>	48 minutos * 30€/h.h * 47colaboradores = <b>1 128 €/dia</b>



Dado o custo de 9 360€ euros, com esta poupança diária, o retorno deste investimento alcançado logo no seu primeiro ano, revelando-se uma mais-valia para a empresa.

Com a proposta das novas escadas, as principais melhorias seriam do ponto de vista ergonómico, uma vez que evitaria que os colaboradores andassem constantemente a subir e descer escadas, facilitando as suas deslocações. O mesmo se pode aplicar aos supervisores e chefes de equipa, que mais facilmente iriam acompanhar o trabalho executado na linha, tendo uma visão mais ampla de todo o processo produtivo. Adicionalmente, os 4% de movimentos identificados durante a análise-multi-momento associados ao acesso aos barcos poderia ser anulado com esta proposta. Assim, cada colaborador poderá acrescentar 20 minutos de valor ao produto, que corresponde a um ganho de 800€/dia (Tabela 17).

Tabela 17 - Poupança associada ao investimento num sistema de corredores na linha de montagem

<b>Aumento do tempo produtivo</b>	4% = 10min./dia/colaborador
<b>Custo mão-de-obra</b>	30€/hora.homem
<b>Poupança</b>	10 minutos * 30€/h.h * 20colab/linha * 4 linhas = <b>800€/dia</b>

#### 6.4 Melhorias na produtividade

Dado o número de dias trabalhados em cada mês e o número de barcos produzidos, foi possível calcular o número médio de barcos produzidos por dia para os anos de 2021 e 2022 (Figura 98).

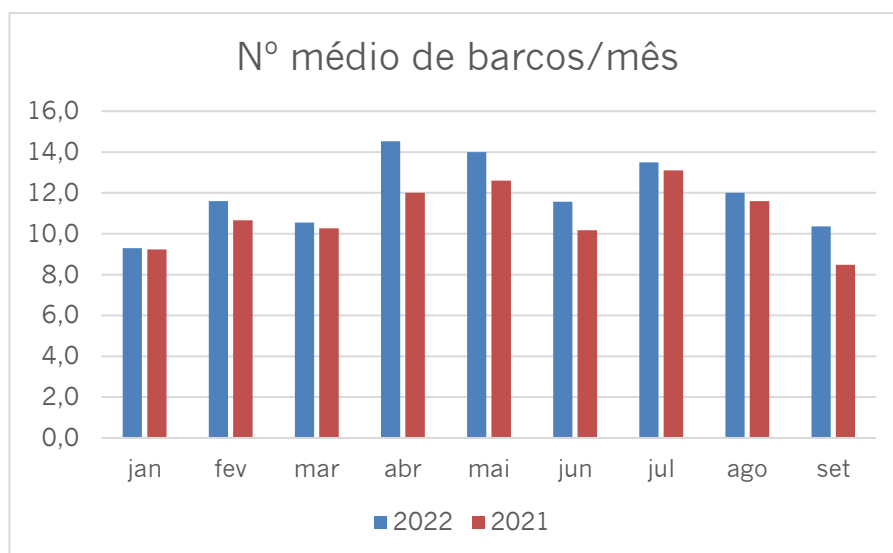


Figura 98 - Nº médio de barcos produzidos por mês (2022 vs 2021)

Embora não seja possível estabelecer uma tendência de produção para 2022, destaca-se o aumento no número de barcos produzidos entre os meses de março e abril (cerca de 38%). este aumento coincide com os meses em que as propostas de rastreamento de problemas de corte e reparação de bolhas (secção 5.2) foram implementadas, sendo, por isso, um dos motivos justificativos para tal. Nos meses

posteriores, apesar da quebra do mês de junho, o nível de produção adequou-se à procura, permitindo que os objetivos produtivos fossem atingidos.

Face ao ano passado, a produção do ano 2022 apresenta-se superior em cerca de 6%, o que representa não só um aumento da procura por parte do cliente, mas também uma melhoria constante nas condições produtivas, que representaram aumentos de eficiência, qualidade e bem-estar dos colaboradores. Para que se possam atingir os 16 barcos/dia é verdadeiramente imperativa a completa reformulação do *layout* que, embora já iniciada, não manifesta ainda as melhorias pretendidas na capacidade produtiva.

## 6.5 Síntese de resultados das propostas apresentadas

A Tabela 18 assimila todos os custos e ganhos monetários que advêm de cada uma das propostas apresentadas nas secções anteriores. Assim, é possível evidenciar as mais-valias possíveis e alcançadas, não só numa perspetiva de produtividade, como também económica.

Tabela 18 - Síntese de resultados das propostas apresentadas

<b>Proposta</b>	<b>Investimento</b>	<b>Ganho</b>
<b>Identificação de dificuldades e rastreamento de problemas (<i>Forms</i>)</b>	0 €	- 95% de dificuldade a cortar peças - 94% de problemas de montagem relacionados com corte
<b>Reparações de bolhas na laminação das cobertas</b>	0 €	- 30,52% de bolhas detetadas no <i>P&amp;D</i> Poupança de 4 770€/dia
<b>Reconfiguração do <i>layout</i></b>	-	- 11% distância percorrida/barco + 33% de capacidade produtiva Poupança de 240€/dia
<b>Armazenamento em <i>racks</i></b>	327 480€	Redução dos custos de subcontratação
<b>Aquisição de cortinas de ar</b>	7 730€	Poupança de 35% dos gastos de energia (67 600€/ano)
<b>Reformulação do carrinho para entrega da <i>pick</i> da coberta e corredor de movimentação</b>	261€/carrinho + 9 360€	Agilização do transporte de espuma Poupança de 1 128€/dia
<b>Carrinho de ferramentas para abastecimento da linha de montagem</b>	500€/carrinho	Poupança de 2 759€/dia
<b>Restituição do turno da noite</b>	0 €	+ 24h disponíveis para produzir Poupança de 720€/dia
<b>Sistema de corredores de acesso à linha de montagem</b>	-	Melhores condições de acesso e de controlo da produção Poupança de 800€/dia
<b>Nível de produção 6% superior face ao ano 2021</b>		

## 7. CONCLUSÃO

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões e aprendizagens que foram retiradas ao longo do desenvolvimento desta dissertação, assim como se mencionam algumas propostas a realizar no futuro para o sucesso da empresa.

### 7.1 Considerações Finais

Este projeto desenvolveu-se entre os meses de fevereiro e julho de 2022, numa empresa de produção de barcos de lazer. O objetivo era aplicar ferramentas de *Lean Thinking* a fim de averiguar o tempo-padrão do processo de laminação e montagem, assim como propor melhorias que impactassem positivamente o fluxo produtivo. Com esta dissertação foi possível aplicar vários dos conceitos apresentados em contexto académico no chão-de-fábrica, moldando-os à realidade da indústria em questão.

Para tal foi essencial fazer uma análise geral do processo produtivo, de forma a recolher informação acerca do conteúdo de cada posto de trabalho. Através da observação intensiva às diferentes naves, foi possível criar diagramas *VSM-WIP* e concluir que o elevado tempo de ciclo dificulta a satisfação da procura. Adicionalmente, o nível de *WIP* e desbalanceamento entre postos de trabalho dificulta a fluidez e eficiência do processo. A falta de padronização e existência de desperdícios como movimentos, transporte e esperas, são algumas das razões pelas quais a empresa enfrenta determinadas adversidades. Pela análise de *Borg*, conclui-se também que os colaboradores afetos ao transporte dos moldes percecionam um nível de esforço ligeiramente elevado, e que sentem já algum impacto no que respeita a lesões músculo-esqueléticas, principalmente os colaboradores mais velhos.

Alinhada com esta análise foram propostas e implantadas algumas melhorias com vista a agilizar a produção, criando processos que permitiram melhorar não só o fluxo produtivo como também de informação. Exemplo disso foram os questionários rápidos a preencher pelas equipas de corte e montagem. Para além de registar as peças produzidas, estes levantam todos os problemas que geraram congestionamentos da linha, prevenindo a sua reincidência. Assim, para além de evitar o retrabalho, esta medida impulsiona o registo informático, e, a longo-prazo, deverá diminuir o tempo de ciclo dos postos de marcação, corte e de algumas fases da montagem.

A introdução do novo processo de reparação de bolhas permitiu novamente reduzir o retrabalho nas fases de *P&D*, aproximando um pouco mais a qualidade do produto final da excelência pretendida. A

renovação do *layout*, para além de providenciar o espaço para que a empresa consiga cumprir com os objetivos do mercado (16 barcos/dia), reduz as distâncias percorridas, tornando o fluxo mais coerente e adequado ao processo. Adicionalmente, as novas instalações proporcionam aos seus colaboradores um espaço agradável e confortável para passarem as suas pausas e horas de refeição.

De algumas das alternativas estudadas, foi possível tirar conclusões numa perspetiva monetária. No caso da renovação do turno da noite e inserção de um carrinho de ferramentas por linhas, ambas se mostraram rentáveis, com um aumento de horas disponíveis para acrescentar valor, e consequentemente, um balanço económico positivo. Como mencionado, a cultura de limpeza é fulcral na empresa, pois, para além de tornar o espaço mais funcional, tem também impacto na apresentação do produto final. Por esse motivo, algumas das medidas visam a limpeza, fator que será sempre considerado em qualquer mudança que surja no futuro.

A criação do armazenamento em *racks*, apresenta viabilidade, apesar de o projeto ter de ser aprofundado. Para além de poupar na subcontratação, a empresa de barcos poderá mais facilmente controlar os seus níveis de *stock* e seguir mais de perto a sua expedição. As cortinas de ar demonstraram ser também um investimento facilmente recuperável no médio-prazo, contribuindo para um melhor acompanhamento das peças em cura, não só numa perspetiva de qualidade, como de padronização e controlo de tempos.

Um dos principais fatores que despertaram dificuldades no desenvolvimento da dissertação relacionaram-se com a elevada duração e trabalho manual em cada posto de trabalho. O período de averiguação das *standard hours* revelou-se ser mais longo que o inicialmente expectável, o que comprometeu a implementação das medidas de melhoria. Ainda assim, este trabalho intensivo no campo foi essencial para perceber como funcionam todos os processos, permitindo um maior envolvimento com equipas e adoção de uma diferente perspetiva. Também a resistência à mudança e *mindset* dos colaboradores foram um desafio, dificultando e adiando a concretização das medidas propostas. Contudo, existem esforços no sentido de quebrar estas barreiras de estagnação, impulsionando a inovação e intervenção de todos, como uma equipa.

## **7.2 Trabalho Futuro**

Como mencionado, nem todas as propostas tiveram a oportunidade de ser implementadas, algumas delas por falta de tempo, e outras por necessitarem de um estudo mais aprofundado e elevado investimento. Assim, sugere-se que para o futuro a Empresa de Barcos direcione esforços e fundos para

o investimento na alternativa do armazenamento em *racks* e cortinas de ar. Apesar de serem apresentados possíveis valores de investimento, seria importante contactar diferentes fornecedores e perceber que outras características poderiam beneficiar a realidade da empresa.

Apesar de não ter sido abordada, existe uma alternativa à laminação manual, a infusão a vácuo. Esta consiste em transferir a resina diretamente para um molde fechado por intermédio de uma mangueira. Com este método garante-se um maior controlo sobre o processo, sendo possível tornar a produção mais rápida, com laminados mais resistentes, uniformes, leves (pois não usa tanta madeira), reduzindo a probabilidade de criar bolhas e reduzindo o desperdício de fibra (Riche et al., 2009). Desta forma, a Empresa de Barcos poderia explorar esta alternativa, nomeadamente no processo de laminação das *Small Parts*.

Para além disso, para que a Empresa caminhe em direção à referida Indústria 5.0 é essencial a aposta na digitalização que, por um lado, irá assegurar o alicerce da automação dos processos, ao mesmo tempo que coloca o colaborador no centro, providenciando-lhe melhores condições de trabalho, de menor esforço físico e maior segurança. O seguimento de problemas de corte através do *Power BI* é já um passo que aproxima a empresa desta realidade, ainda assim existem ainda muitas outras alternativas a explorar e implementar, permitindo uma maior interligação entre as diferentes etapas do processo produtivo, usufruindo das inúmeras vantagens que as novas tecnologias oferecem ao mundo industrial.

Por último, reforçar a importância de manter os processos até então implementados, promovendo uma produção de qualidade, e um ambiente de trabalho saudável e com perspetiva de crescimento e aprendizagem para todos os colaboradores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, T., Alves, A. C., & Carneiro, P. (2021). Lean Thinking, Logistic and Ergonomics: Synergetic Triad to Prepare Shop Floor Work Systems to Face Pandemic Situations. *International Journal of Global Business and Competitiveness*, 16, 62–76. <https://doi.org/10.1007/s42943-021-00037-5>
- Airtècnics. (2022). Como funcionam as cortinas de ar? Retrieved July 9, 2022, from <https://www.cortinade-ar.com/tecnologia/como-funcionam-as-cortinas-de-ar>
- Alves, A. C., Dinis-Carvalho, J., Sousa, R. M (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility, *The Learning Organization*, 19 (3), edited by Goran D. Putnik, pp.219-237. Melbourne: Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Alves, Anabela Carvalho, Kahlen, F.-J., Flumerfelt, S., & Siriban-Manalang, A.-B. (2014). Lean Production Multidisciplinary: from Operations To Education. *7th International Conference on Production Research - Americas*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1524.0005>
- Alves, A. C., Flumerfelt, S., & Kahlen, F.-J. (2017). *Lean Education: An Overview of Current Issues*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45830-4>
- Alves, A. C., Sousa, R. M., & Carvalho, D. J. (2015). Redesign of the production system: A hard decision-making process. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1128–1132. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2015.7385824>
- Alves, A. C., Sousa, R. M., Dinis-Carvalho, J., Lima, R. M., Moreira, F., Leão, C. P., Maia, L. C., Mesquita, D., & Fernandes, S. (2014). Final year Lean projects: advantages for companies, students and academia. *Project Approaches in Engineering Education*, 1–10. <http://hdl.handle.net/1822/30172>
- Alves, A. C., Ferreira, A. C., Costa Maia, L., P. Leão, C., & 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), 243–256. <https://doi.org/10.24867/IJIEEM-2019-4-244>
- Amaro, Paulo, Alves, A. C. and Sousa, R. M. (2019). Lean Thinking: A Transversal and Global Management Philosophy to Achieve Sustainability Benefits. In *Lean Engineering for Global Development*, edited by A.C. Alves, F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, and A. B. Siriban-Manalang, 1–31. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7_1)
- APSEI (2022). Associação Portuguesa de Segurança. Consultado em 30/01/2022, disponível em <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/seguranca-no-trabalho/ergonomia/>
- Arezes, P. M. F. M., & da Costa, L. F. T. G. (2003). *Introdução ao estudo do trabalho*. Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho–Guimarães
- Aval (2022). Aval- Comércio e Representações Lda. Consultado em 28/04/2022, disponível em <https://www.aval-lda.com/>
- Barnes, R. M. (1997). *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda
- Barroso, M., Carneiro, P., and Braga, A, C. (2006). Assessment of the risk of Musculoskeletal disorders on Dentist'activities, in the proceedings of the 16thCongress of the Internacional Ergonomics Association (IEA). MeetingDiversity in Ergonomics, Maastricht. The Netherlands. p. 6.

- Bast, F. Crux of time management for students. *Reson* 21, 71–88 (2016). <https://doi.org/10.1007/s12045-016-0296-6>
- Batra, P. (2021). *Eisenhower Box for Prioritising Waiting List of Orthodontic Patients*. <https://www.researchgate.net/publication/352005944>
- 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
- Black, J.T (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System, *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639-3664, <https://doi.org/10.1080/00207540701223469>
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 16, 55–58. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1815>
- Bragança, S., Alves, A., Costa, E., & Sousa, R. (2013). The use of lean tools to improve the performance of an elevators company. *Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems (IRF2013)*, 1(i), 1–8. <http://hdl.handle.net/1822/25316>
- Bratterud, H., Burgess, M., Fasy, B. T., Millman, D. L., Oster, T., & Sung, E. (Christine). (2020). The Sung Diagram: Revitalizing the Eisenhower Matrix. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12169 LNAI, 498–502. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-54249-8\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-030-54249-8_43)
- Breque, M., de Nu, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0 Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. *Publications Office of the European Union*, 1<sup>a</sup>. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Burkhalter, N. (1996). Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardíaca. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 4(3), 65–73 <https://doi.org/10.1590/S0104-11691996000300006>
- Caetano Pereira, C., Figueiró Debiase, D., Márcio de Farias, J., Madeira, K., & Cassiano Longen, W. (2015). Análise do Risco Ergonômico e Lombor de trabalhadores da Construção Civil através do Método Niosh. *Revista Produção Online*, 15(3), 914-924.
- Carvalho, D., & Ferreira, M. A. (2015). Integrating Value Stream Maps with Waste Identification Diagrams. *9<sup>th</sup> International IIE Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*.
- Castro, D., Ramos, M., & Costa, D. (2012). Estudo de tempos e movimentos no processo de flow rack em uma empresa de distribuição. *XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Professional.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. *Kaizen Institute*.
- Colim, A., Morgado, R., Carneiro, P., Costa, N., Faria, C., Sousa, N., Rocha, L. A., & Arezes, P. (2021). Lean Manufacturing and Ergonomics Integration: Defining Productivity and Wellbeing Indicators in a Human–Robot Workstation. *Sustainability*, 13(4), 1931. <https://doi.org/10.3390/su13041931>
- Contador, J. C. (2010). Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa (3a). *Edgard Blucher Ltda*.
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 55(3), 190–199.

<https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>

- de Villiers, F. (2008). The Lean, Agile and Worldclass Manufacturing Cookbook. *Scribd*.
- Dinis-Carvalho, J., Ferrete, L. F., Sousa, R. M., Medeiros, H. S., Magalhães, A. J., & Ferreira, J. P. (2015). Process mapping improvement: Extending value stream maps with waste identification diagrams. *FME Transactions*, 43(4), 287–294. <https://doi.org/10.5937/fmet1504287D>
- Dinis-Carvalho, J., Moreira, F., Bragança, S., Costa, E., Alves, A., & Sousa, R. (2014). Waste identification diagrams. *Production Planning and Control*, 26(3), 235–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.891059>
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2013). Lean leadership: fundamental principles and their application. *Procedia CIRP*, 7, 569–574.
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2014). Lean leadership—15 rules for a sustainable lean implementation. *Procedia CIRP*, 17, 565–570. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.146>.
- dos Reis, D. A. (1967). Método abreviado das observações instantâneas. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 7(23), 73-109.
- DRD. (2022). Cortinas de Ar- Aquecimento e Eficiência Energética. Retrieved July 9, 2022, from <https://www.drd.pt/cortinas-de-ar/>
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- Eisenhower, D.D. (1954). Address at the Second Assembly of the World Council of Churches. *Eisenhower attributes this to a former college president*, Evanston, Illinois. August, 19, 1954.
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing Tools, Techniques, and How To Use Them*. CRC Press.
- 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. In R. D. Dolgui A., Bernard A., Lemoine D., von Cieminski G. (Ed.), *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems. APMS 2021. IFIP Advances in Information and Communication Technology* (pp. 635–644). *Springer, Cham*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2\\_69](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2_69)
- Fujii, T.; Guo, T.; Kamoshida, A. (2018). A consideration of service strategy of Japanese electric manufactures to realize super smart society (Society 5.0). KMO. In *International Conference on Knowledge Management in Organizations* (pp. 634-645). Springer, Cham.
- Genaidy, A. M., & Karwowski, W. (2003). Human performance in lean production environment: Critical assessment and research framework. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 13(4), 317–330. <https://doi.org/10.1002/hfm.10047>
- Gladden, Matthew E. (2019). Who will be the members of society 5.0? Towards an anthropology of technologically post humanized future societies. *Social Science*, v. 8, n. 148, p. 1-39.
- Gregory, A., 2006. *Team defines stream*. *Works Management*, 59 (5), 14–17.
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27(5), 47-50.
- Heston, T. (2006). Ergonomics: The First Step to Lean. *Fabricating & Metalworking*, 5(6), 52.
- Huang, C. C., & Liu, S. H. (2005). A novel approach to lean control for Taiwan-funded enterprises in mainland China. *International Journal of Production Research*, 43(12), 2553-2575.



- IEA- International Ergonomics Association. (2016). Ergonomics human centered design, Definition and Domains of Ergonomics, 1, Consultado em 20/05/2022, disponível em from <http://www.iea.cc/whats/>
- Imai, Masaaki (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill/Irwin.
- Imai, Masaaki (2012), *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*, New York: McGraw-Hill, 1997, 2<sup>nd</sup> ed.
- Irani, S. A., & Zhou, J. (2011). Value stream mapping of a complete product. *Department of Industrial, Welding and Systems Engineering*, The Ohio State University, Columbus, OH, 43210.
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2015). A critical review of lean supply chain management frameworks: Proposed framework. *Production Planning and Control*, 26(13), 1051–1068. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1004563>
- Junior, N. K. M. (2013). " Estado da Arte" das escalas de percepção subjetiva de esforço. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)*, 7(39), 11.
- KaiserKraft (2022). Kaiser Kraft Portugal- Equipped for Tomorrow. Consultado em 08/09/2022, disponível em <https://www.kaiserkraft.pt/>
- Keidaren. (2016). Toward realization of the new economy and society: reform of the economy and society by the deepening of “society 5.0.” *Japan Business Federation*. Disponível em: [https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029\\_outline.pdf](https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf)
- Kosuge, R., Modig, N., & Ahlstrom, P. (2010). Standardization in lean service: Exploring the contradiction. *Center for Innovation and Operations Management, Stockholm School of Economics*
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41–52.
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2016). *Operations Management: Processes and Supply Chains* (11<sup>th</sup> ed.). Pearsons.
- Levine, G. (1997) *The fate of time study, The Industrial Advisor, Gene Levine and Associates*, September
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1<sup>st</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.
- Liker, Jeffrey K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Lopes, P. F., Souza, T. S., & Zaidan, F. H. (2020). Sociedade 5.0 correlacionada com a indústria 4.0 e a transformação digital. *Instituto de Educação Tecnológica (IETEC)*
- Lovelle, J. (2001). Mapping the value stream. *IIE solutions*, 33(2), 26-33.
- 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>
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2012). Design of a lean methodology for an ergonomic and sustainable work environment in textile and garment industry. In *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, vol. 45196, pp. 1843-1852. American Society of Mechanical Engineers. <https://doi.org/10.1115/IMECE2012-8904>
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2012). Do Lean Methodologies include ergonomic tools?

- International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (SHO2012)*, 1996, 350–356.
- Marine Boat Rack Storage System (2022). Marine Boat Rack Storage System- Boat racks U.S. Consultado em 12/07/2022, disponível em <https://boatracksus.com/>
- Master Ferro (2022). Master Ferro- Comércio de Produtos Siderúrgicos. Consultado em 5/07/2022, disponível em <https://www.masterferro.pt/pt>
- Mital, A., Desai, A., & Mital, A. (2016). *Fundamentals of Work Measurement What Every Engineer Should Know*. CRC Press.
- Miyata, E. S. (1981). *Using work sampling to analyze logging operations* (Vol. 213). US Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An integrated Approach to Just-In-Time*. In *Industrial Engineering and Management Press* (3rd edit). CRc Press. <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Morgan, W. P. (1973). Psychological factors influencing perceived exertion. *Medicine and science in sports*, 5(2), 97-103.
- Nakajima, S. (1984). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Cambridge, MA, *Productivity Press*, 1988, 129.
- NauticExpo. (2022). Dry storage racks. Consultado em 07/07/2022 , disponível em <https://www.nauticexpo.com/boat-manufacturer/dry-storage-rack-21772.html>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Ortiz, C.A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. New York: CRC Press.
- Ozkeser, B. (2018). Lean innovation approach in Industry 5.0. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, (2), 422-428.
- Pavnaskar, S.J., Gershenson, J.K., and Jambekar, A.B.,2003. Classification scheme for Lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41 (13),3075–3090.
- Press Development Team, P. (1998). *Just-in-time for operators*. Productivity Press.
- Press Development Team, P. (2002). *Pull Production for the Shopfloor*. CRC Press.
- Recht, R., & Wilderom, C. (1998). Kaizen and culture: on the transferability of Japanese suggestion systems. In *International Business Review*, 7(1), 7-22.
- Riche, L., Pabon, L., & Cohen, M. (2009). Processo de laminação por Infusão de Barcos de Lazer como Fonte de Sustentabilidade e Vantagem competitiva das Empresas do Setor Náutico Brasileiro. *XXXIII Encontro da ANPAD*, 01-16.
- Roof & Rack Products. (2022). The world´s largest builder of dry storage systems. Consultado em 12/07/2022, disponível em <https://www.roofandrack.com/>
- Rother, M. and Shook, J. (1998). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute
- Rother, M., Shook, J. (1999). *Learning to see – Value Stream Mapping to add value and eliminate muda*. The Lean Enterprise Institute.
- Sanidas, E., & Shin, W. (2017). Lean Production System and Economic Development across the World

- Today. *International Journal Of Economics & Management Sciences*, 06(06). <https://doi.org/10.4172/2162-6359.1000480>
- Soares dos Santos, J. M. (2009). *Desenvolvimento de um Guião de Seleção de Métodos para Análise do risco de Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT)*. Escola de Engenharia, Universidade do Minho.
- Sousa, M. L. (2021). *Reconfiguração do sistema de produção aplicando princípios Lean Thinking numa empresa Naval*. Escola de Engenharia, Universidade do Minho.
- Shingo, S., (2007) *Kaizen and the art of Creative Thinking, Enna Products Company and PCS Inc.*, Ballingham. USA.
- Silva, S. K. P. N. (2012). Applicability of value stream mapping (VSM) in the apparel industry in Sri Lanka. *International journal of lean thinking*, 3(1), 36-41.
- Silveira, L., & Salustiano, E. (2012). A importância da ergonomia nos estudos dos tempos e movimentos. *P&D Em Engenharia de Produção*, 10(1), 71–80.
- Sodeca. (2022). Cortinas de Ar. Consultado em 8/07/2022, disponível em <https://www.sodeca.pt/productos/cortinas-de-ar-c11>
- Štefanić, N., Tošanović, N., & Hegedić, M. (2012). Kaizen Workshop as an Important Element of Continuous Improvement Process. *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJEM)*, 3(2), 93–98. [http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/ijem\\_journal.php](http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/ijem_journal.php)
- Suárez-Rodríguez, D., & del Valle, M. (2019). Borg scale and intensity in running and tennis-specific training. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 19(75), 399–413. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2019.75.002>
- Tapping, D. (2003). Value Stream Mapping for the lean office: 8 steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas. *Productivity Press*.
- Temperfenomeno- Climatização e Refrigeração. (2022). Cortinas de Ar. Consultado em 8/07/2022, disponível em <https://temperfenomeno.pt/86-cortina-de-ar>
- Tippett, L. H. C. (1934). *Statistical Methods in Textile Research: Use of the Binomial and Poisson Distributions. A Snap Reading Method of Making Time Studies of Machines and Operations in Factory Surveys*. Shirley Institute Memoirs, 13.
- Ungan, M. (2006). Towards a better understanding of process documentation. *TQM Magazine*, 18(4), 400–409. <https://doi.org/10.1108/09544780610671066>
- Voelkel, J.G. and Chapman, C., (2003). Value stream mapping: this tool puts you and your customer on the same page. *Quality Progress*, 36, 65–69
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. 1<sup>a</sup> Edition. McGraw-Hill Companies.
- Womack, J., and Jones, D. (1996). *Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation*. Simons & Schuster
- Womack, J., Jones, D., and Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*, New York, Rawson Associates
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press



## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 1 - ANÁLISE DE ENCOMENDAS FIRMES PARA O ANO DE 2022

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	Total
675CR	6	9	14	9	12	12	8	3	12	8	8	8	109
D65	5	9	10	9	8	9	6	2	10	7	8	6	89
Dias de Trabalho 2022	20	20	24	17	20	23	20	5	25	19	19	16	228

Procura Total	198	barcos/ano	Procura Total	938	barcos/ano	Procura Total	3236	barcos/ano
	16,5	barcos/mês		78,167	barcos/mês		269,6666667	barcos/mês
	0,87	barcos/dia		4,11	barcos/dia		14,19298246	barcos/dia

Takt-Time 675CR/D65	1105,4545	1barco a cada 1105,46 minutos	Takt-Time (Linha B)	233,35	Takt-Time (Total)	67,6390606
	18,424242	1barco a cada 18,42 horas		3,8891		1,12731768
	0,7676768	1barco a cada 0,77 dias		0,162		0,04637157

Linha B	Barcos/Ano	%	% Acum.
675CR/D65	198	0,21	0,21
555BR/T53	184	0,20	0,41
605BR/T59	129	0,14	0,54
605CR/D59	114	0,12	0,67
S53	96	0,10	0,77
675BR/T65	80	0,09	0,85
S65	59	0,06	0,92
S59	52	0,06	0,97
755OP	26	0,03	1,00
Barcos 2022	938	1,00	

Trabalho		
20 dias/mês	960	min. de trabalho
2 turnos	16	horas de trabalho

Figura 99 - Análise de Encomendas firmes 2022

## APÊNDICE 2 - OBSERVAÇÕES NOS POSTOS DE LAMINAÇÃO E MONTAGEM

POSTOS/CICLOS										MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	Z	Alfa/2	NC
Preparação	15	15	17	14	16	16	15			15,43	0,98	2,09	0,0183	96%
Pintura	80	75	80	83						79,50	3,32	2,40	0,0082	98%
Skin	85	90	85	90	100					90,00	6,12	1,64	0,0505	90%
Marcação Lam	47	50	53	53	46	51				50,00	2,97	1,88	0,0301	94%
Stiffen	93	91	117	112	115	100	105	100		104,13	9,83	1,50	0,0668	87%
Estruturas	115	135	129	109	119	115				120,33	9,77	1,51	0,0655	87%
POP	28	27	27	24	22	25	25			25,43	2,07	1,50	0,0668	87%
Marcação Corte	19	19	22	19	23	21	22			20,71	1,70	1,49	0,0681	86%
Corte	120	125	146	120	105	130	140	120	135	126,78	12,44	1,53	0,0630	87%
POSTOS/CICLOS										MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	Z	Alfa/2	NC
Preparação	20	25	22	25	25	25				23,67	2,16	1,34	0,0901	82%
Pintura	64	51	56	56	60	63				58,33	4,93	1,45	0,0885	82%
Skin	95	90	93	88	85					90,20	3,96	2,55	0,0054	99%
Lams	75	75	68	70	78					73,20	4,09	1,55	0,0606	88%
Transom	40	50	45	45	50	44	45	48		45,88	3,51	1,60	0,0537	89%
Stringer	70	62	75	73	71	65				69,33	4,93	1,57	0,0582	88%
Stiffen	48	40	45	45	44	46				44,67	2,66	2,06	0,0154	97%
Topcoat	76	65	69	62	75	70				69,50	5,47	1,56	0,0594	88%
POP	22	19	21	19	16	18	19	22		19,50	1,95	1,41	0,0793	84%
Marcação Corte	12	10	10	11	10	12	9	11		10,63	1,06	1,42	0,0778	84%
Corte	63	75	65	60	78	63	61	75		67,50	7,25	1,32	0,0934	81%

Figura 100 - Observações nos postos de Laminação

Posto									MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	Z	Alfa/2	NC
Open Hull (Vodafone)	141	143	120	165	130	140	153	151	143	13,03	1,55	0,0606	88%
Open Deck (Vodafone) OD1	175	146	178	145	177	170	156		164	13,47	1,61	0,0537	89%
Open Deck (Vodafone) OD2	137	127	120	140	129	127			130	6,68	2,38	0,0087	98%
União	126	135	122	127	130	145	150		134	9,63	1,83	0,0336	93%
Final 1	131	124	125	150	140	125	155	130	135	11,25	1,70	0,0446	91%
Final 2	200	226	171	190	214	197	209		201	16,46	1,62	0,0526	89%
Auditoria/Reparações	175	190	212	210	180	180	204		193	14,35	1,78	0,0375	93%
Teste de Água	30	32	31	26	33	29	28		30	2,23	1,77	0,0384	92%
Embalamento	175	170	200	169	190	200			184	13,23	1,70	0,0446	91%

Figura 101 - Observações nos postos de Montagem

### APÊNDICE 3 - VSM DA LAMINAÇÃO (COBERTA E CASCO)

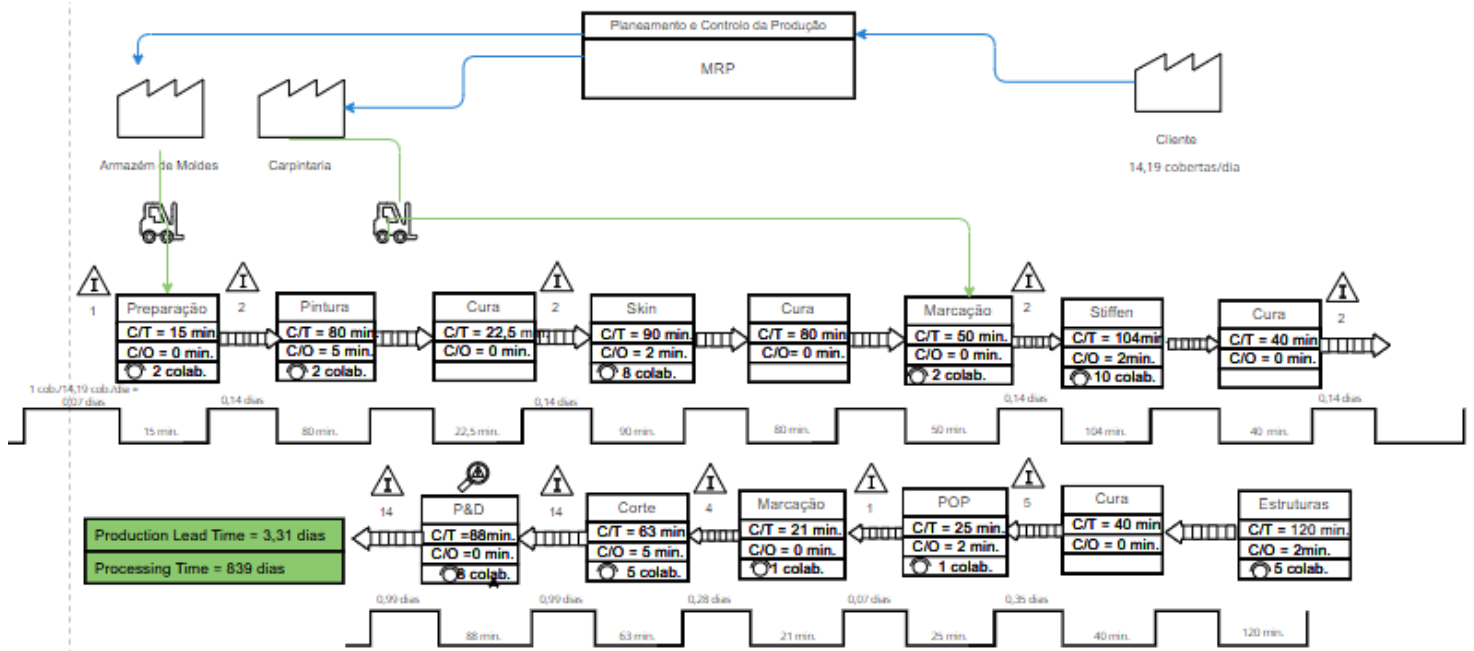


Figura 102 - VSM Laminação da Coberta

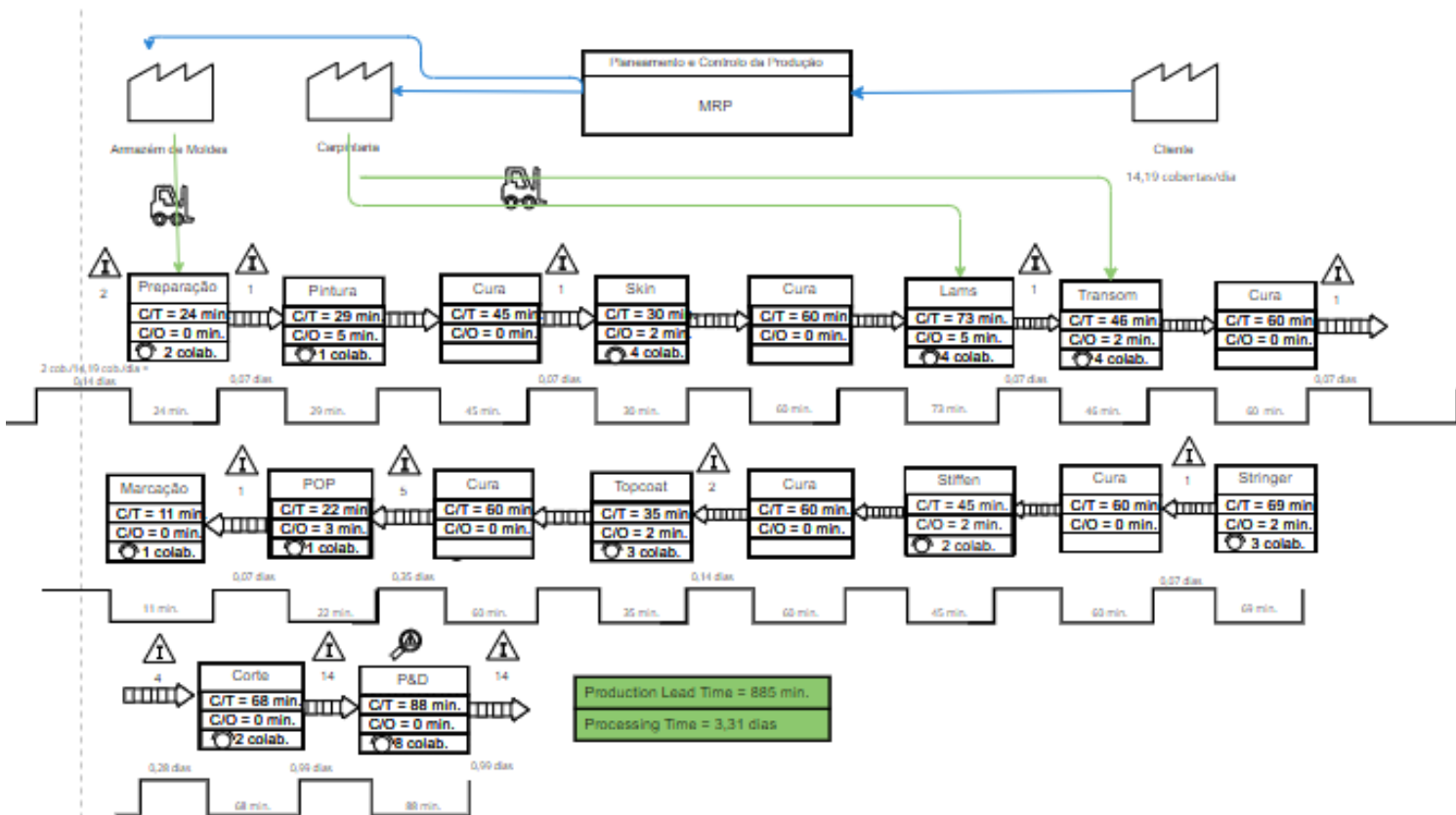


Figura 103 - VSM Laminação do casco



## APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO DE BORG E RESULTADOS PARA AVERIGUAÇÃO DO PSE

No âmbito da dissertação em Engenharia Industrial, podia a vossa colaboração para responder às seguintes questões:

Considere a seguinte escala de esforço:

0	Ausência de esforço
0,5	Extremamente leve, apenas ligeiramente perceptível
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderado
4	Algo severo
5	Esforço forte
6	
7	Esforço muito forte
8	
9	Muito, muito forte- quase o máximo
10	Máximo

1. Considerando os valores da tabela, como classifica o esforço que sente quando movimentava uma **coberta**:

a) **Manualmente:**

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

b) **Com o auxílio do multi-mover (carrinho vermelho):**

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**c) Com o auxílio do empilhador:**

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. E como classifica o esforço durante a movimentação do **casco**:

**a) Manualmente:**

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**b) Com o auxílio do multi-mover (carrinho vermelho):**

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**c) Com o auxílio do empilhador:**

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Idade:

Outras observações/sugestões:

Obrigado pela Colaboração!

Figura 104 - Questionário Escala de *Borg*

Colaborador	Idade	PSE na movimentação da Coberta			PSE na movimentação da Casco		
		Manualmente	Multi-Mover	Empilhador	Manualmente	Multi-Mover	Empilhador
1	47	7	4	2	8	4	3
2	30	6	4	2	7	4	2
3	22	5	2	2	7	3	2
4	43	7	3	3	8	4	2
5	37	7	4	2	8	4	2
6	55	7	4	3	8	4	3
7	40	6	4	2	8	4	2
8	42	7	4	2	8	4	2

Figura 105 - Resultados da implementação do questionário de *Borg*

## APÊNDICE 5 - *VSM* DA MONTAGEM

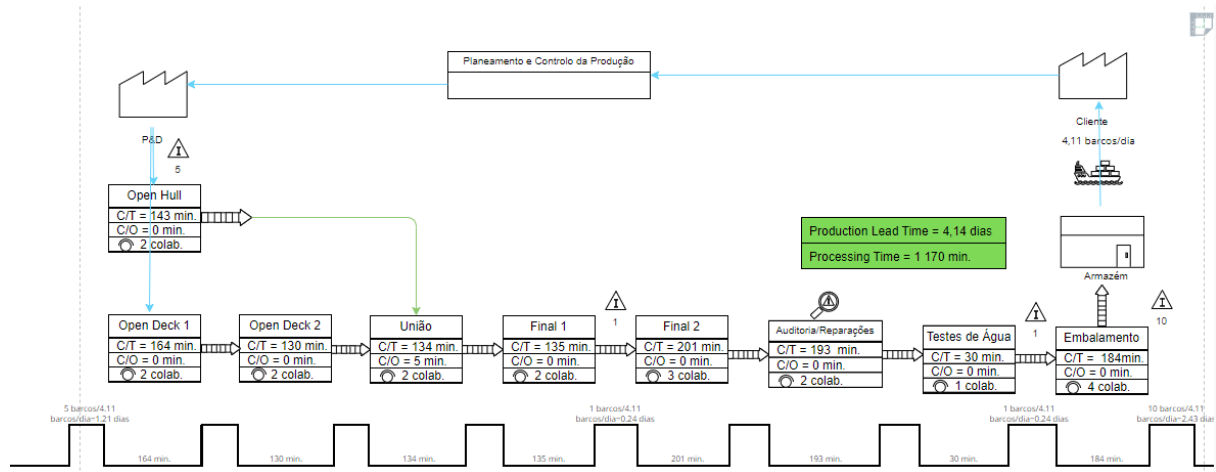


Figura 106 - *VSM* da Montagem

**APÊNDICE 6 - PROJECT MODEL CANVAS PARA O PROJETO DE IDENTIFICAÇÃO/RASTREAMENTO DE PROBLEMAS DE CORTE**

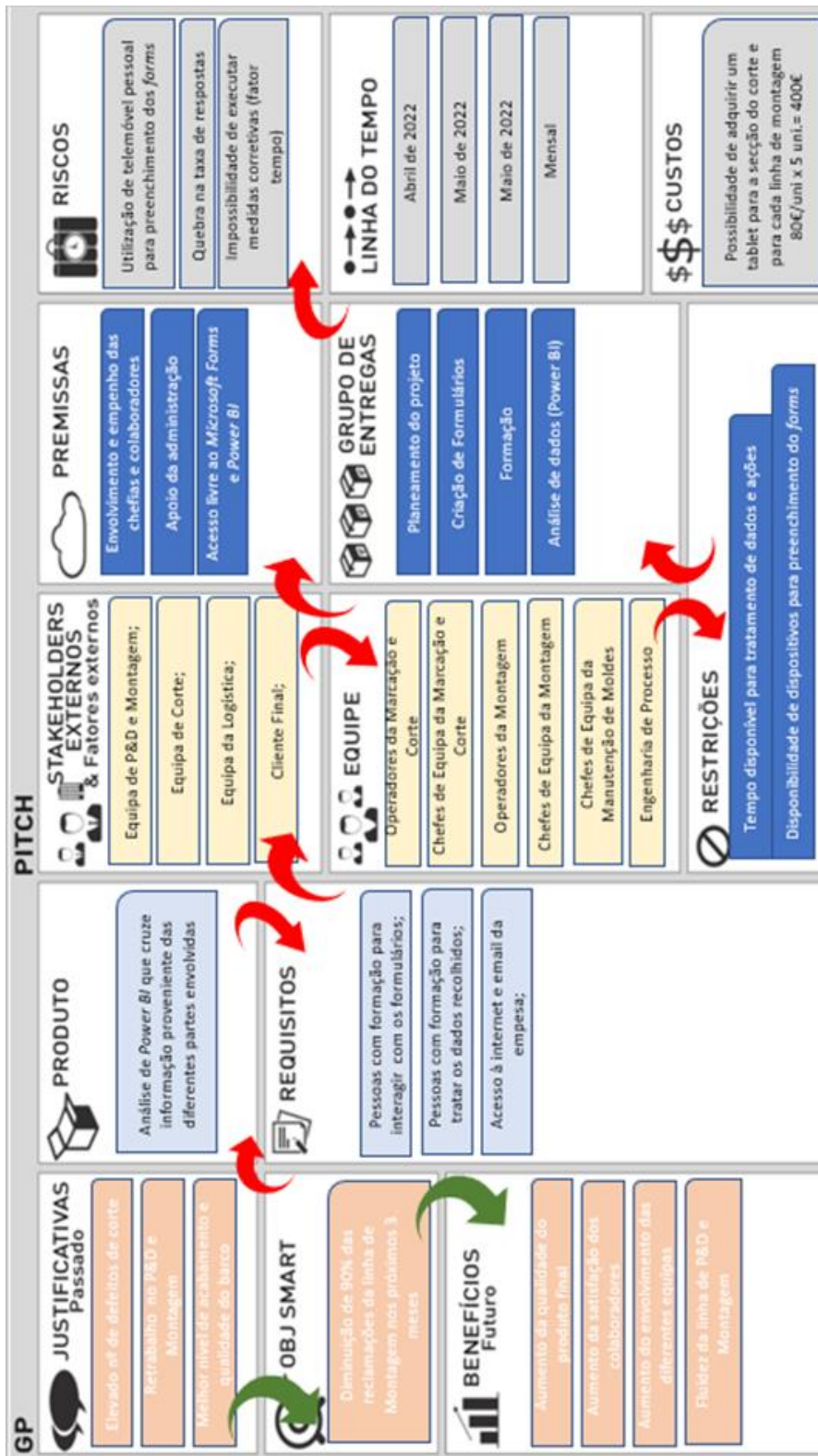


Figura 107 - Project Model Canvas para o projeto de identificação/rastreamento de problemas de corte

## APÊNDICE 7 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO A SEGUIR NA MARCAÇÃO E CORTE

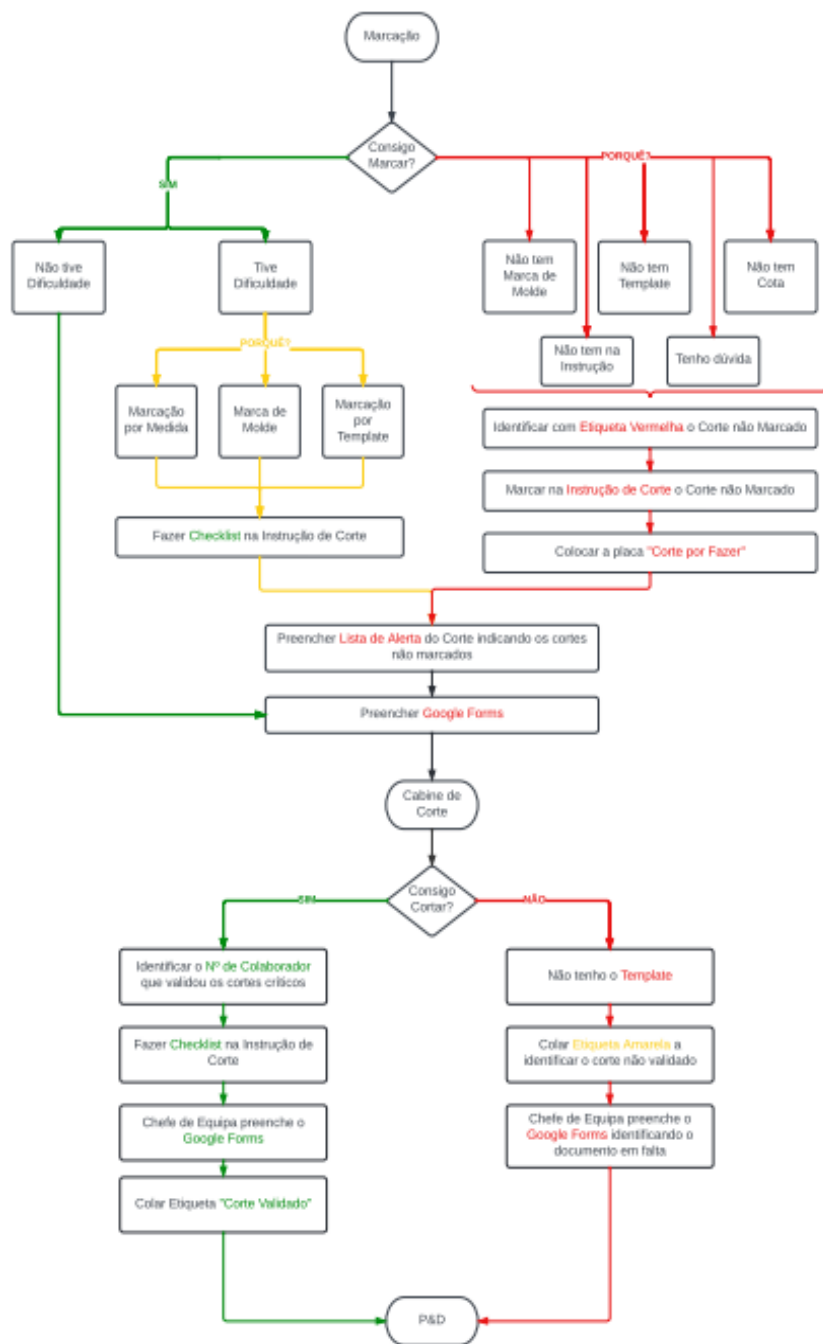


Figura 108 - Fluxograma do processo a seguir na Marcação e Corte

## APÊNDICE 8 - FORMULÁRIO DE LEVANTAMENTO DE PROBLEMAS DO CORTE

### Formulário Problemas do Corte

Este formulário tem como objetivo reportar qualquer dificuldade/problema que se identifique relativamente ao corte

1. Linha

*Marcar apenas uma oval.*

- A  
 B  
 C  
 D

2. Qual o Hin

---

3. Qual o modelo do barco?

*Marcar apenas uma oval.*

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> 15EL   | <input type="radio"/> 675BR |
| <input type="radio"/> 17EL   | <input type="radio"/> 675CR |
| <input type="radio"/> 29EL   | <input type="radio"/> 675OP |
| <input type="radio"/> 455OP  | <input type="radio"/> 675SD |
| <input type="radio"/> 475AX  | <input type="radio"/> 675WE |
| <input type="radio"/> 505CAB | <input type="radio"/> 705PH |
| <input type="radio"/> 505OP  | <input type="radio"/> 755CR |
| <input type="radio"/> 525AX  | <input type="radio"/> 755OP |
| <input type="radio"/> 555BR  | <input type="radio"/> 755SD |
| <input type="radio"/> 555CAB | <input type="radio"/> 805CR |
| <input type="radio"/> 555OP  | <input type="radio"/> 805SD |
| <input type="radio"/> 605BR  | <input type="radio"/> 875SD |
| <input type="radio"/> 605CR  | <input type="radio"/> C70   |
| <input type="radio"/> 605OP  | <input type="radio"/> D59   |
| <input type="radio"/> 605SD  | <input type="radio"/> D65   |
| <input type="radio"/> 625PH  | <input type="radio"/> D70   |

4. Qual é a peça do barco

*Marcar apenas uma oval.*

- Deck  
 Hull  
 Liner  
 Small Parts

5. Quais os cortes?

*Marcar apenas uma oval.*

AA

AB

AC

AD

AE

AF

AG

AH

AI

AJ

AK

AL

AM

AN

AO

AP

AQ

AR

AS

AT

AU

AV

AW

AX

AY

AZ

BA

BB

BC

BD

BE

BF

BG

BH

BI

BJ

BK

BL

BM

BN

BO

BP

6. Fotografia do problema

Ficheiros enviados:

7. Descrição do problema

---

---

---

---

---

Figura 109 - Formulário de levantamento de problemas de corte





## APÊNDICE 10 - FOLHA DE CÁLCULO DO RETORNO DO INVESTIMENTO EM CORTINAS DE AR

Investimento		Gastos anuais		Ganhos anuais		Custo do capital	
Descrição	Valor	Descrição	Valor	Descrição	Valor		
Cortina maior	5 250	Cortina maior	1 813	Cortinas	67 600		10,0%
Cortina menor	2 200	Cortina menor	806				
Termostato	280	Termostato					

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cash flow	-7 730	64 981	64 981	64 981	64 981	64 981	64 981	64 981	64 981	64 981	64 981
Factor actualiz.	1,0000	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665	0,4241	0,3855
Cash flow actual.	-7 730	59 074	53 703	48 821	44 383	40 348	36 680	33 346	30 314	27 558	25 053
C.f. act. acumul.	-7 730	51 344	105 047	153 868	198 251	238 599	275 279	308 625	338 939	366 497	391 550

VAL	391 550	euros
TIR	840,63%	
Payback	0,1	anos

Figura 111 - Folha de cálculo do retorno do investimento em cortinas de ar

## APÊNDICE 11 - EXCERTO DO PLANO DE AÇÕES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE CORTE

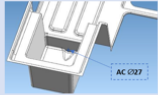
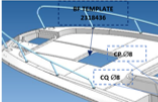



Plano de Ações - Rover 3ª e 5ª												
Data início	Modalidade	Pega	Código Furo	Fotografia	Descrição problema	Verificação	Data objetivo resolução	Quem? (responsável)	Envolvidos	Status	Data resolução	Ação
25/mai	755SD	Banheira	AC		Operário: o centro do furo tem que ser a 25mm de baixo para cima	Verificar cotas e se necessário ajustar marca de molde	mai/22	Eng. Processo	Eng. Processo Chefe de Equipa do Corte	TODO		
25/mai	755SD	Coberta	BF		Operário: não entra aro nem escotilha	Verificar tamanho do corte e ajustar a marca/template se necessário	jun/22	Eng. Processo	Eng. Processo Chefe de Equipa do Corte	TODO		
25/mai	755SD	Liner Casco	AA		Operário: Furo vem baixo	Verificar cotas e se necessário ajustar marca de molde	jul/22	Eng. Processo	Eng. Processo Chefe de Equipa do Corte	TODO		
25/mai	625PH	Liner Casco	N/A		Operário: pedem um furo onde se encontra indicado	Verificar a furação para cabo do frigorífico.	jul/22	Eng. Processo	Eng. Processo Chefe de Equipa do Corte	TODO		
25/mai	625PH	Coberta	AZ		Operário: pedem para o furo do aquecimento da consola seja mais em baixo. Pede para balsa 10/15cm - recorrente	Verificar cotas e se necessário ajustar marca de molde	jun/22	Eng. Processo	Eng. Processo Chefe de Equipa do Corte	TODO		

Figura 112 - Plano de Ações Para resolução de Problemas de Corte

## **ANEXOS**

# ANEXO 1 - EXEMPLO DE UM DESENHO TÉCNICO

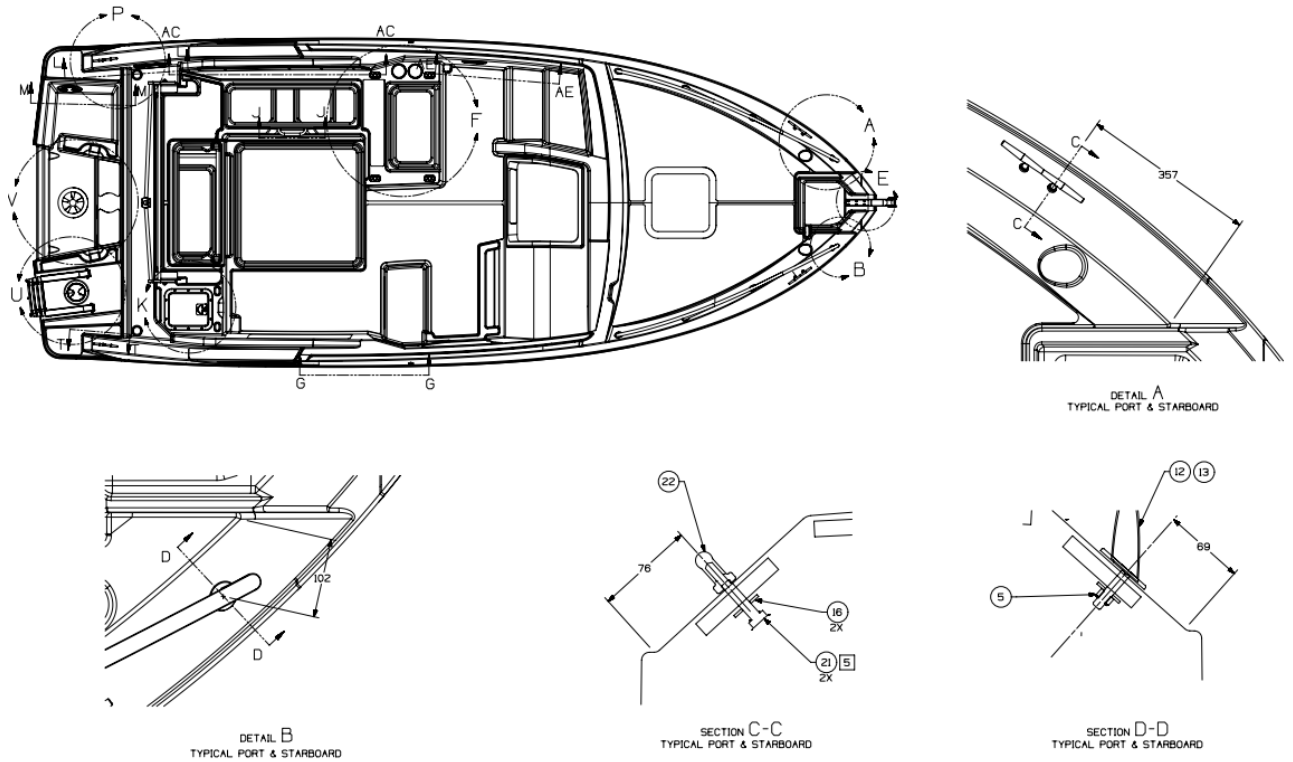


Figura 113 - Desenho Técnico da coberta de um barco

**ANEXO 2 - TABELA E PREÇOS PARA CÁLCULO DO PREÇO DO SUPORTE DAS ESPUMA NO CARRINHO DA PICK DA COBERTA**



TABELA DE PREÇOS

**BARRA RETANGULAR**

Secção (mm)	Preço (€/kg)	Secção (mm)	Preço (€/kg)
12 x 03	1,290	50 x 06	1,200
12 x 05	1,290	50 x 08	1,200
16 x 03	1,290	50 x 10	1,200
16 x 05	1,290	50 x 12	1,200
20 x 03	1,290	50 x 15	1,200
20 x 05	1,270	50 x 20	1,200
20 x 06	1,270	60 x 06	1,200
20 x 08	1,270	60 x 08	1,200
20 x 10	1,270	60 x 10	1,200
25 x 03	1,290	60 x 12	1,200
25 x 05	1,270	60 x 15	1,200
25 x 06	1,270	60 x 20	1,230
25 x 08	1,270	70 x 06	1,220
25 x 10	1,270	70 x 08	1,220
25 x 12	1,270	70 x 10	1,220
30 x 03	1,290	70 x 12	1,220
30 x 05	1,240	70 x 15	1,220
30 x 06	1,220	70 x 20	1,220
30 x 08	1,220	80 x 06	1,200
30 x 10	1,220	80 x 08	1,200
30 x 12	1,220	80 x 10	1,200
35 x 05	1,220	80 x 12	1,200
35 x 06	1,220	80 x 15	1,200
35 x 08	1,200	80 x 20	1,200
35 x 10	1,200	80 x 25	1,200
35 x 12	1,200	100 x 06	1,200
40 x 05	1,220	100 x 08	1,200
40 x 06	1,200	100 x 10	1,200
40 x 08	1,200	100 x 12	1,200
40 x 10	1,200	100 x 15	1,200
40 x 12	1,200	100 x 20	1,200
40 x 15	1,200	100 x 25	1,200
40 x 20	1,200	120 x 10	1,200
45 x 05	1,270	120 x 12	1,200
45 x 06	1,270	120 x 15	1,200
45 x 08	1,270	120 x 20	1,200
45 x 10	1,270	120 x 25	1,200
45 x 12	1,270	150 x 10	1,220
45 x 15	1,270	150 x 12	1,220
45 x 20	1,270	150 x 15	1,220
50 x 05	1,220	150 x 20	1,220

Sede e Armazém 1: Av. Barros e Soares, 531 – Nogueira, 4715-213 Braga | Tel: (+351) 253 689 010 | Fax: (+351) 253 684 753  
 Armazém 2: Rua dos Mártires – Azeitim, 4900-054 Guimarães | Tel: (+351) 253 413 685 | Fax: (+351) 253 412 155  
[www.masterferro.pt](http://www.masterferro.pt) | [geral@masterferro.pt](mailto:geral@masterferro.pt)

Figura 114 - Excerto da tabela de preços para investimento no suporte para espumas

## ANEXO 3 - TABELA E PREÇOS PARA CÁLCULO DO PREÇO DAS CALHAS PARA MOVIMENTAÇÃO DOS BARCOS



TABELA DE PREÇOS

### CALHAS

#### CALHA U:

Secção (mm <sup>2</sup> )	Preço (€/kg)
50x25x3,2	2,034
60x30x3,2	2,034
70x35x3,2	2,034
80x40x3,2	2,034
90x45x3,2	2,034
100x50x3,2	2,034
150x50x3,2	2,034

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

#### CALHA APOLO (F):

Referência	Secção (mm <sup>2</sup> )	Preço (€/kg)	
		Preta	Galvanizada
F 71	25x19x1	4,326	4,646
F 73	33x30x2	3,025	4,461
F 74	43x51x2,3	2,923	4,461
F 76	57x67x3,2	2,923	---
F 77	26x17x1,25	---	4,646

“Preços sujeitos a I.V.A. à taxa legal”

Esta tabela pode ser alterada sem aviso prévio.

10 de Maio de 2021

Figura 115 - Excerto da tabela de preços para investimento na calha para movimentação de barcos