



**ANA CARLOTA NÓBREGA DE GOUVEIA**

Licenciada em Ciências de Engenharia Mecânica

**ANTEPROJETO DE SISTEMA DE  
ARMAZENAMENTO, LANÇAMENTO E  
RECOLHA DE SISTEMAS ROBÓTICOS  
SUBAQUÁTICOS**

MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Universidade NOVA de Lisboa

Outubro, 2024



**NOVA**

NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL

---

# ANTEPROJETO DE SISTEMA DE ARMAZENAMENTO, LANÇAMENTO E RECOLHA DE SISTEMAS ROBÓTICOS SUBAQUÁTICOS

**ANA CARLOTA NÓBREGA DE GOUVEIA**

Licenciada em Ciências de Engenharia Mecânica

**Orientador:** António Gabriel Marques Duarte dos Santos

*Professor auxiliar, Universidade NOVA de Lisboa*

MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Universidade NOVA de Lisboa

Outubro, 2024

## **Anteprojeto de sistema de armazenamento, lançamento e recolha de sistemas robóticos subaquáticos**

Copyright © Ana Carlota Nóbrega de Gouveia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

À minha família, em especial ao meu grande avô João Maria

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, professor António Gabriel dos Santos, por ter aceite este desafio e por toda a orientação e apoio ao longo da minha dissertação. Agradeço também à ARDITI pela oportunidade de desenvolver este projeto, com um agradecimento especial ao Gonçalo Barros e ao Sr. Rui Caldeira pela disponibilidade e apoio desde o início.

À minha grande amiga Mariana Proença, que trouxe alegria a todos os meus dias e me deu a melhor amizade que levo da faculdade. Que seja para a vida toda!

Ao Grupo de TFS: Mafalda Moreira, Tiago Neves e Miguel Portásio, por estarem sempre ao meu lado durante todo o percurso académico e pelos momentos incríveis que partilhámos nestes cinco anos. A vossa ajuda foi indispensável! Foram o meu maior conforto, e gosto imenso de vocês. Obrigada por me deixarem fazer parte deste grupo!

Um grande obrigada à minha família, especialmente à minha querida tia Dulce e ao meu tio Jimmy, por todo o apoio ao longo da minha vida.

Um agradecimento muito especial aos meus avós, Isabel Gouveia, Manuel Brás, Maria Marques e João Maria que, apesar de já não estarem cá em baixo, sei que estão orgulhosos de mim. Sem o vosso amor, ensinamentos e carinho, não estaria onde estou hoje. Os momentos que vivi convosco foram os melhores da minha vida.

Ao meu querido namorado Pedro Carvalho, por me ter sempre apoiado e por ser o meu porto seguro, mesmo nos momentos mais stressantes. A tua paciência e o teu incentivo inabalável desde o dia em que nos conhecemos são coisas pelas quais te serei eternamente grata.

Ao Hércules, à Alice, à Bea, ao Farruco, ao Black e à Tigresa, por serem os melhores companheiros e por me darem o vosso amor incondicional.

E, finalmente, o maior obrigada vai para a melhor família de sempre: aos meus bros, Rodrigo e Bernardo, pelas gargalhadas infinitas e por me aturarem a vida toda, e aos meus queridos e nunca esquecidos pais, Paula e Carlos, por me terem dado a força e o amor necessários para chegar até aqui, muito obrigada por TUDO!

”

*«Nunca abandones os teus sonhos pessoais por sonhos pessoais próprios dos outros, também? Porque os outros têm sonhos pessoais que são próprios, mas não são deles, são doutros.»*

— **Licas**, Bartender  
(Crew do Topê)

## RESUMO

Os *gliders* subaquáticos têm sido amplamente utilizados para monitorização e recolha de dados oceanográficos desde a sua criação. No entanto, com as exigências crescentes das missões modernas, tornou-se necessário tornar o seu uso mais prático e eficiente. O objetivo desta dissertação é projetar um contentor com capacidade para armazenar seis *gliders*, que inclua um mecanismo capaz de os lançar e recolher do oceano de forma segura e eficiente, além de garantir o seu armazenamento adequado até à próxima missão.

Neste trabalho realizou-se um estudo para determinar as soluções mais adequadas para a disposição dos componentes no interior do contentor, considerando as exigências funcionais e limitações de espaço. Estas foram aprofundadas e refinadas, culminando no anteprojecto final, que integra os vários sistemas de manuseio e lançamento dos *gliders* sempre de acordo com as normas de desenho técnico e seguindo as regras da engenharia mecânica.

O anteprojecto desenvolvido responde de forma eficaz aos desafios operacionais, oferecendo uma solução prática e adaptável que facilita o uso dos *gliders* em missões oceânicas, proporcionando maior segurança e eficiência. Além disso, o projeto está estruturado de maneira a permitir futuras melhorias, facilitando a integração de avanços tecnológicos e ajustes conforme surjam novas necessidades e desafios.

**Palavras-chave:** *Gliders*, Anteprojecto, Contentor, Lançamento de *Gliders*, Armazenamento de *Gliders*

## ABSTRACT

Underwater *gliders* have been widely used for monitoring and collecting oceanographic data since their conception. However, with the increasing demands of modern missions, it has become necessary to make their use more practical and efficient. The aim of this dissertation is to design a container with the capacity to store six *gliders*, which includes a mechanism capable of launching and collecting them from the ocean safely and efficiently, as well as ensuring their proper storage until the next mission.

In this work, a study was carried out to determine the most suitable solutions for arranging the components inside the container, taking into account functional requirements and space limitations. These were further analysed and improved, culminating in the final preliminary design, which integrates the various systems for handling and launching the *gliders*, always in accordance with technical design standards and following the rules of mechanical engineering.

The preliminary design developed responds effectively to operational challenges, offering a practical and adaptable solution that facilitates the use of *gliders* in ocean missions, providing greater safety and efficiency. In addition, the project is structured in such a way as to allow for future improvements, facilitating the integration of technological advances and adjustments as new needs and challenges arise.

**Keywords:** *Gliders*, Preliminary Project, Container, Launch of *Gliders*, Storage of *Gliders*

# ÍNDICE

<b>Índice de Figuras</b>	<b>x</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>xiv</b>
<b>Glossário</b>	<b>xv</b>
<b>Siglas</b>	<b>xvi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Tema e relevância . . . . .	1
1.2 Motivação . . . . .	2
1.3 Objetivos . . . . .	2
1.4 Estrutura da Dissertação . . . . .	3
<b>2 Enquadramento do Problema</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Gliders</i> Subaquáticos . . . . .	5
2.2 Lançamento e Recolha de <i>Gliders</i> Subaquáticos . . . . .	7
<b>3 Revisão Bibliográfica</b>	<b>8</b>
3.1 Lançamento de <i>Gliders</i> Subaquáticos . . . . .	8
3.2 Armazenamento de <i>Gliders</i> Subaquáticos . . . . .	9
3.3 Testes de Flutuabilidade . . . . .	11
<b>4 Metodologia</b>	<b>12</b>
<b>5 Disposição dos elementos no contentor (<i>Layout</i>)</b>	<b>16</b>
<b>6 Estrutura Funcional do Projeto</b>	<b>18</b>
6.1 Introdução . . . . .	18
6.2 Constrangimentos . . . . .	20
6.3 Requisitos Funcionais . . . . .	21

6.4	Parâmetros de Projeto . . . . .	24
6.5	Análise da compatibilidade das alternativas escolhidas . . . . .	47
6.6	Solução final . . . . .	50
<b>7</b>	<b>Dimensionamento funcional e geométrico</b>	<b>57</b>
7.1	Paralelogramo . . . . .	58
7.1.1	Componentes do Paralelogramo . . . . .	58
7.1.2	Dimensões dos Componentes . . . . .	61
7.2	Viga extensível . . . . .	69
7.2.1	Componentes da Viga extensível . . . . .	69
7.2.2	Dimensões dos Componentes . . . . .	75
7.3	Piscina . . . . .	86
7.3.1	Fixação e Utilização da Piscina . . . . .	88
7.3.2	Componentes do Suporte . . . . .	89
7.4	Plataforma elevatória . . . . .	92
<b>8</b>	<b>Materiais</b>	<b>94</b>
8.1	Introdução . . . . .	94
8.2	Aço Inoxidável AISI 316 . . . . .	95
8.3	Aço ST37 . . . . .	95
8.4	Alumínio A36 . . . . .	96
8.5	Outros Materiais . . . . .	97
<b>9</b>	<b>Conclusões e Desenvolvimentos Futuros</b>	<b>99</b>
9.1	Conclusões . . . . .	99
9.2	Desenvolvimentos Futuros . . . . .	100
	<b>Bibliografia</b>	<b>102</b>
	<b>Apêndices</b>	
<b>A</b>	<b>Desenhos Técnicos</b>	<b>106</b>
A.1	Desenho Técnico de Conjunto Geral . . . . .	107
A.2	Desenho Técnico de Conjunto Geral - Viga e Paralelogramo esticados . . . . .	109
A.3	Desenho Técnico de Subconjunto do Paralelogramo . . . . .	111
A.4	Desenho Técnico do Berço . . . . .	113
A.5	Desenho Técnico do Suporte Berço . . . . .	115
A.6	Desenho Técnico do Veio Semi-roscado . . . . .	117
A.7	Desenho Técnico da Barra Base Triângulo . . . . .	119
A.8	Desenho Técnico da Barra Topo Triângulo . . . . .	121
A.9	Desenho Técnico da Trave Triângulo . . . . .	123
A.10	Desenho Técnico da Aba 1F . . . . .	125
A.11	Desenho Técnico da Aba 4F . . . . .	127

A.12 Desenho Técnico da Aba Triângulo 2F . . . . .	129
A.13 Desenho Técnico da Aba Triângulo 1F . . . . .	131
A.14 Desenho Técnico do Pino . . . . .	133
A.15 Desenho Técnico da Chapa Longa . . . . .	135
A.16 Desenho Técnico da Chapa Parede . . . . .	137
A.17 Desenho Técnico de Subconjunto do Suporte Piscina . . . . .	139
A.18 Desenho Técnico da Barra "L" Baixo . . . . .	141
A.19 Desenho Técnico da Barra "L" Cima . . . . .	143
A.20 Desenho Técnico da Barra Lisa . . . . .	145
A.21 Desenho Técnico da Barra Apoio . . . . .	147
A.22 Desenho Técnico da Barra Lateral . . . . .	149
A.23 Desenho Técnico da Base Longa . . . . .	151
A.24 Desenho Técnico de Subconjunto do Suporte Viga . . . . .	153
A.25 Desenho Técnico da Chapa Teto . . . . .	155
A.26 Desenho Técnico da Chapa Horizontal . . . . .	157
A.27 Desenho Técnico da Chapa Diagonal . . . . .	159
A.28 Desenho Técnico da Chapa Vertical . . . . .	161
A.29 Desenho Técnico do Eixo do Rolo . . . . .	163
A.30 Desenho Técnico do Eixo da Roda . . . . .	165
A.31 Desenho Técnico do Núcleo Batente . . . . .	167
A.32 Desenho Técnico do Rasto Batente . . . . .	169
A.33 Desenho Técnico da Chapa de Travamento . . . . .	171
A.34 Desenho Técnico da Pega . . . . .	173
A.35 Desenho Técnico da Borracha Pega . . . . .	175

## **Anexos**

<b>I Anexos</b>	<b>177</b>
I.1 Anexo - Ficha Técnica da corda biforcada . . . . .	177
I.2 Anexo - Ficha Técnica do tubo redondo . . . . .	178
I.3 Anexo - Ficha Técnica dos casquilhos . . . . .	179
I.4 Anexo - Ficha Técnica do tubo de secção quadrangular . . . . .	180
I.5 Anexo - Dimensões da viga Perfil IPN . . . . .	181
I.6 Anexo - Dimensões das rodas laterais . . . . .	182
I.7 Anexo - Dimensões dos rolos . . . . .	182
I.8 Anexo - Ficha Técnica dos freios . . . . .	183
I.9 Anexo - Ficha Técnica dos olhais . . . . .	183
I.10 Anexo - Ficha Técnica da mesa hidráulica . . . . .	184
I.11 Anexo - Tolerâncias Fundamentais . . . . .	185
I.12 Anexo - Desvios de referência dos furos . . . . .	186
I.13 Anexo - Desvios de referência dos veios . . . . .	187

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Dimensões internas de um contentor de 20 pés. Adaptado de [2]. . . . .	1
2.1	Ilustração da trajetória dos <i>gliders</i> devido às alterações da flutuabilidade. Extraído de [3]. . . . .	5
2.2	Imagem do <i>glider</i> em estudo - SEAEXPLORER ALSEAMAR. Extraído de [5].	6
2.3	Abordagens para recolha manual de <i>gliders</i> subaquáticos. Extraído de [7]. .	7
3.1	Exemplos de arcos de popa disponíveis no mercado. Adaptado de [9], [10]. .	8
3.2	Exemplo de grua, do tipo "Ponte Rolante" instalada num contentor disponível no mercado. Extraído de [2]. . . . .	10
3.3	Exemplo de uma grua de bandeira com guincho. . . . .	10
3.4	Piscina para realização de testes de flutuabilidade dos <i>gliders</i> . Extraído de [11].	11
4.1	Esquema da metodologia utilizada no decorrer da dissertação. Adaptada de [12]. . . . .	12
4.2	Esquema da sequência de pensamento Divergente e Convergente no processo de projeto, segundo VDI 2221. Adaptado de [14]. . . . .	15
5.1	Esboço dos espaços ocupados por cada elemento dentro do contentor. . . .	16
6.1	Método para projetar. Adaptado de [16] . . . . .	19
6.2	Árvore dos Requisitos Funcionais. . . . .	21
6.3	Árvore dos Parâmetros de Projeto. . . . .	25
6.4	Caixa de transporte e armazenamento de uma máquina fotográfica Extraído de [21]. . . . .	25
6.5	Modelo de prateleira personalizada para armazenamento de <i>gliders</i> . . . . .	26
6.6	Berços ou ganchos em "U" para armazenamento de <i>gliders</i> . . . . .	27
6.7	Representação esquemática da deslocação do <i>glider</i> com o auxílio do guincho.	28
6.8	Ligação <i>gliders</i> -guincho através de corda em "Y". . . . .	29
6.9	Configuração utilizada para fixar o <i>glider</i> ao guincho [23]. . . . .	29
6.10	Exemplo de uma plataforma elevatória [24]. . . . .	29

6.11	Representação esquemática da deslocação do <i>glider</i> com o auxílio do guincho (2).	31
6.12	a) Esboço esquemático do "mecanismo paralelogramo"; b) Representação de como os <i>gliders</i> ficariam dispostos no contentor com a utilização deste mecanismo. (Vista Superior)	32
6.13	Mecanismo paralelogramo.	33
6.14	Calhas de deslizamento [25].	33
6.15	Estrutura com prateleiras retráteis utilizando calhas deslizantes.	34
6.16	Vista Superior da disposição das estruturas no contentor.	34
6.17	Representação esquemática da deslocação do <i>glider</i> com o auxílio do guincho (3).	36
6.18	Carro com espaldar.	37
6.19	Guiamento com calha em "U".	38
6.20	Guiamento com calha em "V" invertido.	38
6.21	Disposição do contentor no navio.	40
6.22	Representação da alternativa da grua desdobrável no contentor.	40
6.23	Representação simplificada do rasgo no contentor.	41
6.24	Representação da alternativa da grua com o rasgo no contentor.	42
6.25	Representação da alternativa da grua com a rotação de 90 graus do contentor.	42
6.26	Disposição do contentor no navio com a rotação de 90 graus.	42
6.27	Representação da viga extensível no contentor (Posição 1).	43
6.28	Representação da viga extensível no contentor (Posição 2).	44
6.29	Gato de desengate rápido [26].	45
6.30	Reposição do gancho no <i>glider</i> através de um bote de apoio [27].	45
6.31	Dimensões da piscina [28].	46
6.32	Carrinho com plataforma elevatória.	46
6.33	Ganchos para fixação da viga quando esta não se encontra em utilização.	51
6.34	Batente de borracha para limitar o deslizamento da viga nos roletes.	51
6.35	Batente de borracha para limitar o deslizamento da viga nos roletes e ganchos de fixação.	52
6.36	Adaptação no mecanismo da plataforma.	53
6.37	Mesa estendida e fixa através dos ganchos.	53
6.38	Mesa estendida e fixa através dos ganchos posicionados mais acima.	53
6.39	Guiamento com calha em "C".	54
6.40	Representação da solução final no interior do contentor.	55
7.1	Vista explodida legendada do paralelogramo.	59
7.2	Mecanismo paralelogramo montado.	59
7.3	Paralelogramo nas suas duas possíveis posições: a) "aberto"; b) "fechado".	60
7.4	Dimensões do berço (mm).	61

7.5	Representação (em corte) do conjunto, para melhor compreensão das interligações entre os componentes. . . . .	62
7.6	a) Dimensões do veio semi-roscado (mm); b) Dimensões do suporte (mm); c) Vista em perspectiva do subconjunto. . . . .	63
7.7	Dimensões da Barra Base Triângulo (mm). . . . .	64
7.8	Alçado lateral esquerdo do conjunto. . . . .	64
7.9	a) Dimensões da aba pertencente à chapa sem pino (mm); b) Dimensões da aba pertencente ao triângulo sem pino (mm); c) Dimensões da aba pertencente à chapa com pino (mm); d) Dimensões da aba pertencente ao triângulo com pino (mm); . . . . .	65
7.10	a) Utilização das abas "b" e "d" na montagem de um dos triângulos do paralelogramo (com pino); b) Utilização das abas "a" e "c" na montagem de um dos triângulos do paralelogramo (sem pino). . . . .	66
7.11	Principais dimensões do pino (mm). . . . .	67
7.12	Posicionamento estratégico dos pinos no mecanismo. . . . .	67
7.13	Dimensões da "Chapa Única" (mm). . . . .	68
7.14	Disposição do <i>glider</i> no contentor. . . . .	69
7.15	Legenda dos subconjuntos constituintes do mecanismo da viga. . . . .	70
7.16	a) Destaque das rodas que suportam o peso da viga e dos restantes equipamentos nela suspensos; b) Perspetiva das rodas destacadas em "a)" para uma melhor interpretação visual. . . . .	71
7.17	a) Enviesamento da viga causado pela ausência de rodas de guiamento. b) Rodas que evitam o enviesamento da viga; c) Perspetiva das rodas destacadas em "b)" para uma melhor interpretação visual. . . . .	71
7.18	Instabilidade da viga devido à ausência de rodas de guiamento; b) Rodas que evitam o enviesamento da viga; c) Perspetiva das rodas destacadas em "b)" para uma melhor interpretação visual. . . . .	72
7.19	Legenda dos elementos constituintes de um suporte. . . . .	72
7.20	Legenda dos restantes elementos constituintes do mecanismo da viga. . . . .	73
7.21	Ilustração da utilização dos batentes e das chapas de travamento. . . . .	74
7.22	Ilustração da utilização de ganchos de forma a imobilizar a viga quando esta não se encontra em utilização (Alçado lateral esquerdo). . . . .	75
7.23	Ilustração da utilização de ganchos de forma a imobilizar a viga quando esta se encontra "esticada" (Alçado lateral direito). . . . .	75
7.24	Dimensões da Viga (mm). . . . .	76
7.25	Guincho utilizado para o projeto. Adaptado de [34]. . . . .	76
7.26	a) Subconjunto em perspectiva; b) Dimensões da Chapa Topo; c) Dimensões da Chapa Oblíqua (mm). . . . .	77
7.27	a) Ilustração do contacto entre a roda e a viga caso o suporte fosse vertical; b) Solução efetivamente adotada. . . . .	78

7.28 a) Subconjunto em perspectiva; b) Dimensões da Chapa Horizontal; c) Dimensões da Chapa Vertical (mm). . . . .	78
7.29 a) Dimensões do eixo das rodas laterais; b) Dimensões do eixo do rolo (mm). . . . .	80
7.30 Ilustração das distâncias entre Suportes (mm). . . . .	81
7.31 a) Dimensões do núcleo do batente; b) Dimensões do revestimento do batente (mm). . . . .	82
7.32 Dimensões da Chapa Travamento (mm). . . . .	83
7.33 Ilustração das distâncias entre Chapas de Travamento (mm). . . . .	83
7.34 Representação da Pega. . . . .	84
7.35 Dimensões dos componentes da pega (mm). . . . .	84
7.36 Exemplo de cabo com dois ganchos. . . . .	85
7.37 Dimensões entre os olhais e as faces interiores do contentor (mm). . . . .	86
7.38 Vistas que mostram a localização da piscina dentro do contentor (frente e planta). . . . .	87
7.39 Legenda dos componentes do Suporte da piscina. . . . .	90
7.40 Hipótese 1 para a ligação entre as barras do suporte (encaixe e soldadura). . . . .	90
7.41 Hipótese 2 para a ligação entre as barras do suporte (apenas soldadura). . . . .	91
7.42 Ilustração da piscina no respetivo suporte. . . . .	91
7.43 Mesa hidráulica com capacidade até 1000 kg. . . . .	92
7.44 Planta do contentor com todos os elementos e equipamentos requisitados para o bom funcionamento deste projeto. . . . .	93
9.1 Subconjuntos pertencentes ao contentor para o projeto de utilização dos <i>gliders</i> . . . . .	99

## ÍNDICE DE TABELAS

2.1	Dimensões e parâmetros relevantes do SEAEXPLORER ALSEAMAR. . . . .	6
6.1	Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR <sub>111</sub> . . . . .	27
6.2	Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR <sub>112</sub> . . . . .	30
6.3	Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR <sub>113</sub> . . . . .	35
6.4	Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR <sub>114</sub> . . . . .	39
6.5	Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR <sub>121</sub> . . . . .	44
6.6	Tabela de compatibilidade entre as soluções escolhidas. . . . .	48
7.1	Principais características do guincho elétrico escolhido. . . . .	77
8.1	a) Propriedades mecânicas do AISI 316; b) Composição química do AISI 316 [38]. . . . .	95
8.2	a) Propriedades mecânicas do ST37; b) Composição química do ST37 [38]. . . . .	96
8.3	a) Propriedades mecânicas do A36; b) Composição química do A36 [38]. . . . .	97

## GLOSSÁRIO

***Glider Subaquático*** Planador subaquático / Veículo robótico autónomo não tripulado, concebido para medir parâmetros oceanográficos como temperatura, salinidade, níveis de clorofila (entre outros).

## SIGLAS

**ARDITI** Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação

**CN** *Customer Need*

**DP** *Design Parameter*

**FR** *Functional Requirement*

**PV** *Process Variables*

# INTRODUÇÃO

## 1.1 Tema e relevância

A robótica subaquática tem vindo a ganhar espaço na caracterização e monitorização dos oceanos, uma vez que envolve menos recursos humanos e materiais quando comparados com os métodos tradicionais.

De modo a ser possível recorrer a diferentes plataformas de lançamento, nomeadamente navios com diferentes configurações, é necessário que estes equipamentos disponham de um armazenamento e equipamento auxiliar para o seu lançamento e recolha, idealmente contentorizado. Neste contexto surge o tema da dissertação, que consiste no anteprojecto de um contentor de 20 pés com capacidade para armazenar seis *gliders* (veículos autónomos subaquáticos) e respetivos instrumentos, com sistema de elevação para armazenamento, assim como sistema de lançamento e recuperação dos equipamentos da água. As dimensões internas do contentor encontram-se na Figura 1.1.



Figura 1.1: Dimensões internas de um contentor de 20 pés. Adaptado de [2].

O objetivo deste trabalho é concentrar todo o mecanismo num só contentor, sendo fundamental para aumentar a flexibilidade e adaptabilidade das missões subaquáticas, e facilitar a sua mobilidade entre embarcações.

## 1.2 Motivação

A exploração subaquática tem desempenhado um papel crucial em diversas áreas, desde pesquisas oceanográficas até aplicações militares. Neste contexto, os *gliders* emergem como ferramentas valiosas na recolha de dados em ambientes subaquáticos de difícil acesso, dada a sua capacidade de navegação autónoma de longa duração. No entanto, as operações associadas ao seu lançamento e à sua recolha representam desafios significativos.

Este tema surgiu após um estágio de Verão na ARDITI (Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação). A empresa pretende adquirir um navio com cerca de 40 m de comprimento, onde tenciona colocar um contentor com as finalidades descritas anteriormente. Surgiu assim uma proposta para encarar este desafio no âmbito de uma dissertação de mestrado.

Dada toda a experiência vivida e interesse na área adquiridos durante o estágio, este projeto é uma excelente oportunidade para combinar este ramo da ciência (Oceanografia) com a Engenharia Mecânica, de modo a conceber algo efetivamente útil, obedecendo a algumas especificações.

## 1.3 Objetivos

Atualmente existem variadíssimos métodos para armazenamento de equipamentos, bem como diversas maneiras de os lançar e de os remover da água a partir de uma embarcação. No entanto, as condições são diferentes de navio para navio, e nem sempre existem condições favoráveis para desempenhar este papel. O principal objetivo desta dissertação passa por projetar um contentor com todo o equipamento necessário para a utilização de *gliders*.

Esta proposta oferece algumas especificações que devem ser tidas em conta ao longo deste anteprojecto. De entre muitas, destacam-se as seguintes:

- Todos os equipamentos e mecanismos necessários para fazer o armazenamento, o lançamento e a recolha dos mesmos devem estar contidos num contentor de 20 pés;
- O contentor deve ser dividido em duas partes: armazenamento e oficina, onde são feitos alguns testes e possíveis manutenções;
- A oficina deve incluir uma pequena piscina de modo a efetuar os testes de flutuabilidade necessários antes dos equipamentos passarem para o mar;
- É necessário dimensionar os mecanismos responsáveis pelo seu armazenamento, o seu lançamento e a sua recolha de modo a suportarem cerca de 500 kg.

Para além disto, é fundamental ter em consideração vários aspetos como as vibrações a que a embarcação está sujeita ou até mesmo a possível corrosão dos equipamentos devido à água salgada.

A dissertação abordou uma primeira fase de pesquisa e revisão bibliográfica por forma a enquadrar o problema num panorama mais generalista, posteriormente orientando-o para ideias mais concretas sobre este género de contentores para embarcações e os variados mecanismos que existem hoje em dia para as aplicações acima mencionadas.

Feita a revisão bibliográfica, estão reunidas as condições para passar à segunda fase, a fase da conceção. Nesta fase, foi necessário desenvolver todo o mecanismo para armazenamento dos seis *gliders*, e para os respetivos lançamento e recolha dos mesmos, através de softwares de modelação em 3D, apresentando os respetivos desenhos técnicos.

Em consequência da complexidade e dimensão deste projeto, não será elaborado um protótipo, até porque este exigiria um elevado investimento financeiro, e traria um enorme risco associado à incapacidade de atender os prazos estabelecidos.

Na eventualidade de disponibilidade de tempo excedente, solicita-se, adicionalmente, a elaboração do projeto de pormenor.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada em nove capítulos, de forma a permitir uma leitura clara e sistemática do trabalho desenvolvido:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Apresenta o tema, a motivação e os objetivos do trabalho, fornecendo o contexto geral para o desenvolvimento do projeto.
- **Capítulo 2 – Enquadramento do Problema:** Explora as características fundamentais dos *gliders* subaquáticos e descreve os desafios associados ao seu armazenamento, lançamento e recolha.
- **Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica:** Reúne as abordagens existentes para o armazenamento e manuseio de *gliders*, destacando lacunas que justificam a presente investigação.
- **Capítulo 4 – Metodologia:** Explica a abordagem metodológica adotada no desenvolvimento do projeto, desde a definição dos requisitos até à proposta de solução.
- **Capítulo 5 – Disposição dos Elementos no Contentor (*Layout*):** Apresenta um esboço inicial da disposição dos componentes no contentor, baseando-se nos requisitos funcionais.
- **Capítulo 6 – Estrutura Funcional do Projeto:** Detalha a definição dos requisitos funcionais e as soluções propostas para atender às necessidades do cliente.
- **Capítulo 7 – Dimensionamento Funcional e Geométrico:** Desenvolve o anteprojecto detalhado dos componentes principais do sistema, considerando as condições operacionais.

- **Capítulo 8 – Materiais:** Analisa os materiais utilizados no projeto, avaliando sua adequação face às condições ambientais e estruturais.
- **Capítulo 9 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros:** Resume os principais resultados obtidos, destacando as contribuições do trabalho e propondo direções para estudos futuros.

Esta estrutura foi concebida para assegurar uma abordagem progressiva e lógica ao problema, proporcionando ao leitor uma visão clara e compreensiva de todas as etapas do desenvolvimento do projeto.

## ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA

### 2.1 *Gliders* Subaquáticos

Um *Glider* Subaquático é um veículo robótico autónomo não tripulado, concebido para medir parâmetros oceanográficos como temperatura, salinidade, níveis de clorofila (entre outros), que são posteriormente transmitidos para terra. Estes equipamentos são mais económicos e sustentáveis, comparando-os com navios oceanográficos tradicionais e possuem uma monitorização contínua, o que lhes permite operar continuamente durante semanas ou até meses. Para além disto, outra das suas principais vantagens é a adaptabilidade que têm a condições meteorológicas adversas ou a zonas de difícil acesso, o que pode tornar-se desafiador para navios tripulados [3].

Como foi referido, por ser um veículo autónomo, tem a liberdade de escolha no seu comportamento mediante influências externas ao próprio sistema, o que evita a necessidade de programar todo o seu comportamento antes de cada missão [4].

Estes equipamentos utilizam uma bomba interna para bombear um fluido (neste caso óleo) de um reservatório interno para uma bexiga externa flexível, aumentando ou diminuindo o seu volume, o que conseqüentemente altera a sua densidade, tornando-se mais leve ou mais pesado do que a água circundante, consoante a sua preferência. Isto altera a sua flutuabilidade, permitindo-lhe mover para cima e para baixo ao invés da utilização de um sistema de propulsão, tal como ilustra a Figura 2.1 [3].

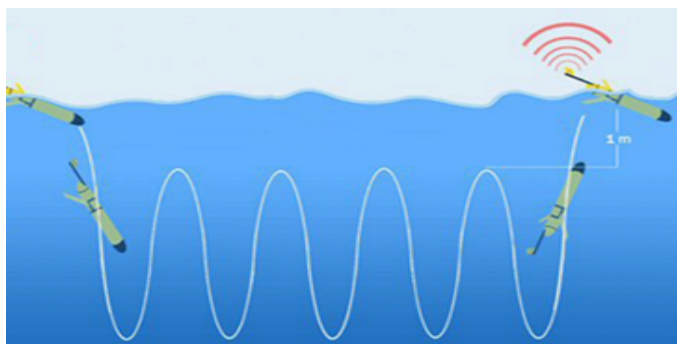


Figura 2.1: Ilustração da trajetória dos *gliders* devido às alterações da flutuabilidade. Extraído de [3].

Os movimentos dos pesos internos permitem que o *glider* se incline para mergulhar ou subir na coluna de água, e estão equipados com uma bússola para orientar a sua trajetória.

Estes equipamentos são modulares, o que significa que possuem a capacidade de serem adaptados para atender às solicitações específicas das diferentes missões de pesquisa oceânica. Esta característica permite a sua fácil adaptação possibilitando a troca de sensores especializados e também facilita muito a sua manutenção, reparações e atualizações, contribuindo para uma maior eficiência no uso de recursos.

Para esta aplicação em particular, os *gliders* que serão adquiridos pela empresa encontram-se na Figura 2.2.



Figura 2.2: Imagem do *glider* em estudo - SEAEXPLORER ALSEAMAR. Extraído de [5].

Na Tabela 2.1 encontram-se informações importantes para o correto dimensionamento dos mecanismos que os vão suportar e armazenar, à exceção da profundidade máxima que o *glider* consegue atingir, que está na tabela apenas a título de curiosidade [6].

Tabela 2.1: Dimensões e parâmetros relevantes do SEAEXPLORER ALSEAMAR.

Diâmetro [m]		0,25
Comprimento [m]	Corpo	2
	Antena desdobrável	1
Peso [kgf]		59
Profundidade máxima [m]		750

## 2.2 Lançamento e Recolha de *Gliders* Subaquáticos

Após uma compreensão dos aspetos fundamentais destes mecanismos e do seu funcionamento básico, torna-se essencial explorar detalhadamente os procedimentos de lançamento e de recolha.

Os *gliders* subaquáticos geralmente não são lançados diretamente do solo, como terra firme, devido a várias razões operacionais do projeto. A principal razão reside no funcionamento do mecanismo, visto que para utilizarem o método de propulsão, estão dependentes da presença de água. A ausência da mesma pode afetar adversamente o desempenho do veículo, prejudicando sua capacidade de realizar mergulhos e ascensões controladas. Além disso, o lançamento a partir de terra pode expor o *glider* a danos durante a fase de contacto com a água [7].

A abordagem convencional consiste em utilizar competências humanas e equipamento rudimentar, como redes, guindastes, cintos e ganchos para trazer de volta um *glider*, tal como mostra a Figura 2.3.



Figura 2.3: Abordagens para recolha manual de *gliders* subaquáticos. Extraído de [7].

Nestes casos, o sucesso da operação depende da experiência e das competências dos operadores. Para além disso, alguns destes métodos podem levar à colisão do *glider* com o navio, de tal modo que pode danificá-los. Em caso de mau tempo, não só este processo se torna mais difícil, como o risco de acidentes pessoais também aumenta [7].

Outra abordagem comum consiste em aproximar-se do *glider* com um pequeno bote para o capturar utilizando um dispositivo de fixação. Mais uma vez, é fundamental coordenar a operação com precisão, considerando o clima, as condições do mar e a segurança de toda a equipa.

Por conseguinte, surge a necessidade de elaborar um método seguro e automático para a recuperação dos *gliders* [8].

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Lançamento de *Gliders* Subaquáticos

Apesar de ser um potencial desperdício de recursos devido ao seu sobredimensionamento para o contexto apresentado, é viável a utilização de um arco de popa (ou A-frame, como se costuma dizer) para realizar o lançamento de *gliders*, tal como representado na Figura 3.1.

Esta estrutura, embora concebida com capacidades além das necessárias, oferece vantagens como robustez e adaptabilidade.

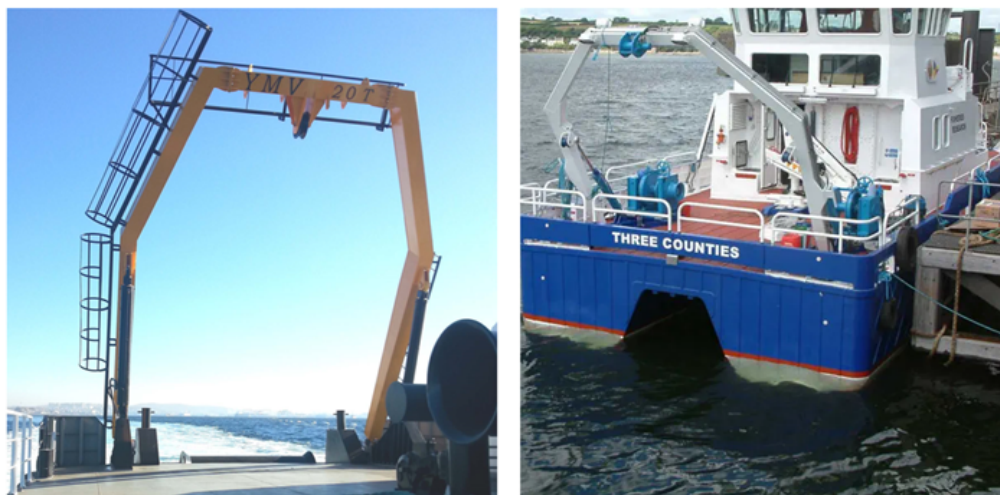


Figura 3.1: Exemplos de arcos de popa disponíveis no mercado. Adaptado de [9], [10].

No entanto, uma análise das exigências da operação, revelará oportunidades para otimização, sugerindo que, apesar da funcionalidade atual, uma solução mais eficiente pode ser implementada para maximizar a eficácia operacional e minimizar o desperdício de recursos.

## 3.2 Armazenamento de *Gliders* Subaquáticos

O armazenamento adequado dos *gliders* é crucial para assegurar a sua funcionalidade e durabilidade. Este processo, vital entre missões, envolve considerações específicas, desde instalações apropriadas até estratégias que garantam a prontidão operacional desses instrumentos subaquáticos.

Relativamente ao seu armazenamento, observa-se uma limitação de recursos informativos acerca deste tópico ao realizar uma pesquisa abrangente na literatura existente. No entanto, é importante realçar que durante o estágio mencionado anteriormente, foi possível adquirir informações relevantes sobre o assunto. Além da experiência prática adquirida durante o mesmo, as interações e trocas de informações com alguns profissionais que trabalham no ramo da Oceanografia, desempenharam um papel crucial no aprofundamento do conhecimento sobre o armazenamento destes equipamentos.

Existem algumas práticas de armazenamento que se podem designar como adequadas de forma a preservar a integridade dos *gliders*, prolongar a sua vida útil e garantir que estejam prontos para missões futuras, práticas essas que serão descritas ao longo deste subcapítulo.

Antes de armazenar estes equipamentos, é crucial realizar uma limpeza para garantir que estão nas condições ideais. Uma lavagem do aparelho em água doce para evitar a corrosão e a remoção de detritos ou organismos marinhos são normas importantíssimas para os preservar. Para além disso, o armazenamento num ambiente controlado é preferível, idealmente em instalações que permitam o controlo de alguns parâmetros como temperatura e humidade.

É também fundamental a utilização de suportes ou prateleiras específicas de forma a garantir a sua proteção contra quedas ou impactos, posicionando-os de maneira segura. Apesar destes equipamentos terem alguma robustez, algum impacto ou exposição destes equipamentos a condições menos favoráveis pode danificar o corpo do mecanismo ou até mesmo dos sensores que lhe estão anexados. Para além de prateleiras, outro método de armazenamento passa pela proteção individual dos *gliders* com capas de forma a resguardá-los de poeiras e arranhões.

Para armazenar estes equipamentos de maneira correta e com segurança, é essencial dispor de um equipamento apropriado, tal como uma grua ou mecanismo semelhante, capaz de manusear estes objetos de forma eficiente e segura, sem depender exclusivamente da intervenção humana (Figura 3.2).



Figura 3.2: Exemplo de grua, do tipo "Ponte Rolante" instalada num contentor disponível no mercado. Extraído de [2].

Dada a natureza resistente e ao mesmo tempo delicada dos *gliders*, o recurso a uma grua oferece a capacidade de posicioná-los com precisão, minimizando o risco de danos ou incidentes durante este processo. Além disso, a automação deste procedimento não só aumenta a eficiência operacional, mas também reduz significativamente o trabalho manual, proporcionando um ambiente mais seguro para a manipulação destes equipamentos.

A seguinte figura (Figura 3.3) representa um outro género de grua que é possível inserir num contentor para armazenar os *gliders*. Esta fotografia foi disponibilizada pela ARDITI, com o propósito de mostrar mecanismos já existentes.



Figura 3.3: Exemplo de uma grua de bandeira com guincho.

### 3.3 Testes de Flutuabilidade

Sempre que é colocado um *glider* no oceano, existe um receio constante (por parte da equipa) de que o equipamento possa não ser recuperado. Pode ficar preso debaixo de um rochedo, ser atingido por um navio ou ficar preso em correntes tão fortes que acabe por ir parar a uma praia. A maioria destas possibilidades está fora do controlo dos operadores, e de forma a minimizar a hipótese de perder um destes equipamentos devido a um erro humano, é efetuado um conjunto de procedimentos antes de os colocar na água [11].

Um dos passos mais importantes consiste na execução de testes de flutuabilidade. Isto significa que é adicionado ou retirado peso, para que a densidade do *glider* corresponda à densidade da água onde vai ser colocado. A densidade da água do mar depende da sua temperatura e salinidade: a água fria é mais densa, ou mais “pesada” do que a água quente, e a água salgada é mais densa do que a água doce. Se não adicionarmos peso suficiente, o equipamento terá dificuldade em mergulhar e, caso tenha excesso de peso, terá dificuldade em regressar à superfície [11].

Um dos requisitos para a elaboração deste projeto foi a inclusão de uma estrutura semelhante a uma piscina dentro do contentor. Esta adaptação é especificamente concebida para realizar testes de flutuabilidade, proporcionando um ambiente controlado e seguro para avaliar o comportamento destes instrumentos em condições simuladas de água, tal como está representado na Figura 3.4.

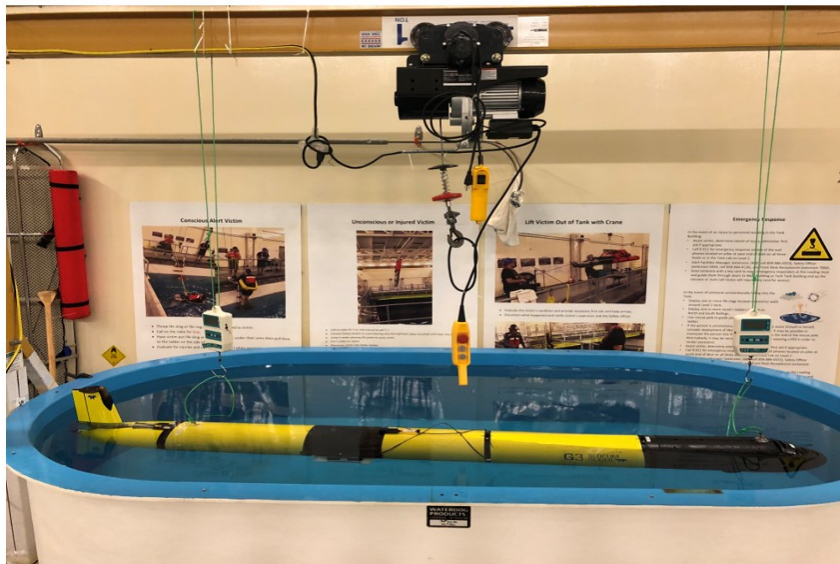


Figura 3.4: Piscina para realização de testes de flutuabilidade dos *gliders*. Extraído de [11].

Esta instalação desempenha um papel fundamental na validação e no refinamento do desempenho dos *gliders*, garantindo a eficácia e a confiabilidade operacional do projeto.

## METODOLOGIA

Neste Capítulo apresenta-se a metodologia a ser utilizada no desenvolvimento da dissertação por forma a cumprir os objetivos anteriormente descritos. A metodologia posteriormente apresentada baseia-se na dissertação de doutoramento do professor doutor António Gabriel dos Santos, "O Projeto de Produtos Únicos Desenvolvidos em Empresas de Pequena Dimensão" [12] e encontra-se esquematizada na Figura 4.1.

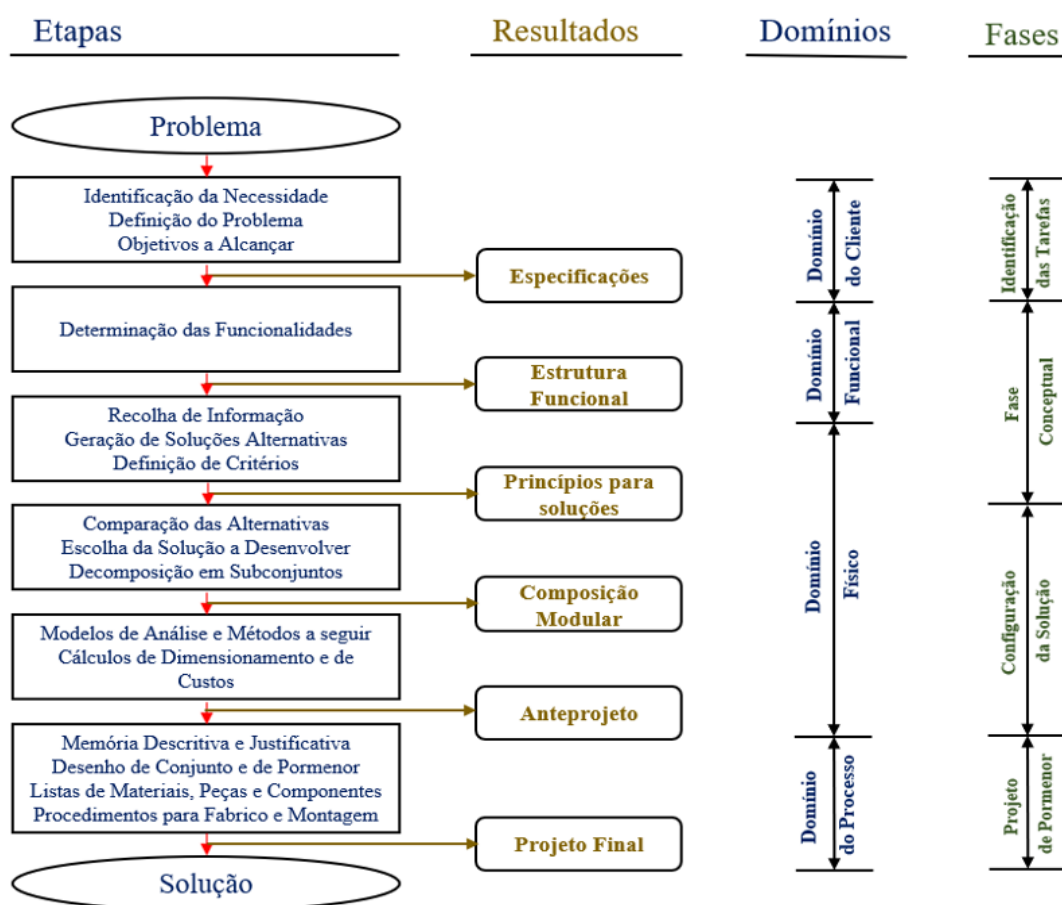


Figura 4.1: Esquema da metodologia utilizada no decorrer da dissertação. Adaptada de [12].

Esta metodologia envolve seis etapas essenciais. A primeira etapa abrange a identificação das necessidades, a definição do problema e uma descrição dos objetivos que se pretende alcançar com a realização da dissertação, ficando assim definidas as Especificações para este Projeto. A segunda etapa consiste na determinação das funcionalidades e as suas interligações, obtendo-se a Estrutura Funcional do Projeto, seguida da terceira e quarta etapa que abrangem a recolha de informação, a geração e a comparação de soluções alternativas, assim como a escolha da solução a desenvolver e os seus componentes, que conduzirão ao estabelecimento dos princípios que serão utilizados para a conceção da solução e dos seus vários módulos. A quinta etapa conclui o anteprojecto, onde é feito o dimensionamento funcional, para garantir o funcionamento e o desempenho das soluções.

Finalmente, a sexta etapa consiste na elaboração do projeto de pormenor, onde seria realizado o dimensionamento para a integridade física dos componentes (para garantir a segurança), de maneira a que não sejam excedidas as tensões e deformações admissíveis e seriam também elaborados e apresentados os desenhos de conjunto e pormenor, bem como a lista de materiais, peças e componentes. Os procedimentos para fabrico e montagem também seriam efetuados nesta etapa, no entanto, devido à quantidade de trabalho compreendida nesta fase, os mesmo não foram incluídos na presente dissertação.

É importante destacar que na Figura 4.1 encontra-se a metodologia completa e para um caso genérico. Esta dissertação em particular irá ficar pelo anteprojecto, mais concretamente no dimensionamento funcional dos conjuntos. Embora sejam apresentados os desenhos técnicos dos componentes, dado que o dimensionamento para a integridade física não foi concluído, pode apenas dizer-se que são os desenhos para fabrico preliminares, ou os desenhos de anteprojecto.

É também de salientar que este trabalho incluirá várias iterações entre etapas anteriores e posteriores e constantes atualizações e melhoramentos.

Durante a realização do Anteprojecto foi utilizada a teoria Axiomática de modo a definir as soluções alternativas ideais para a solução do problema. Este processo de pensamento é abordado mais detalhadamente no Capítulo 6. É apresentado conforme a norma VDI 2221 (*Verein Deutscher Ingenieure*) que foi adaptada e especializada para a sua utilização em projetos de produtos únicos, com o contributo de alguns investigadores. Esta associação de engenheiros alemães produz várias “Guias de Orientação/Directivas” na área de projeto, sendo uma delas a “VDI 2221 – Abordagem Sistemática ao Projecto de Sistemas Técnicos e Produtos” [13]. Esta diretiva sugere uma aproximação sistemática, onde o processo de projeto, integrado na criação do produto, é subdividido em tarefas gerais, de forma lógica e independente de setores específicos da indústria. Este modelo tem em consideração que a tarefa principal pode ser decomposta em subtarefas, que por sua vez são solucionadas por subsoluções contribuindo assim para a solução global do problema principal. Esta guia recomenda a análise e avaliação de várias soluções alternativas para cada fase, repetindo-se o “pensamento divergente-convergente” em cada uma delas, conforme representado na Figura 4.2. Também salientam que as fases não têm de ser necessariamente seguidas numa sequência rígida, uma após a outra. Muitas vezes são desenvolvidas de forma iterativa

regressando a passos anteriores, no sentido de executar melhoramentos “passo-a-passo” ([12], [14]).

A “Metodologia para Projecto de Produtos Únicos”, apresentada na Figura 4.1, e a “Abordagem Sistemática ao Projecto de Sistemas Técnicos”, apresentada na Figura 4.2, constituem os fundamentos teóricos que serviram de base ao processo de projeto desenvolvido nesta dissertação.

As várias tarefas de projeto desenvolvidas nesta dissertação foram realizadas na sequência apresentada nas metodologias acima mencionadas e a escolha das soluções a implementar teve em consideração a avaliação que foi feita, individualmente, para cada uma das soluções alternativas, que desempenham cada umas das funcionalidades pretendidas, tendo tido, também, em consideração a compatibilidade entre as várias soluções individuais, sendo a avaliação das várias combinações dessas soluções alternativas que conduziu à escolha do melhor conjunto de soluções individuais.

As incompatibilidades entre as várias soluções constituem os constrangimentos de sistema.

As soluções escolhidas foram aquelas que integraram a combinação de soluções que apresentou melhor probabilidade de ter sucesso no desempenho das várias funcionalidades pretendidas, em conjunto, não sendo necessariamente as soluções que apresentavam as maiores probabilidades de sucesso no desempenho de cada uma das funcionalidades, avaliadas individualmente.

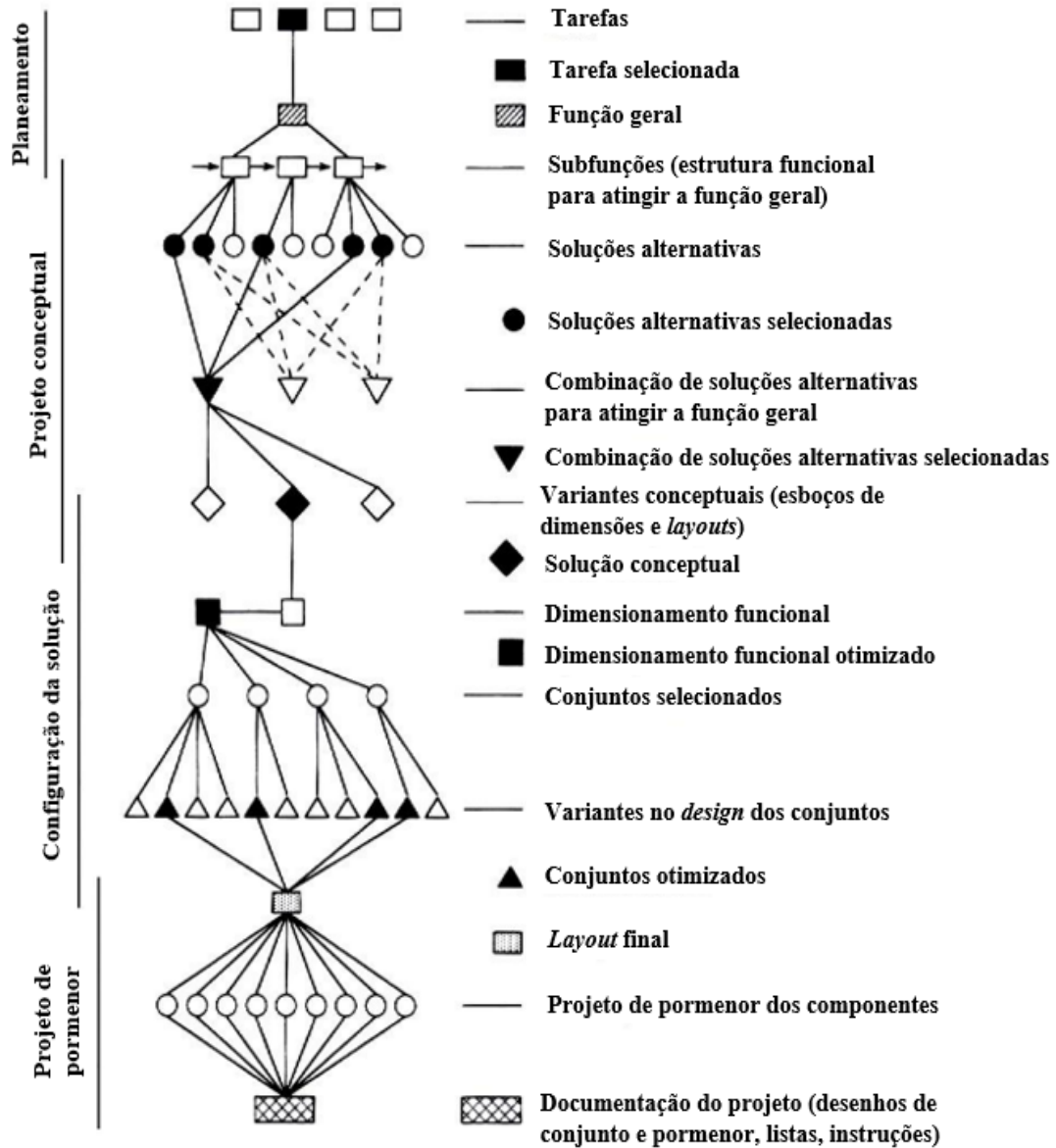


Figura 4.2: Esquema da seqüência de pensamento Divergente e Convergente no processo de projeto, segundo VDI 2221. Adaptado de [14].

## DISPOSIÇÃO DOS ELEMENTOS NO CONTENTOR (*LAYOUT*)

Como foi referido anteriormente, o principal foco deste trabalho é o projeto de um contentor de 20 pés capaz de armazenar seis *gliders* subaquáticos, juntamente com seus instrumentos, proporcionando um sistema completo de lançamento e recuperação dos *gliders*. Esta iniciativa visa aumentar a flexibilidade e adaptabilidade das missões subaquáticas, permitindo a mobilidade eficiente entre diferentes embarcações. A Figura 5.1 representa um esboço inicial da distribuição dos volumes ocupados por cada elemento dentro do contentor (piscina, *gliders*, mesa, grua etc.). Para melhor interpretação da figura, assume-se que as portas do contentor estão situadas ao lado da grua e não junto aos *gliders*.

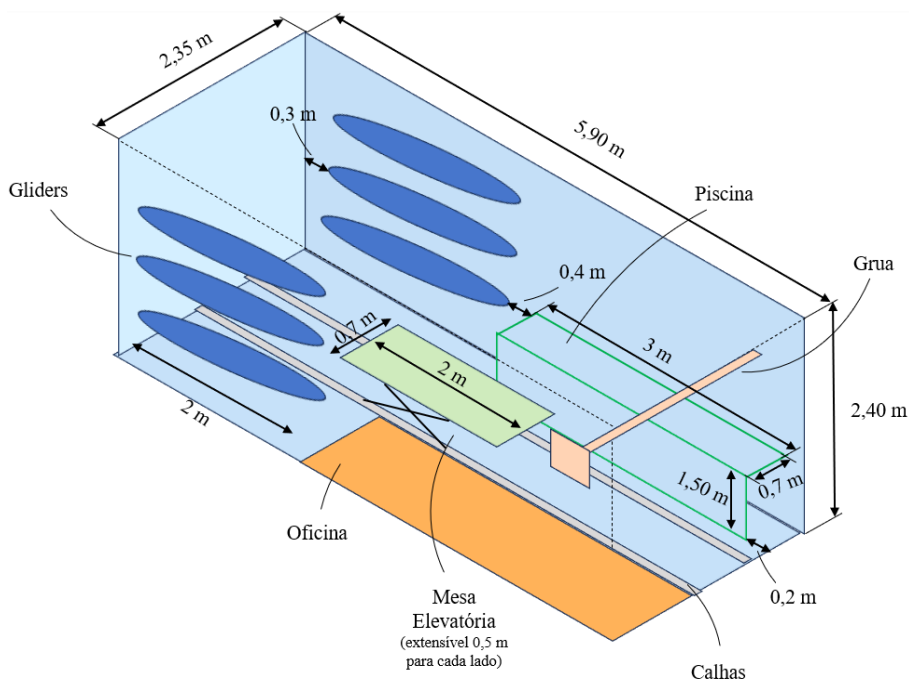


Figura 5.1: Esboço dos espaços ocupados por cada elemento dentro do contentor.

A figura tem por objetivo ilustrar o que foi inicialmente requisitado pela empresa. Embora tenha sido dada liberdade para alterar o mecanismo de transporte, armazenamento ou outro, quando o projeto foi solicitado, imaginava-se que algo deste gênero seria a melhor solução para o problema.

Como mostra a figura, os *gliders* estariam posicionados à retaguarda do contentor com um sistema de armazenamento ainda por definir; podem ser gavetas, ganchos ou qualquer outro equipamento que maximize o espaço no contentor. Para tal, o ideal é ter três *gliders* de cada lado, idealmente sobrepostos, de modo a usufruir da altura do contentor.

Também seria necessário um mecanismo que deslocasse o *glider* da parte traseira do contentor para a frente. Para isto, inicialmente foi sugerida uma mesa/plataforma elevatória, como mostra a Figura 9.1. Esta plataforma deve ter movimento longitudinal ao longo do contentor e, inicialmente, considerou-se que esta movia-se em calhas para guiar e facilitar o seu movimento, no entanto, esta solução foi abandonada, porque limitava a movimentação da plataforma e as calhas constituíam obstáculos para a passagem das pessoas (como será aprofundado no Capítulo 6). Independentemente do mecanismo utilizado para esta tarefa, seria conveniente que estivesse localizado no corredor central do contentor para ficar equidistante dos *gliders* de ambas as paredes. Algo que não foi mencionado inicialmente era a necessidade de fazer a deslocação transversalmente ao contentor, para a qual seria necessário um mecanismo próprio.

Outro aspeto observável na imagem e que é um requisito indispensável do cliente é a presença de uma piscina para os testes de flutuabilidade. A sua localização dentro do contentor não é relevante desde que não ocupe o espaço de algum outro mecanismo importante. Neste sentido, havia duas opções para a colocação da piscina: na parte da frente, ou do lado direito ou do lado esquerdo. Na parede traseira não seria possível devido à falta de espaço, visto que seriam necessários 3 m de piscina e a parede tem apenas 2,35 m. Nas laterais mais recuadas também não haveria espaço devido aos *gliders* lá armazenados. A piscina foi colocada do lado direito, mas pode ser alterada conforme o mais conveniente no decorrer do projeto.

Outro mecanismo representado é a grua. Esta grua tem o propósito de colocar os *gliders* no oceano através da sua rotação com o auxílio de um guincho. É conveniente que esteja o mais próximo possível das portas do contentor para reduzir a distância dos *gliders* até ao mar, ou seja, quanto mais perto estiver da porta, menor será a sua extensão.

O último requisito legível na figura é a zona da oficina. É necessário haver uma área destinada às manutenções que os trabalhadores precisem de efetuar e o local mais indicado é do lado oposto à piscina, por ter mais espaço.

É de notar que os mecanismos ilustrados na figura, assim como a sua disposição, podem não ser os definitivos, mas ajudam a enquadrar o problema e a dar uma noção das proporções. Isto será discutido no próximo capítulo com maior detalhe, explorando todas as alternativas possíveis para cada mecanismo que integre o contentor destinado a utilizar os *gliders* no oceano.

## ESTRUTURA FUNCIONAL DO PROJETO

### 6.1 Introdução

Definidas as especificações para o projeto, foi necessário um método de organização de pensamento. Utilizou-se a Teoria Axiomática de Projeto, a qual proporciona uma forma de ajudar o projetista a organizar o seu pensamento no sentido de definir o que pretende atingir e o modo de o atingir, sendo a combinação destes dois parâmetros o produto final ideal. Esta teoria surgiu na segunda metade do séc. XX inicialmente desenvolvida por Nam Pyo Suh [15].

Esta metodologia visa conferir uma base metodológica à atividade de projetar, deixando de estar tão condicionada por fatores como a intuição e a experiência do projetista.

De acordo com o Professor Suh, o projeto é definido pela interação entre o objetivo a atingir e a estratégia para alcançá-lo. De uma forma mais simples, a atividade de projetar desenvolve-se num ambiente composto pelos quatro domínios a seguir indicados e envolve uma interação constante entre as questões “O quê?” e “Como?” entre domínios adjacentes dos quatro domínios acima mencionados, conforme se representa na Figura 6.1, e que são os seguintes: Domínio do Cliente, Domínio Funcional, Domínio Físico e o Domínio do Processo [15].

O Domínio do Cliente refere-se às necessidades do cliente, ou em inglês, *Customer Needs* (CNs). Aqui são apresentados os objetivos que o utilizador pretende atingir, assim como alguns atributos que considera essencial para o produto final. É importante ter em conta que estas necessidades não são muitas vezes expressas em linguagem técnica e objetiva porque, ao contrário do projetista, o cliente nem sempre tem uma compreensão tão abrangente do funcionamento dos projetos ou sistemas. Deste, passa-se para o Domínio Funcional, onde as necessidades do cliente são apresentadas na forma de requisitos funcionais, ou em inglês, *Functional Requirements* (FRs). O objetivo é conseguir apresentar as necessidades com o menor número de requisitos possível, sendo que estes devem ser expressos em linguagem neutra sob a forma de ações e de forma positiva, de modo a

que a realização dessas ações satisfaça as necessidades do cliente. Aqui surge também o primeiro Axioma, o Axioma da Independência, que refere que todos os FRs devem, idealmente, ser independentes de forma a ser possível ajustar um parâmetro de projeto de um determinado FR sem que isso afete outros FRs, de maneira a reduzir a complexidade do projeto [15].

A fase seguinte, o Domínio Físico, consiste na definição dos parâmetros de projeto, ou em inglês, *Design Parameters* (DPs). Estes visam solucionar os FRs através da especificação de características físicas da solução encontrada. Por fim, existe o Domínio do Processo, que engloba as variáveis do processo, ou em inglês, *Process Variables* PV, que descrevem os processos de realização dos DPs, que serão expostos mais à frente na dissertação [15].

A Figura 6.1 ilustra o processo de mapeamento que deve ser utilizado de forma a projetar corretamente, segundo Suh, sendo que o domínio à esquerda representa “o que se pretende alcançar” e o da direita representa “como se pretende alcançar” [16].

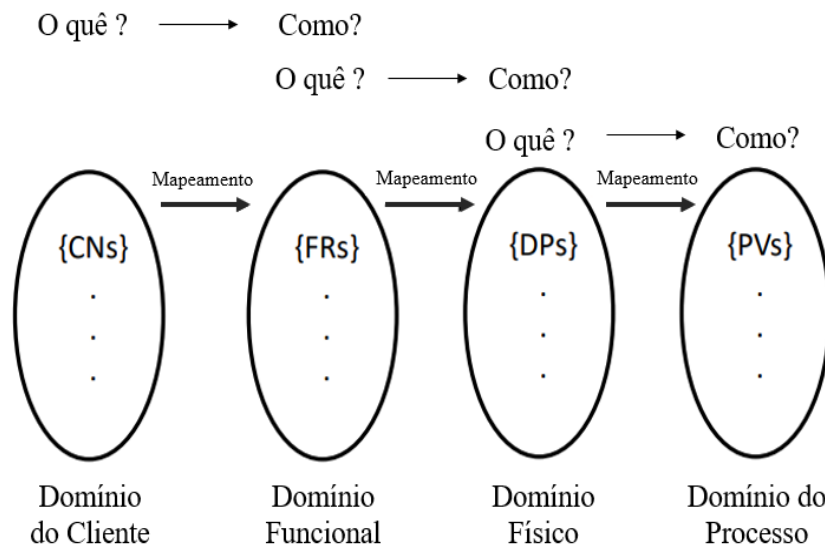


Figura 6.1: Método para projetar. Adaptado de [16]

Neste caso, pretende-se projetar um contentor que permita a utilização de *gliders* no oceano. Sendo que as necessidades do cliente já estão definidas, foi necessário expor os problemas/tarefas na forma de requisitos funcionais e posteriormente dividi-los em problemas mais simples/específicos. Em seguida, foram geradas soluções alternativas para cada FR e avaliou-se a qualidade das alternativas geradas, priorizando sempre a independência dos FRs e promovendo as soluções que apresentam menor grau de conflitos com os constrangimentos do projeto.

Antes de serem apresentados os requisitos funcionais, é necessário introduzir o conceito de constrangimentos.

## 6.2 Constrangimentos

Durante o processo de projetar, existe uma série de restrições e limitações que influenciam e moldam o desenvolvimento do produto [17]. Estas limitações que são denominadas de constrangimentos, devem ser reconhecidas e formuladas *a priori*, ou seja, antes de iniciar o projeto. Quanto mais constrangimentos um problema apresentar, menor será o conjunto de soluções viáveis para o resolver[18].

Existem dois tipos de constrangimentos, os de entrada e os do sistema. Os constrangimentos de entrada (apresentados no subcapítulo 1.3) surgem das especificações do projeto e normalmente são expressos por limites dimensionais, peso, materiais, custos, etc. Os constrangimentos do sistema, como o nome indica, são impostos pelo sistema no qual a solução deve funcionar, onde são estabelecidos limites para a interação entre as soluções, ou seja, um parâmetro de projeto pode passar a ser um constrangimento caso haja conflitos entre o mesmo e um outro DP [19], como é o caso da incompatibilidade entre sub soluções alternativas, que é apresentada no subcapítulo 6.5.

Estes constrangimentos podem ser expressos em três formas: equações, domínios ou regras [18] e [20]:

- Os constrangimentos expressos por equações são, por vezes, fundamentais para estabelecer a relação entre alguns parâmetros de projeto, recorrendo a princípios físicos ou matemáticos bem definidos. Por exemplo, considerando o projeto de um sistema hidráulico para levantar uma carga, uma das equações fundamentais relacionadas com estes sistemas é a Lei de Pascal, onde estabelece a relação entre a força exercida sobre um fluido confinado e a pressão aplicada. Esta relação é descrita pela equação  $P=F/A$ , onde  $P$  representa a pressão exercida no fluido,  $F$  é a força aplicada e  $A$  é a área sobre a qual a força está distribuída. Neste exemplo, a equação demonstra como a pressão exercida pelo sistema hidráulico está relacionada com a força aplicada e também com a área sobre a qual essa força é distribuída, influenciando diretamente o projeto e dimensionamento de alguns componentes do sistema;
- Os constrangimentos expressos por domínios representam os intervalos de valores permitidos para os DPs. Podem ser domínios discretos e finitos, onde só são aceites valores específicos, ou podem ser contínuos e infinitos, abrangendo uma variedade de valores. Exemplificando: no projeto de um sistema de controle de temperatura para um forno industrial, o intervalo de temperatura operacional pode ser um domínio contínuo e infinito, variando de 100 °C a 500 °C. Já a escolha da marca do sensor de temperatura pode ser um domínio discreto e finito, onde algumas marcas específicas são consideradas adequadas.
- Os constrangimentos em forma de regras são estabelecidos por meio de condições e conclusões. Por exemplo, se num projeto de um automóvel é estabelecido que todos

os veículos dever conter *airbags* frontais e travões equipados com ABS, então a regra estabelece que qualquer veículo produzido deve estar em conformidade com estes requisitos de segurança.

Existem vários métodos para solucionar estes constrangimentos, mas não serão estudados em detalhe neste documento visto que esse não é o foco desta dissertação.

Posteriormente serão então apresentados os constrangimentos de sistema durante a análise dos DPs para a escolha da solução final ideal.

### 6.3 Requisitos Funcionais

A decomposição dos domínios em zig-zag é uma característica fundamental da Teoria Axiomática, sendo esta a abordagem utilizada neste trabalho. De acordo com esta metodologia, os Parâmetros de Projeto (DPs) de cada nível são definidos com o objetivo de não afetar os Requisitos Funcionais (FRs) além daqueles diretamente associados. Adicionalmente, é importante salientar que as arquiteturas funcional e física foram desenvolvidas de forma iterativa em zig-zag, o que significa que as decisões tomadas num nível condicionam todas as escolhas feitas em níveis inferiores.

No presente subcapítulo, os Requisitos Funcionais foram definidos a partir das necessidades do cliente, desdobrando-se em problemas mais específicos que devem ser resolvidos individualmente. Cada funcionalidade esperada foi analisada e descomposta, de modo a garantir a sua independência sempre que possível, respeitando o Primeiro Axioma da Teoria Axiomática.

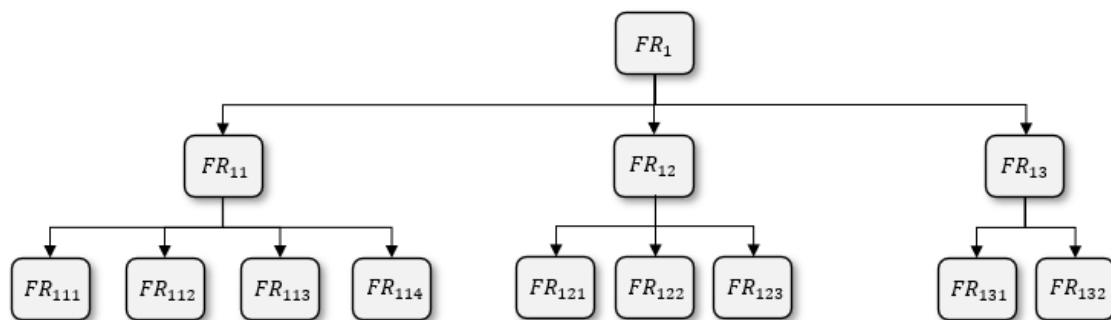


Figura 6.2: Árvore dos Requisitos Funcionais.

#### **FR<sub>1</sub> - Utilizar os gliders no oceano**

É o grande objetivo do projeto e é composto por duas grandes fases da utilização dos *gliders*: a fase do seu transporte/deslocação e armazenamento dos equipamentos e a fase do seu lançamento e recolha como constam nos seguintes FRs.

### **FR<sub>11</sub>- Transportar e armazenar os *gliders***

Esta fase engloba todo o processo de armazenamento e deslocação dos *gliders* no interior do contentor. Dado que é necessária a realização de alguns testes e eventualmente algumas manutenções, é imprescindível dispormos de mecanismos que diminuam o esforço por parte dos operários durante estas tarefas. A partir deste, surgiram ainda requisitos mais específicos.

### **FR<sub>12</sub>- Lançar e recolher os *gliders***

Ao contrário do FR<sub>11</sub>, esta fase abrange a deslocação dos *gliders* no exterior do contentor, ou seja, para o oceano e de volta para o navio no final da sua missão. É uma etapa muito delicada e exige uma grande precisão dos mecanismos a ela associados.

### **FR<sub>13</sub>- Afinar e manter os *gliders***

Este FR está associado aos testes a que os *gliders* são submetidos antes das suas missões. Caso não se obtenha os resultados mais desejados nesses testes, esta tarefa também engloba a manutenção destes instrumentos para que seja possível garantir o melhor desempenho dos *gliders* no oceano.

### **FR<sub>111</sub>- Armazenar os *gliders***

No início e no final da sua utilização, é necessário dispor de um local para armazenar os *gliders* até à sua próxima missão. Pode ser feito em caixas próprias ou em estruturas personalizadas para estes equipamentos.

### **FR<sub>112</sub>- Deslocar os *gliders* verticalmente**

Para maximizar o espaço dentro do contentor, os *gliders* devem ser armazenados de forma sobreposta. Para isso, é preciso um mecanismo capaz de elevar os *gliders* aproximadamente 2 metros e baixá-los novamente, conforme necessário, de maneira a conseguir colocá-los e retirá-los do suporte.

### **FR<sub>113</sub>- Deslocar os *gliders* transversalmente (para colocar no suporte)**

Sabemos que os *gliders* têm de ser armazenados nas laterais do contentor de modo a ter um corredor central com um mecanismo que faça o seu transporte longitudinal. Para tal, é necessário um outro mecanismo que coloque os *gliders* no seu local de armazenamento.

### **FR<sub>114</sub>- Deslocar os *gliders* longitudinalmente (no interior do contentor)**

Assegurados os mecanismos para o armazenamento, deslocamento transversal e elevação dos *gliders*, resta ainda a sua deslocação do local de armazenamento (traseiras do contentor) para a parte da frente (zona de oficina e testes de flutuabilidade).

**FR<sub>121</sub>- Deslocar os *gliders* trajeto navio-oceano e vice-versa**

Esta é considerada a etapa mais importante e com mais riscos associados devido à complexidade do “trajeto” que o *glider* tem de percorrer desde o interior do contentor até ao oceano e vice-versa, evitando sempre a colisão do mesmo com o navio ou com outros objetos rígidos que possam danificar o equipamento.

**FR<sub>122</sub>- Libertar os *gliders* no oceano**

O próprio mecanismo encarregue de fazer a deslocação dos *gliders* necessita de uma ou mais peças que soltem o equipamento quando desejado, de modo a não ser necessária intervenção humana para o soltar.

**FR<sub>123</sub>- Recolher os *gliders* do oceano**

Esta etapa acaba por ser um pouco mais complexa que a anterior, dado que é necessária uma enorme precisão dos equipamentos para conseguir localizar e “agarrar/fixar” o *glider* no oceano. As ondas e agitação marítima tornam esta tarefa muito complicada. De qualquer das maneiras, é necessário fixá-lo de modo a trazê-lo de volta ao contentor.

**FR<sub>131</sub>- Testar a flutuabilidade dos *gliders***

Este FR assenta numa especificação para este projeto. É uma etapa que deve ser concretizada sempre que os *gliders* forem postos no oceano, de modo a garantir que conseguem mergulhar para explorar as profundezas do oceano (razão pela qual foi concebido), mas também garantir que conseguem regressar à superfície, visto que a perda destes equipamentos acarreta um enorme prejuízo. Para tal, é necessário um reservatório com água semelhante à qual onde o *glider* será submetido durante a missão.

**FR<sub>132</sub>- Efetuar manutenções aos *gliders***

Ao contrário do FR anterior, este já não acontece necessariamente em todas as missões dos *gliders*. Existem, no entanto, vários motivos para realizar manutenções a estes equipamentos, sendo as duas principais razões: os maus resultados nos testes de flutuabilidade (o que implica adicionar ou retirar peso ao *glider*) ou então reparar ou acrescentar algum sensor ao *glider*.

## 6.4 Parâmetros de Projeto

De acordo com a Teoria Axiomática, os Parâmetros de Projeto (*DPs*) devem ser definidos em correspondência com os Requisitos Funcionais (*FRs*), de forma iterativa e em *zig-zag*, assegurando a independência funcional. Para este projeto, foram definidos os seguintes *DPs* nos dois primeiros níveis:

- **Nível 1:**

- *FR1*: Armazenar e operar gliders subaquáticos de forma eficiente e segura.
- *DP1*: Conceber um contentor multifuncional que integre sistemas de armazenamento, lançamento e recolha.

- **Nível 2:**

- *FR1.1*: Garantir o armazenamento seguro dos gliders.
- *DP1.1*: Estruturar o contentor com prateleiras ou berços modulares para suporte dos gliders, priorizando o armazenamento em altura.
- *FR1.2*: Assegurar um sistema eficiente de lançamento.
- *DP1.2*: Incluir uma grua equipada com guincho para lançamento controlado.
- *FR1.3*: Facilitar a recolha segura dos gliders.
- *DP1.3*: Implementar uma plataforma elevatória para recuperação precisa e segura.

Estes *DPs* foram definidos de forma a respeitar o Axioma da Independência, permitindo que cada requisito funcional seja satisfeito sem comprometer outros aspetos do projeto. Adicionalmente, essa abordagem contribui para a modularidade e adaptabilidade do contentor, considerando as condições operacionais e os constrangimentos impostos.

Tendo em conta a informação anteriormente exposta, foi também elaborado um esquema para os parâmetros de projeto como representado na Figura 6.3, que, à semelhança da árvore de *FRs*, também possui três níveis.

No processo de desenvolvimento utilizando a Teoria Axiomática, é crucial garantir a consistência e compatibilidade entre as soluções escolhidas para cada problema individualmente, bem como entre os conjuntos de soluções para os diferentes problemas. Isso implica não analisar apenas a eficácia e adequação de cada solução isoladamente, mas também considerar como elas se integram e interagem num sistema mais amplo.

Sendo que para cada requisito funcional existem várias soluções que respondem a esse mesmo problema, são apresentadas várias soluções alternativas para o mesmo *FR*.

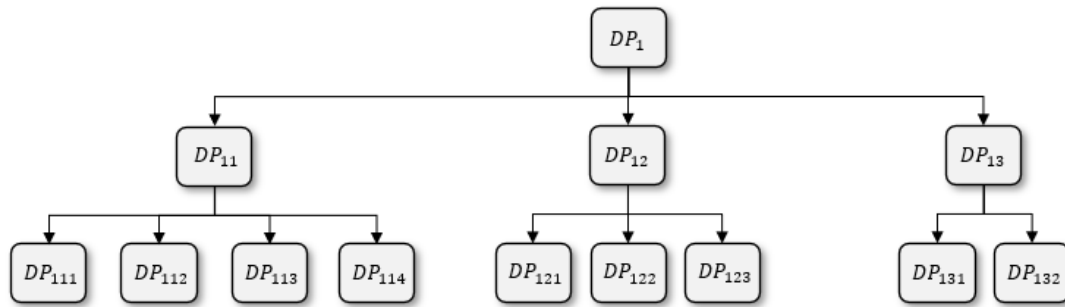


Figura 6.3: Árvore dos Parâmetros de Projeto.

Ao finalizar a exposição e análise das soluções para cada problema, é necessário realizar uma avaliação abrangente da compatibilidade entre elas. Esta análise final é essencial para garantir que o conjunto de soluções selecionado seja coerente e viável para atender aos requisitos e objetivos do projeto como um todo. Em caso de incompatibilidade, será necessário reconsiderar a escolha de algumas soluções.

Soluções alternativas para o FR<sub>111</sub>- Armazenar os *gliders*:

#### **PS<sub>111</sub>-ALTa- Caixas de origem do produto**

Estas caixas são geralmente feitas de materiais leves e resistentes e são projetadas para proteger os *gliders* durante o seu transporte e armazenamento e algumas possuem um revestimento interno almofadado para absolver impactos. Normalmente incluem compartimentos internos ou divisórias para manter os *gliders* organizados e imóveis. Apesar da caixa representada na Figura 6.4 ser de uma máquina fotográfica, mostra muito bem as características descritas anteriormente.



Figura 6.4: Caixa de transporte e armazenamento de uma máquina fotográfica Extraído de [21].

Como alternativa para o armazenamento, as caixas oferecem uma solução segura e portátil, protegendo os equipamentos de danos físicos e poeiras. No entanto, acabam por ocupar muito espaço, especialmente quando há muitos *gliders* para armazenar. Além disso, pode ser necessário retirá-los da caixa sempre que seja preciso acesso a um em específico, o que pode ser um inconveniente face a alternativas onde os *gliders* estão mais facilmente visíveis e acessíveis.

#### **PS<sub>111</sub>-ALTb- Racks ou prateleiras personalizadas**

Os *racks* ou prateleiras personalizadas oferecem uma solução eficiente e duradoura para o armazenamento dos *gliders* dentro do contentor, maximizando o espaço disponível e garantindo acesso fácil aos itens. No entanto, a sua instalação pode envolver investimento de tempo e recursos elevado, visto que estas estruturas têm de ser encomendadas e adaptadas especificamente para estes equipamentos. Para além disso, pode ser mais difícil protegê-los contra poeiras em comparação com opções fechadas, como as caixas.

Na Figura 6.5 apresenta-se um exemplo de prateleiras para este mesmo efeito.

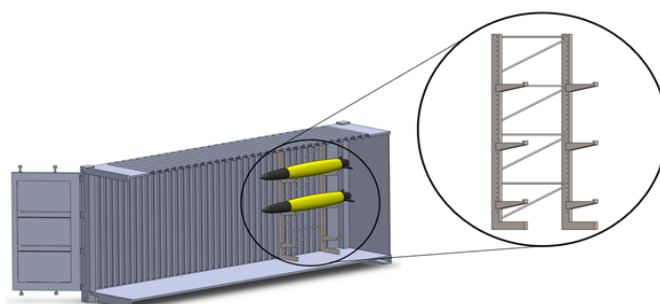


Figura 6.5: Modelo de prateleira personalizada para armazenamento de *gliders*.

É essencial garantir que as prateleiras sejam instaladas de forma segura para evitar danos nos *gliders* e considerar as condições ambientais ao decidir sobre esta opção de armazenamento, dado que os equipamentos podem oscilar e cair com a ondulação marítima. Seria necessário complementar esta solução com algum tipo de fixação como cordas ou ganchos para garantir que os *gliders* não sofram quedas.

#### **PS<sub>111</sub>-ALTc- Berços ou ganchos em "U"**

Apesar de não diferir muito da opção anterior, os berços representam uma alternativa simples e prática para o armazenamento de *gliders*. Fixados nas paredes, estes suportes oferecem uma solução que não requer personalização adicional, permitindo que os robôs sejam colocados sobre ele de forma rápida e conveniente. Por não ocuparem espaço no chão, os ganchos ajudam a otimizar a área disponível no contentor, tal como representa a Figura 6.6. À semelhança das prateleiras, esta opção também necessitaria de uma fixação adicional de modo a não correr riscos de danificar o equipamento.

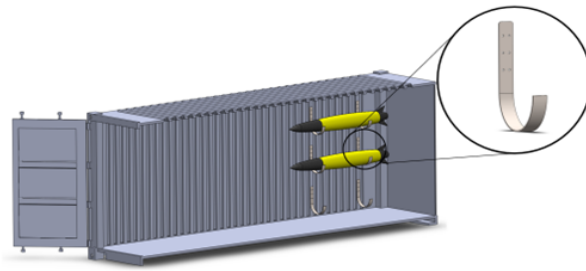


Figura 6.6: Berços ou ganchos em “U” para armazenamento de *gliders*.

Análise das soluções alternativas para o FR<sub>111</sub>- Armazenar os *gliders*:

Ao comparar as diversas soluções para o armazenamento dos *gliders*, é importante considerar uma série de fatores, incluindo espaço, praticidade e segurança. A opção de armazená-los nas próprias caixas é descartada à partida devido ao enorme espaço que ocupam, apesar de oferecerem portabilidade e proteção. Por outro lado, as prateleiras personalizadas maximizam o espaço, mas requerem algum investimento e podem ser menos eficazes na proteção contra poeiras. Já os ganchos em “U” são simples e económicos, mas podem ser menos seguros em condições marítimas agitadas, levando a impactos e danos.

Como foi referido, a escolha entre as soluções deve considerar diversos fatores de modo a garantir a alternativa mais adequada. Na Tabela 6.1 é apresentada essa mesma comparação entre as diferentes soluções propostas. É de destacar que esta comparação é feita com uma classificação de 1 a 3, sendo o “1” o nível mais desfavorável e o “3” o nível mais favorável.

Tabela 6.1: Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR<sub>111</sub>

Fatores de Comparação	Caixas do produto PS111-ALTa	Prateleiras personalizadas PS111-AL Tb	Ganchos em “U” PS111-ALTc
Proteção/Segurança	3	2	2
Acesso aos <i>gliders</i>	1	3	3
Custo	3	1	2
Ocupação de espaço	1	2	3
Facilidade de instalação	3	3	2
<b>TOTAL</b>	11	11	12

Neste contexto, a solução dos ganchos destaca-se como a opção mais indicada. Esta abordagem possibilita uma maximização do espaço e oferece acesso fácil e organizado aos *gliders*, permitindo que sejam facilmente identificados e retirados quando necessário. Em termos de praticidade, os ganchos não requerem personalização significativa e podem ser instalados de forma rápida e relativamente simples. Quanto à segurança, estão em

desvantagem perante a solução das caixas, pelo que é necessário que sejam corretamente fixados minimizando o risco de danos durante o armazenamento e transporte. Uma maneira de aumentar a segurança tanto dos ganchos como das prateleiras passa por inserir uma camada de esponja na superfície que está em contacto com o *glider*, similar à utilizada na primeira alternativa. Isto permite que o equipamento se ajuste à esponja, criando o seu próprio berço. Este ajuste reduz movimentos do *glider* durante a navegação, protegendo-o a si mesmo e aos seus sensores de possíveis danos.

Assim, considerando todos os critérios, a solução dos ganchos (PS111-ALTC) emerge como a indicada para o armazenamento eficiente dos *gliders* dentro do contentor.

### Soluções alternativas para o FR<sub>112</sub> - Deslocar verticalmente os *gliders*:

#### **PS<sub>112</sub>-ALTa- Guincho elétrico**

Para realizar o deslocamento vertical dos *gliders* dentro do contentor, esta é uma solução eficaz, visto que estes dispositivos são conhecidos pela sua robustez e segurança; para além disso, maximiza o espaço dentro do contentor. Todavia, o seu preço de aquisição, instalação e manutenção pode ser consideravelmente alto em comparação com outras soluções de deslocação. A Figura 6.7 mostra o deslocamento de um dos *gliders* com o auxílio do guincho.

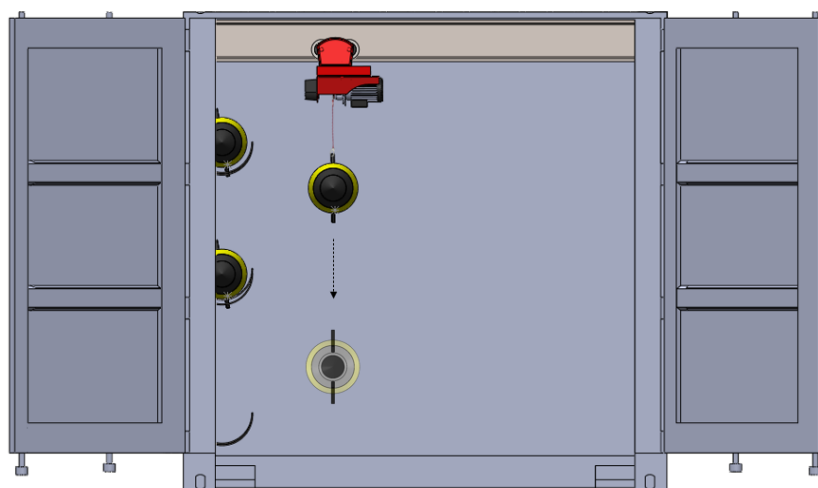


Figura 6.7: Representação esquemática da deslocação do *glider* com o auxílio do guincho.

Como se pode observar na Figura 6.8, o *glider* apresenta dois orifícios onde podem ser inseridos ganchos. Estes dois apoios permitem o seu transporte de forma estável e segura com o auxílio da corda dupla (ou corda em "Y"). No Anexo I.1 [22] é possível visualizar um exemplo deste equipamento.

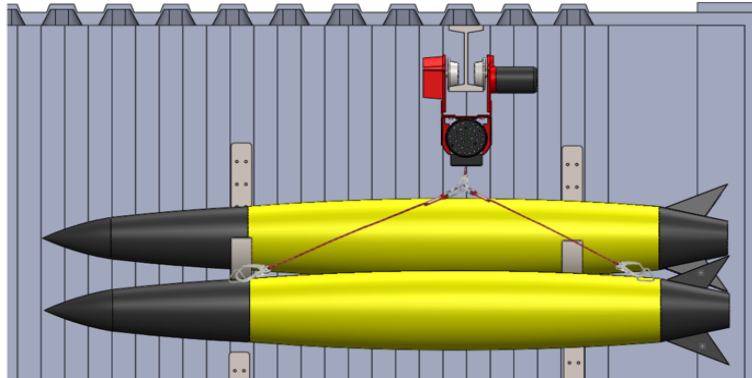


Figura 6.8: Ligação *gliders*-guincho através de corda em "Y".

Esta configuração é atualmente utilizada (Figura 6.9) e torna o guincho uma opção prática e eficaz.



Figura 6.9: Configuração utilizada para fixar o *glider* ao guincho [23].

#### PS<sub>112</sub>-ALTB- Plataforma elevatória (mecanismo tesoura)

Outra alternativa para atender ao requisito de elevar e baixar os *gliders* é a utilização de uma plataforma elevatória (com mecanismo de tesoura) como ilustrado na Figura 6.10.



Figura 6.10: Exemplo de uma plataforma elevatória [24].

Embora a plataforma na figura seja robusta demais para a aplicação dos *gliders*, serve como representação do mecanismo em questão. Este sistema tem a capacidade de elevar os robôs subaquáticos à altura desejada, proporcionando uma operação relativamente simples e segura. Contudo, é importante considerar o espaço necessário para a instalação da plataforma em comparação com outras alternativas.

#### **PS<sub>112</sub>-ALTC- Contribuição humana**

Uma alternativa simples e de custo mais baixo é contar com a contribuição humana, onde os operários realizariam essa tarefa manualmente. Nesse cenário, os trabalhadores seriam responsáveis por mover os *gliders* de um lado para o outro, utilizando a sua força física e coordenando-se para garantir uma operação suave e eficiente. Esta solução dispensa a necessidade de equipamentos especializados, reduzindo os custos de aquisição e manutenção. Porém, é importante considerar que esta abordagem pode exigir mais tempo e esforço por parte dos operários, além de aumentar o risco de lesões ou acidentes durante a manipulação das cargas. Outro fator muito importante a ter em conta é que a realização desta tarefa é condicionada pela altura dos trabalhadores, tornando-se assim uma opção muito pouco viável.

#### Análise das soluções alternativas para o FR<sub>112</sub>- Deslocar verticalmente os *gliders*:

Para avaliar as alternativas disponíveis para elevar ou baixar os *gliders*, é essencial considerar uma variedade de fatores que impactam diretamente na eficiência, segurança e viabilidade operacional do processo. Neste contexto, destacam-se três opções principais: a contribuição humana, o guincho elétrico e a plataforma elevatória. Cada uma dessas alternativas possui vantagens e desvantagens distintas, que devem ser cuidadosamente examinadas para determinar a melhor escolha. Na Tabela 6.2 é apresentada uma análise detalhada com base em diversos critérios, a fim de facilitar a tomada de decisão. Mais uma vez foi utilizada uma classificação de 1 a 3 de modo a facilitar a interpretação dos resultados.

Tabela 6.2: Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR<sub>112</sub>.

<b>Fatores de Comparação</b>	<b>Guincho elétrico (PS<sub>112</sub>-ALTa)</b>	<b>Plataforma elevatória (PS<sub>112</sub>-ALTb)</b>	<b>Contribuição Humana (PS<sub>112</sub>-ALTc)</b>
Eficiência	3	3	1
Custo	2	1	3
Segurança	3	3	1
Ocupação de espaço	3	2	3
<b>TOTAL</b>	11	9	8

Considerando esta análise, a melhor alternativa para elevar ou baixar os *gliders* é o guincho elétrico. Embora apresente um custo inicial mais elevado em comparação com a contribuição humana, o guincho oferece vantagens significativas em termos de eficiência e segurança na manipulação dos *gliders*. Ao contrário do trabalho manual, que pode ser limitado pela capacidade física dos operadores, o guincho elétrico permite um controle preciso e consistente do movimento dos *gliders*, reduzindo o risco de acidentes e lesões. Em comparação com a plataforma elevatória, o guincho requer menos espaço físico e pode ser mais versátil em diferentes ambientes operacionais. Assim, considerando os benefícios em termos de segurança, eficiência e flexibilidade, o guincho elétrico destaca-se como sendo a opção mais adequada para as necessidades do projeto.

Soluções alternativas para o FR<sub>113</sub>- Deslocar transversalmente os *gliders* no interior do contentor

**PS<sub>113</sub>-ALTa- Guincho elétrico que se desloca transversalmente no contentor**

Como já foi referido, o guincho é uma alternativa robusta e segura para baixar e levantar os *gliders* dentro do contentor, que oferece a vantagem de automatização do processo, proporcionando maior facilidade e rapidez na operação. Porém, é importante considerar mais uma vez os custos de aquisição e de manutenção destes equipamentos. Na Figura 6.11 é possível verificar o trajeto que o guincho faria ao longo da viga.

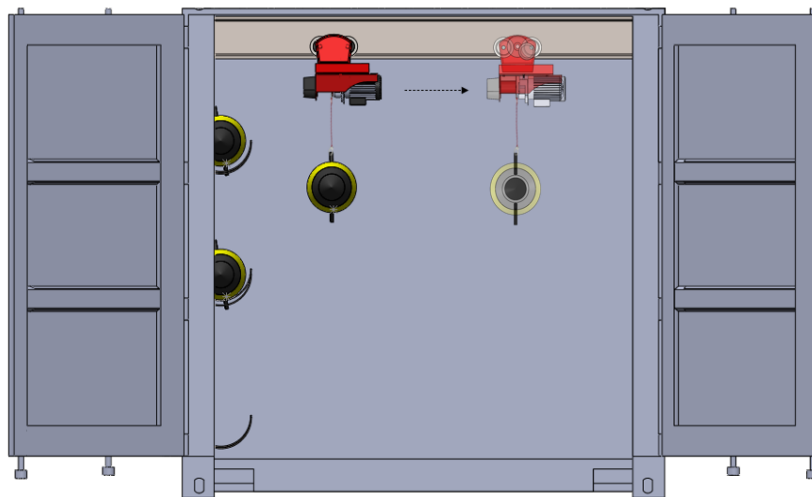


Figura 6.11: Representação esquemática da deslocação do *glider* com o auxílio do guincho (2).

**PS<sub>113</sub>-ALTb- Contribuição humana**

Nesta alternativa os operários teriam novamente de retirar o *glider* do suporte e transportá-lo para onde fosse necessário, manualmente, ou seja, sem recorrer a qualquer tipo de mecanismo auxiliar. Apesar de ser uma opção mais económica, mais uma vez é descartada devido à sua menor eficiência e segurança.

**PS<sub>113</sub>-ALTC- Mecanismo "paralelogramo"**

Este mecanismo oferece mais uma vez a vantagem da otimização do espaço disponível, permitindo que os *gliders* sejam armazenados de forma compacta quando não estão em uso. Além disto, mesmo quando recolhidos, o sistema possibilita uma clara visualização de cada *glider*. Contudo, é crucial garantir que o mecanismo seja minimamente robusto e seguro, capaz de suportar o peso dos *gliders* e garantir a sua estabilidade enquanto estão suspensos. Na Figura 6.12 a) apresenta-se um esboço esquemático da planta do contentor, visando proporcionar ao leitor uma compreensão mais clara do funcionamento do mecanismo. Este sistema dobra de maneira a que os *gliders* fiquem arrumados ao fundo do contentor e desdobra para os trazer ao corredor central quando necessário. Embora não estejam representados explicitamente na imagem 6.12 b), os seis *gliders* estão presentes, simplesmente alguns encontram-se sobrepostos.

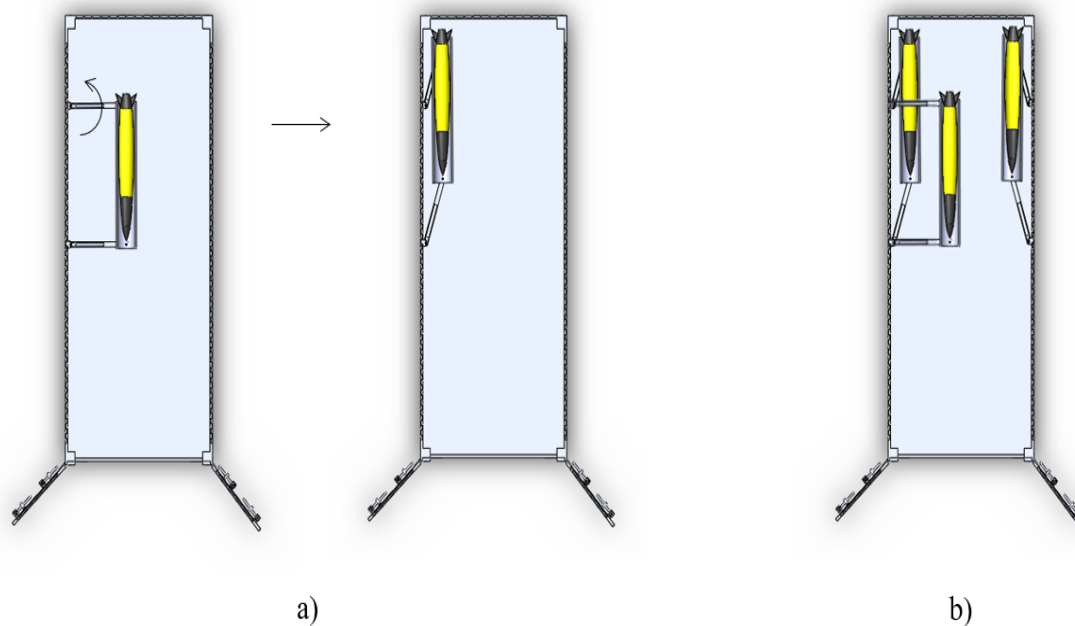


Figura 6.12: a) Esboço esquemático do "mecanismo paralelogramo"; b) Representação de como os *gliders* ficariam dispostos no contentor com a utilização deste mecanismo. (Vista Superior)

Na Figura 6.13 encontra-se uma representação deste mecanismo noutra perspetiva.

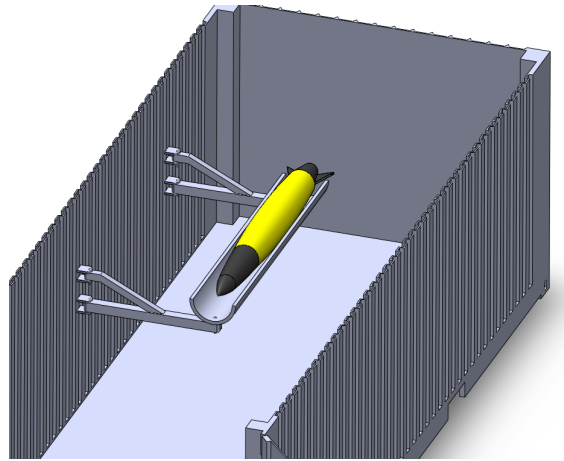


Figura 6.13: Mecanismo paralelogramo.

Esta configuração permite o armazenamento sobre si mesmo (em altura), embora possam haver diversos tipos de suporte para o armazenar. Neste caso, optou-se por um berço que integra o quarto lado do paralelogramo.

A sua construção compacta e seu *design* eficiente tornam-no uma escolha ideal para garantir que os *gliders* possam ser facilmente posicionados e acessíveis dentro do contentor, sem comprometer o espaço disponível para outras operações.

#### PS<sub>113</sub>-ALTd- Calhas deslizantes

Uma outra alternativa para o deslocamento transversal dos *gliders* são as calhas deslizantes (Figura 6.14), que podem ser integradas em diferentes estruturas, como gavetas, prateleiras ou qualquer outro sistema que comporte esse mecanismo (Figura 6.15). Essas calhas permitem que os *gliders* sejam movidos horizontalmente de forma suave e controlada, facilitando o acesso e a manipulação dos equipamentos dentro do contentor.

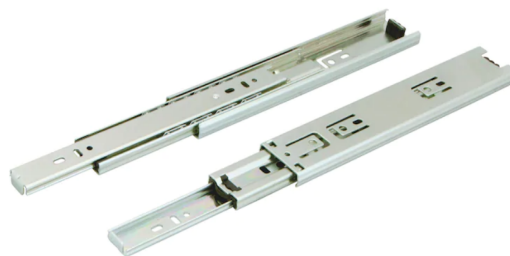


Figura 6.14: Calhas de deslizamento [25].



Figura 6.15: Estrutura com prateleiras retráteis utilizando calhas deslizantes.

Estas prateleiras retráteis/gavetas incluem um berço para o equipamento ficar mais estável e apoiado, tal como mostra a figura.

Assim como outros sistemas de armazenamento, são colocadas duas estruturas à retaguarda (uma de cada lado) integrando três *gliders* cada uma. A Figura 6.16 mostra a disposição das gavetas no contentor.

A integração das calhas proporciona uma solução compacta e eficiente, porque assim como o paralelogramo, o armazenamento é feito no próprio mecanismo de deslocação. Além disso, o sistema de deslizamento das calhas reduz o atrito e o esforço necessário para mover os *gliders*, tornando o processo mais rápido e seguro.

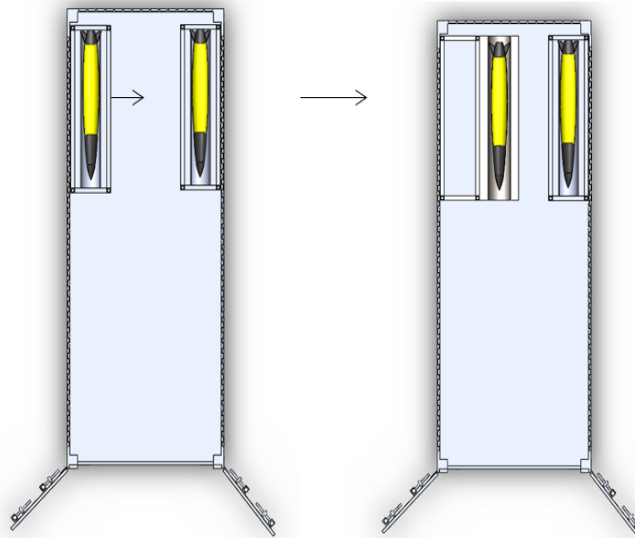


Figura 6.16: Vista Superior da disposição das estruturas no contentor.

Análise das soluções alternativas para o FR<sub>113</sub>- Deslocar transversalmente os *gliders* no interior do contentor:

De modo a avaliar as diferentes alternativas para o deslocamento transversal dos *gliders*, é essencial analisar diversos fatores, desde o custo inicial até ao espaço ocupado. Cada método tem as suas próprias vantagens e desvantagens e é importante considerar como cada um se encaixa nos requisitos específicos do projeto. Seguidamente é apresentada uma comparação detalhada entre a contribuição humana, o uso do guincho, calhas deslizantes e o mecanismo paralelogramo, destacando os seus pontos fortes e limitações em relação aos diferentes aspetos relevantes. À semelhança das tabelas anteriores, esta (Tabela 6.3) também inclui a classificação de 1 a 3.

Tabela 6.3: Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR<sub>113</sub>.

Fatores de Comparação	Guincho elétrico PS113-ALTa	Contribuição Humana PS113-AL Tb	Mecanismo “paralelogramo” PS113-AL Tc	Calhas deslizantes PS113-AL Td
Proteção/Segurança	3	1	3	3
Complexidade operacional	3	1	2	3
Custo	2	3	3	3
Ocupação de espaço	3	3	2	1
Eficiência	3	1	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

Analisando a tabela, apesar de não haver uma elevada discrepância entre algumas das alternativas, a que mais se destaca para o deslocamento transversal dos *gliders* é o guincho. Apesar de ter um custo inicial mais elevado, oferece maior eficiência, segurança e flexibilidade em comparação com as outras opções. O guincho pode ser controlado com precisão, reduzindo a necessidade de esforço físico dos operadores e minimizando o risco de lesões. Além disso, a sua capacidade de manuseio é superior, o que melhora a produtividade geral do processo.

Alternativas para o FR<sub>114</sub>- Deslocar longitudinalmente os *gliders* no interior do contentor:

### **PS<sub>114</sub>-ALTa- Guincho que se desloca longitudinalmente no contentor**

Mais uma vez entende-se que o guincho é uma alternativa eficaz para mover os *gliders* no contentor, otimizando o espaço, embora acarrete alguns custos adicionais. Na Figura 6.17 encontra-se a representação do deslocamento do *glider* com o auxílio do guincho mas desta vez, longitudinalmente no contentor.

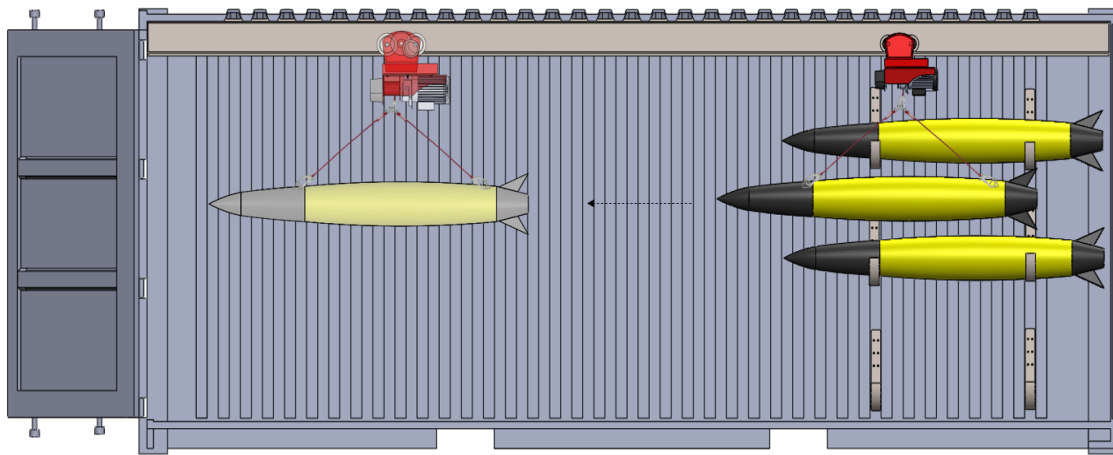


Figura 6.17: Representação esquemática da deslocação do *glider* com o auxílio do guincho (3).

### **PS<sub>114</sub>-AL Tb- Carro com espaldar**

Outra alternativa para o deslocamento longitudinal dos *gliders* é a utilização de um carro com espaldar. Este equipamento representa uma solução prática e simples, proporcionando flexibilidade na organização do espaço e na disposição dos equipamentos. Contudo, devido ao comprimento do *glider* (2 m) esta solução requer espaço no chão do contentor para o movimento do carrinho com o robô subaquático, tal como representado na Figura 6.18. Talvez também seria prudente a utilização de algum tipo de fixação para o *glider* não rolar sobre o carrinho. Para além disto, é importante garantir que as rodas do carro deslizam suavemente para evitar atritos e danos aos equipamentos.

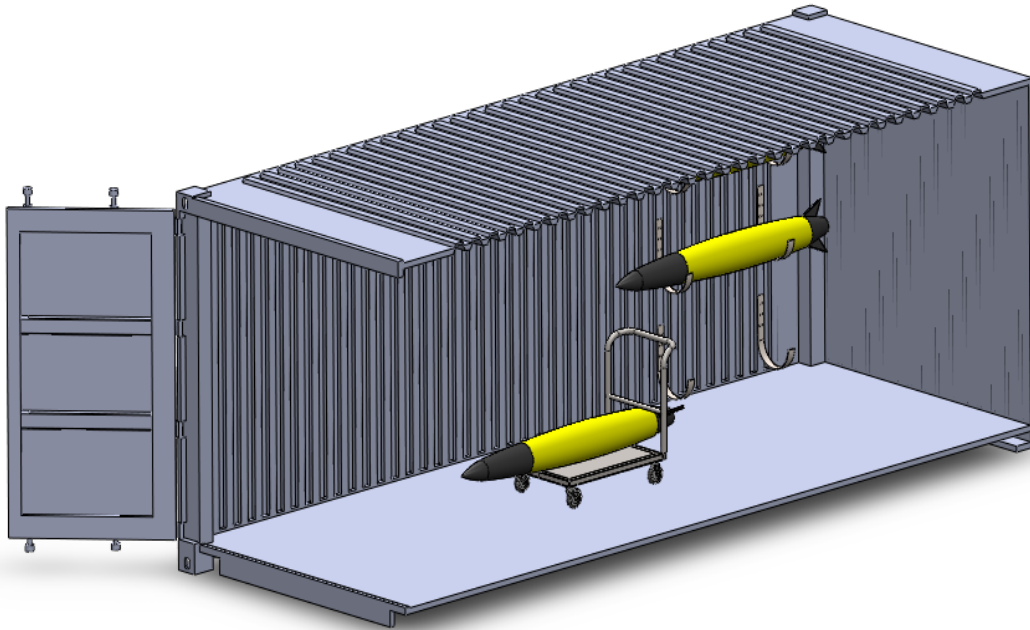


Figura 6.18: Carro com espaldar.

#### PS<sub>114</sub>-ALTC- Plataforma deslizante em calhas

Uma terceira opção para o deslocamento longitudinal dos *gliders* é a utilização de uma plataforma que deslize sobre calhas instaladas no interior do contentor. Esta plataforma seria deslocada manualmente, uma vez que o peso para a mover nunca seria excessivo para um ser humano, mesmo com várias ferramentas em cima da mesma.

O uso de calhas permite que a plataforma deslize de maneira suave e controlada, facilitando a deslocação dos *gliders*. No entanto, é essencial que estas calhas sejam instaladas com rigor, considerando também que irão restringir a disposição do contentor, visto que ocupam o corredor central do espaço.

Existem vários tipos de guiamento e seguidamente são apresentadas as duas opções mais comuns. O guiamento da Figura 6.19 proporciona um contacto mais amplo e estável, enquanto que o da Figura 6.20 (normalmente utilizado em portões) oferece uma guia mais precisa e alinhada e também acumula menos resíduos no seu interior.

É importante salientar que o guiamento para estas rodas pode ser implementado apenas num dos lados.

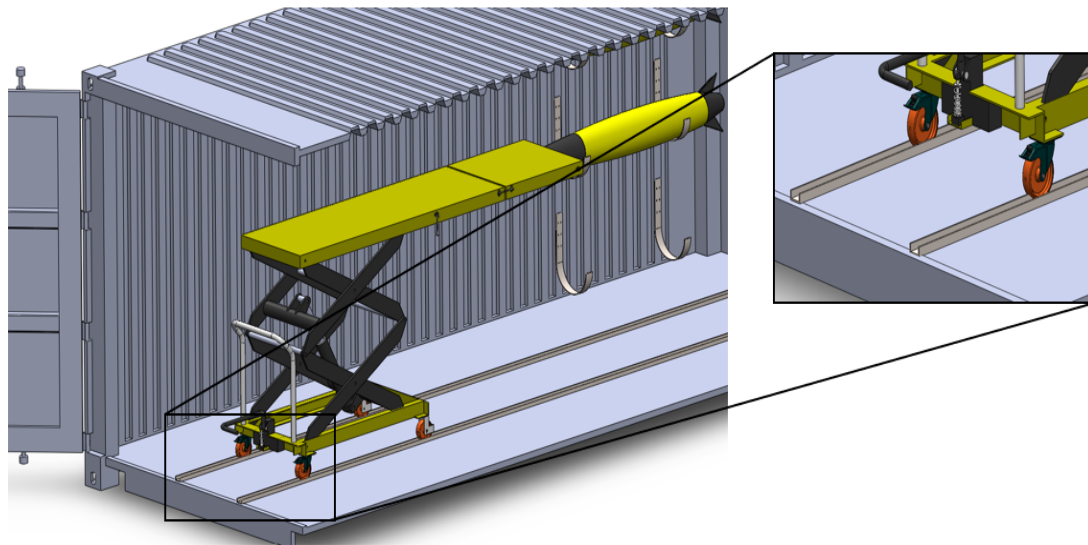


Figura 6.19: Guiamento com calha em "U".

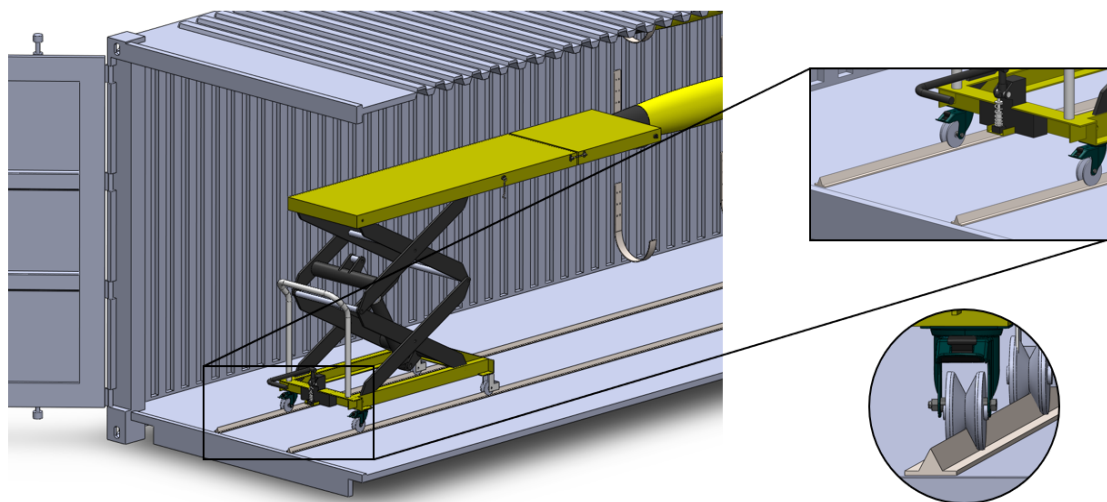


Figura 6.20: Guiamento com calha em "V" invertido.

Ambas as opções de guia têm seus prós e contras. No entanto, é crucial considerar o espaço que esta alternativa ocuparia. Além da plataforma em si, a instalação das calhas pode representar uma limitação significativa e potencialmente causar obstáculos dentro do contêiner. Isto pode incluir riscos de quedas ou obstruir o movimento de outros equipamentos com rodas.

Análise das soluções alternativas para o FR<sub>114</sub>- Deslocar longitudinalmente os *gliders* no interior do contentor:

Ao comparar as três soluções alternativas, é evidente que cada uma tem as suas vantagens e desvantagens. É utilizada novamente uma tabela para classificar cada opção consoante alguns fatores relevantes. Esta classificação pode ser visualizada na Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR<sub>114</sub>.

Fatores de Comparação	Guincho elétrico	Carro com espaldar	Plataforma deslizante em calhas
	PS114-ALTa	PS114-AL Tb	PS114-AL Tc
Eficiência	2	1	3
Custo	2	3	1
Segurança	3	1	3
Ocupação de espaço	3	3	1
Automação	3	1	3
<b>TOTAL</b>	13	9	11

Ao analisar a tabela, verifica-se que o guincho oferece automação e eficiência, facilitando o processo de movimentação, apesar de implicar alguns custos. O carro com espaldar tem a vantagem de ser facilmente movido manualmente, mas requer espaço considerável no chão para a sua operação, para além do facto de não aparentar ser uma opção segura para transportar estes equipamentos. Em relação à plataforma deslizante em calhas, embora ofereça mais estabilidade que as outras duas alternativas, ocupa muito espaço e compromete imenso a disposição dos elementos no interior do contentor.

Considerando todos estes aspetos, a solução mais adequada é o guincho elétrico devido à sua automação, eficiência e capacidade de maximizar o espaço disponível.

Alternativas para o FR<sub>121</sub>- Deslocar os *gliders* trajeto navio-oceano e vice-versa:

**PS<sub>121</sub>-ALTa- Grua de bandeira desdobrável**

Conforme mencionado anteriormente, uma das fases mais importantes deste projeto é a colocação e remoção dos *gliders* no oceano. Para tal, surgiram várias soluções alternativas como uma grua de bandeira desdobrável. Antes de serem apresentados os detalhes desta opção, é importante compreender a disposição do contentor face ao navio. Na Figura 6.21 observa-se o contentor posicionado no navio onde efetivamente será utilizado (cujo modelo é UV 3911 Jamaica III), o que ajuda a ter uma noção mais clara das proporções e da disposição geral.

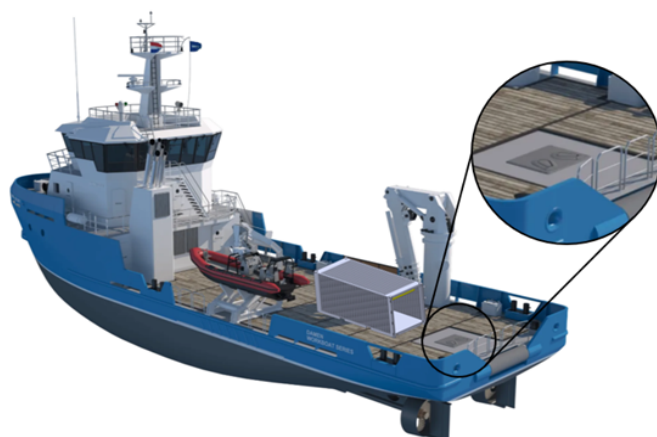


Figura 6.21: Disposição do contentor no navio.

É importante realçar que a área destacada no navio não deve ser obstruída pelo contentor, visto que este navio contém suportes embutidos no convés para a instalação de um arco de popa. Sendo assim, os *gliders* têm de ser colocados no oceano pela lateral do navio, e não pela retaguarda.

Uma alternativa viável seria implementar uma grua de bandeira, dada a sua praticidade, eficiência e rapidez. No entanto, uma grua convencional não seria adequada, uma vez que precisa de ter a capacidade para girar 180 graus (partindo da posição onde se encontra na Figura 3.3), algo que não é possível devido às restrições do contentor. Um dos principais desafios enfrentados foi entender que modificações seriam necessárias na grua para que este sistema funcionasse. Uma das soluções consideradas consiste numa grua de bandeira desdobrável. Na Figura 6.22, a área marcada com um 'X' representa o espaço designado para o arco de popa previamente mencionado, enquanto que a aresta esquerda do retângulo indica a borda do navio. Esta grua estaria equipada com um guincho que, ao ser desdobrada, seria capaz de posicionar os *gliders* na água.

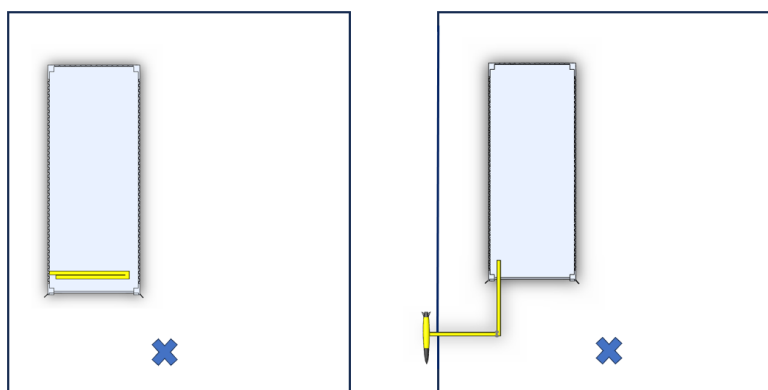


Figura 6.22: Representação da alternativa da grua desdobrável no contentor.

Com esta configuração, o guincho na grua incorporado dificilmente se desloca nos dois segmentos de viga. Provavelmente a sua deslocação fica limitada ao troço externo (o que se encontra mais próximo do oceano). Assim, quando desdobrado, o troço interno fica sujeito a um momento muito elevado devido à torção provocada pelo peso do *glider* na sua extremidade, momento esse que é ainda mais evidenciado pelo comprimento do braço (troço externo). É importante ter este fator em consideração no dimensionamento da grua, dado que no segmento externo existe apenas a flexão da viga e no interno existe a flexão e torção da mesma, o que implica que, de modo a considerar este mecanismo eficaz, deve ser mais robusto que o habitual.

Apesar de teoricamente ser uma opção viável, esta solução enfrenta desafios práticos e exige uma complexidade adicional no projeto da grua, o que pode acarretar dificuldades adicionais na sua utilização.

#### **PS<sub>121</sub>-ALTb- Grua de bandeira com rasgo no contentor**

Continuando na vertente da grua de bandeira, considerou-se uma abordagem que envolve modificações no próprio contentor, em vez de na grua. A principal limitação encontrada era o facto de que a grua encontraria o contentor no seu caminho, impossibilitando-a de girar os tais 180 graus. Surgiu então a alternativa que consiste em criar um rasgo no contentor (Figura 6.23), permitindo que a grua efetuasse a rotação necessária.

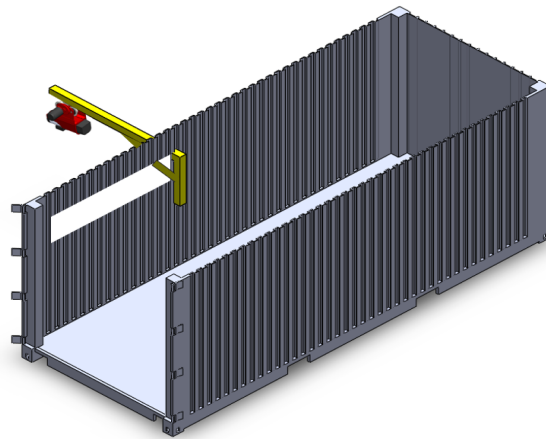


Figura 6.23: Representação simplificada do rasgo no contentor.

Esta poderia ser uma opção viável se já estivesse em uso, porém, as modificações necessárias no contentor são mais complexas do que aparentam. Esta abertura retira resistência estrutural ao contentor pelas grandes dimensões do rasgo. De forma a diminuí-lo, seria necessário trazer a grua mais à frente (Figura 6.24) o que implica um corte num dos pilares principais do contentor, o que compromete ainda mais a sua segurança e estabilidade. Para além disto, seria essencial encontrar uma maneira prática de cobrir o rasgo quando a grua não estivesse em funcionamento, para manter o contentor o mais isolado e protegido possível.

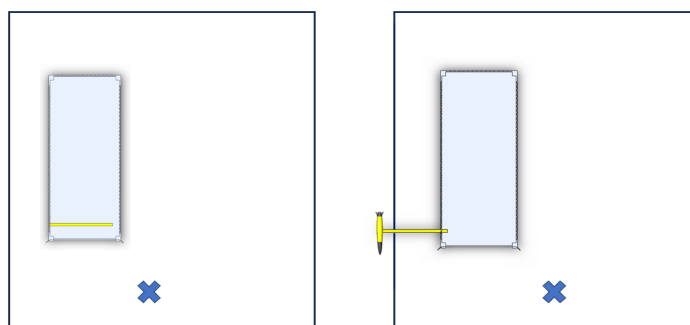


Figura 6.24: Representação da alternativa da grua com o rasgo no contentor.

**PS<sub>121</sub>-ALTC- Grua de bandeira - o contentor sofre rotação de 90 graus**

Uma outra alternativa seria girar o próprio contentor em 90 graus, o que simplifica significativamente a de rotação da grua, reduzindo-a a apenas 90 graus, eliminando as restrições impostas pelo contentor e possibilitando acesso direto à área de lançamento. No entanto, é importante considerar a necessidade de espaço suficiente ao redor do contentor para realizar a rotação. Sendo que o navio tem cerca de 10 m de largura, esta rotação aparenta ser uma opção exequível. A Figura 6.25 representa a rotação necessária da grua, enquanto que a Figura 6.26 mostra a disposição do contentor no navio após a sua rotação em 90 graus.

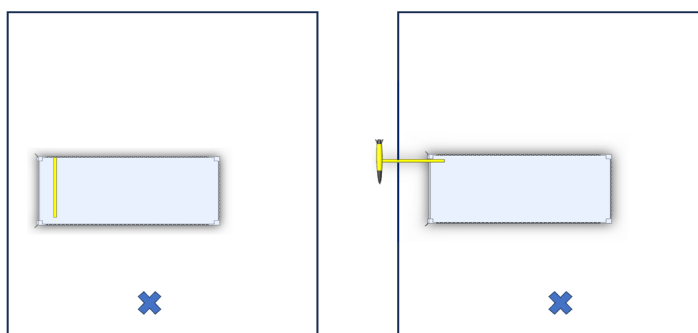


Figura 6.25: Representação da alternativa da grua com a rotação de 90 graus do contentor.



Figura 6.26: Disposição do contentor no navio com a rotação de 90 graus.

**PS<sub>121</sub>-ALTd- Viga extensível com guincho - o contentor sofre rotação de 90 graus**

A partir da ideia anteriormente discutida, surge ainda mais uma alternativa que envolve a rotação do contentor em 90 graus. Esta alternativa consiste numa viga extensível colocada no topo do contentor integrando um guincho para facilitar a movimentação dos *gliders* (neste contexto, é utilizado o termo extensível, embora se trate de uma viga que é móvel, longitudinalmente, e que com o seu movimento, estende (ou prolonga) o percurso do guincho e, conseqüentemente, dos *gliders*). O objetivo desta abordagem é simplificar ainda mais o processo. Ao contrário das opções anteriores, a viga extensível não requer preocupações com obstáculos durante a rotação, tornando-a mais prática e segura. Para além disso, este projeto aparenta ter menor complexidade e mantém a eficiência.

Na Figura 6.27 mostra uma representação da utilização da viga ainda recolhida.

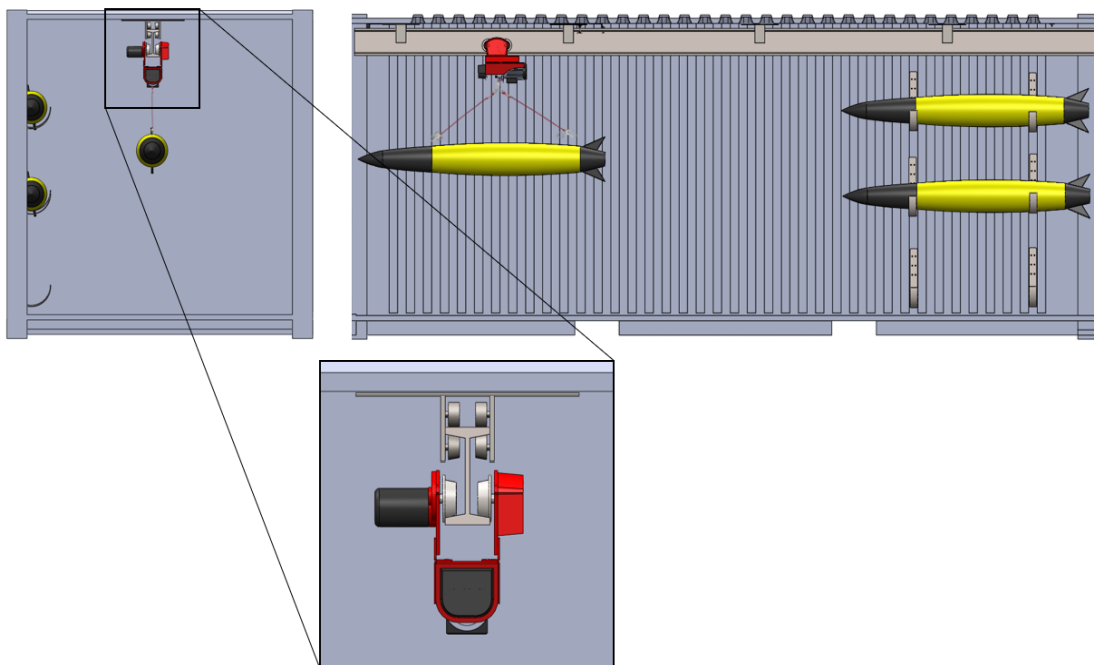


Figura 6.27: Representação da viga extensível no contentor (Posição 1).

Como evidenciado na figura, este mecanismo está equipado com oito pares de roletes (podendo ter mais ou menos consoante os posteriores cálculos de dimensionamento), responsáveis por possibilitar a extensão da viga. Os roletes inferiores sustentam a viga, enquanto os quatro (roletes) superiores garantem sua horizontalidade, funcionando como guias.

Na Figura 6.28, já se observa a viga na sua segunda posição. É importante realçar que a viga não se estende fisicamente; em vez disso, desloca-se dentro do contentor para trás e para frente, criando a ilusão de aumento de comprimento.

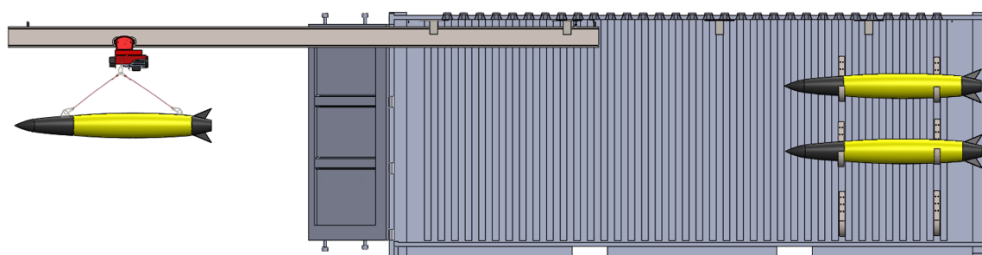


Figura 6.28: Representação da viga extensível no contentor (Posição 2).

Seriam necessários ainda mecanismos de segurança e fixação para ambas as posições, além de alguma característica que permita o deslocamento manual da viga por parte dos operadores. Estes detalhes serão abordados mais detalhadamente posteriormente, caso esta seja a alternativa selecionada para este FR.

Análise das soluções alternativas para o FR<sub>121</sub> - Deslocar os *gliders* trajeto navio-oceano e vice-versa:

Considerando as quatro soluções alternativas, é importante avaliar alguns critérios como a eficiência, praticidade e complexidade (Tabela 6.5).

Tabela 6.5: Comparação das diferentes soluções alternativas para o FR<sub>121</sub>.

Fatores de Comparação	Grua de bandeira desdobrável PS121-ALTa	Grua de bandeira c/ rasgo no contentor PS121-AL Tb	Grua de bandeira - contentor sofre rotação de 90° (PS121-AL Tc)	Viga extensível - contentor sofre rotação de 90° (PS121-AL Td)
Complexidade operacional	1	2	2	3
Praticidade	1	1	2	2
Ocupação de espaço	1	1	2	2
Eficiência	2	2	3	3
<b>TOTAL</b>	5	6	9	10

Comparando então as diferentes alternativas, a grua desdobrável apresenta-se como uma opção viável, mas visto que o seu projeto requer alguns ajustes complexos, torna-a menos prática e potencialmente mais suscetível a falhas. A alternativa de fazer um rasgo no contentor para permitir a passagem da grua pode ser eficaz, porém, as alterações necessárias no contentor são bastante intrusivas e complicadas. A opção de rodar o contentor 90 graus simplifica a operação da grua. Neste sentido, a empresa foi contactada para confirmar a viabilidade deste projeto, tendo-se obtido resposta positiva.

Posto isto, para escolher entre a opção da grua e da viga (ambas com a rotação do contentor), a segunda é mais adequada, pois é mais simples de operar e apresenta menos

riscos de colisão com outros objetos durante este processo.

Solução para o FR<sub>122</sub> - Libertar o *glider* no oceano:

**DP<sub>122</sub>- Gato de desengate rápido**

Para libertar os *gliders* no oceano, a empresa optou por uma solução específica que se apresenta na Figura 6.29. Este dispositivo foi escolhido para permitir soltar os *gliders* do navio de forma rápida e eficiente, sem a necessidade de intervenção humana diretamente no mar. Esta abordagem oferece vantagens significativas em termos de segurança e automação do processo de lançamento, garantindo que os *gliders* são libertados com precisão e sem expor os operários ao ambiente marinho.



Figura 6.29: Gato de desengate rápido [26].

Solução para o FR<sub>123</sub> - Recolher o *glider* do oceano:

**DP<sub>123</sub>- Bote de apoio para recolocar os ganchos do guincho nos orifícios do *glider***

Esta solução também foi imposta pela empresa, levando em consideração a complexidade desta operação face à anterior. De modo a realizá-la sem intervenção humana, é necessário ter acesso a equipamentos altamente precisos, e ainda assim seria difícil devido à ondulação marítima. Posto isto, o *glider* será retirado do oceano através de um bote de apoio para que os operários recolorem os ganchos nos orifícios do *glider* (Figura 6.30), para posteriormente ser puxado pelo guincho em segurança.



Figura 6.30: Reposição do gancho no *glider* através de um bote de apoio [27].

Solução para o FR<sub>131</sub> - Testar a flutuabilidade dos *gliders*:

**DP<sub>131</sub>- Pequena piscina para efetuar testes com determinadas amostras de água.**

Para resolver este FR, a única alternativa é integrar uma pequena piscina dentro do contentor. Dada a restrição de espaço, a piscina ou tanque precisa ser de dimensões reduzidas e preferencialmente de formato paralelepípedo, em vez de redondo, para otimizar o espaço e ajustar-se a um canto. Com base nisto, as dimensões ideais para a piscina devem ser semelhantes às ilustradas na Figura 6.31.

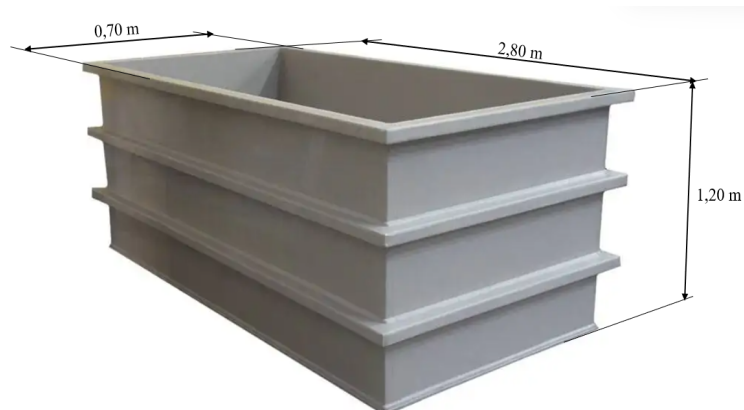


Figura 6.31: Dimensões da piscina [28].

Solução para o FR<sub>132</sub> - Efetuar manutenções aos *gliders*:

### **DP<sub>132</sub>- Mesa de apoio *glider***

Para efetuar qualquer manutenção nos *gliders* é crucial dispor de uma superfície limpa e espaçosa de forma a executar o trabalho corretamente. Idealmente seria uma mesa ou bancada de apoio projetada para esta finalidade. Devido ao espaço limitado no contentor, seria vantajoso que essa mesa fosse móvel e ajustável em altura, para se adaptar às necessidades do momento, dado que para certas manutenções é mais adequada uma posição mais baixa da mesa e para outras uma mais elevada. Considerando que os *gliders* possuem cerca de dois metros de comprimento, a mesa deve ser compacta o suficiente para não ocupar muito espaço, mas ainda assim oferecer uma superfície com dimensões adequadas para acomodar um *glider* e ter ainda espaço adicional para ferramentas, peças e outros objetos necessários durante o trabalho. Uma solução viável para este problema seria utilizar um carrinho com plataforma elevatória, conforme ilustrado na Figura 6.32.

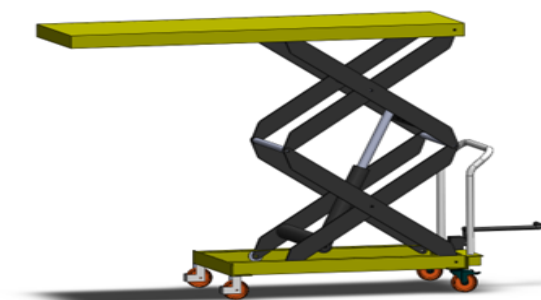


Figura 6.32: Carrinho com plataforma elevatória.

Embora estes carrinhos tenham um custo um pouco mais elevado, são extremamente práticos e úteis em qualquer oficina que trabalhe com equipamentos de grandes dimensões.

## 6.5 Análise da compatibilidade das alternativas escolhidas

Uma vez escolhidas as alternativas para cada requisito funcional, torna-se fundamental realizar uma análise cuidadosa da compatibilidade entre elas. Como mencionado anteriormente, embora uma alternativa possa parecer a solução ideal para um FR, num panorama geral pode não interagir bem com as restantes soluções. Caso isto aconteça, é necessário reconsiderar as alternativas escolhidas e fazer um novo estudo para garantir que não existem mais conflitos.

Como mencionado anteriormente, serão agora abordados os constrangimentos entre os parâmetros de projeto. Na Tabela 6.6 é possível visualizar a compatibilidade entre as soluções escolhidas para cada requisito funcional, considerando possíveis conflitos de espaço ou incompatibilidades entre as próprias soluções. Dado que a tabela é simétrica, será analisado apenas um dos lados, onde um marcador “errado” significa incompatibilidade e um marcador “certo” representa o oposto.

Tabela 6.6: Tabela de compatibilidade entre as soluções escolhidas.

Tabela de Compatibilidade		DP <sub>111</sub>	DP <sub>112</sub>	DP <sub>113</sub>	DP <sub>114</sub>	DP <sub>121</sub>	DP <sub>122</sub>	DP <sub>123</sub>	DP <sub>131</sub>	DP <sub>132</sub>
		Ganchos	Guincho	Guincho transversal	Guincho longitudinal	Viga extensível	Gato desengate	Bote	Piscina	Mesa de apoio
DP <sub>111</sub>	Ganchos		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DP <sub>112</sub>	Guincho			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DP <sub>113</sub>	Guincho transversal				X	X	✓	✓	✓	✓
DP <sub>114</sub>	Guincho longitudinal					X	✓	✓	✓	✓
DP <sub>121</sub>	Viga extensível						✓	✓	✓	✓
DP <sub>122</sub>	Gato desengate							✓	✓	✓
DP <sub>123</sub>	Bote								✓	✓
DP <sub>131</sub>	Piscina									✓
DP <sub>132</sub>	Mesa de apoio									

É evidente que existem algumas incompatibilidades entre as soluções alternativas identificadas. Elas tornam o projeto ineficiente ou até mesmo inexecutável. É essencial analisar estes obstáculos um a um e efetuar as alterações necessárias.

- Incompatibilidade entre o guincho longitudinal e o guincho transversal: Embora ambas as soluções pareçam promissoras inicialmente, a sua coexistência apresenta alguns desafios. A incompatibilidade reside na falta de praticidade e nos custos associados à operação de dois guinchos, bem como na dificuldade de transferir um *glider* de um guincho para o outro. Esta complexidade operacional pode resultar em ineficiência, custos adicionais ou até mesmo riscos de colisões e desalinhamento de equipamentos. Para além disso, a configuração do espaço dentro do contentor pode dificultar o posicionamento adequado dos guinchos de modo garantir uma operação eficiente e segura.

Considerando que há mais opções viáveis para o transporte transversal do que para o longitudinal, o DP<sub>113</sub> será modificado. Enquanto que a opção das gavetas é

segura, estável e prática, esta consome muito espaço. Por outro lado, o mecanismo do "paralelogramo" é uma alternativa mais compacta e pode ser igualmente segura. Esse mecanismo elimina a necessidade de um guincho com deslocamento transversal, eliminando alguns custos e simplificando o processo. Desta forma, resolve-se uma incompatibilidade e o DP<sub>113</sub> passa a ser o "mecanismo paralelogramo".

- Incompatibilidade entre o guincho transversal e a viga extensível: Esta incompatibilidade foi resolvida quando o DP<sub>113</sub> foi alterado, visto que o mecanismo do paralelogramo não apresenta problemas em coexistir com a viga extensível. Anteriormente, o problema residia na incompatibilidade entre a viga extensível e o guincho longitudinal, uma vez que a viga já possui um guincho integrado, o que remete ao problema anteriormente salientado. Portanto, ao mudar para o mecanismo do "paralelogramo", eliminou-se a possibilidade de conflito entre os sistemas de operação.
- Incompatibilidade entre a viga extensível e o guincho longitudinal: Não é novidade que a viga extensível oferece as mesmas funcionalidades que o guincho, uma vez que possui um guincho integrado, enquanto que na opção do guincho, ele se move ao longo de uma viga fixa. Assim, a viga extensível atende ao requisito funcional de deslocar longitudinalmente os *gliders* no contentor e também permite o acesso ao oceano para colocá-los e retirá-los, abordando dois FRs com um único DP. Isto evita a necessidade de projetar uma das gruas para resolver o outro FR, simplificando o processo ao consolidar os mecanismos necessários.
- Incompatibilidade entre o mecanismo "paralelogramo" e os ganchos: A substituição do guincho pelo mecanismo do paralelogramo introduziu uma nova incompatibilidade, desta vez com o sistema de armazenamento. Os ganchos fixos na parede do contentor tornam-se incompatíveis com o novo sistema, uma vez que o conceito central do mecanismo do paralelogramo é permitir o armazenamento sobre si mesmo, possibilitando a movimentação, tal como mostrado anteriormente.

Dada a fragilidade dos *gliders* e com o objetivo de aumentar a sua segurança, também pode ser utilizada a esponja das gavetas na superfície dos berços que está em contacto com o *glider*. Desta forma, a esponja ajusta-se à forma do *glider* e limita alguns dos seus movimentos.

No desfecho deste subcapítulo, fica evidente a importância de uma análise rigorosa da compatibilidade entre as alternativas selecionadas para cada requisito funcional. A identificação e resolução de incompatibilidades são fundamentais para garantir a eficiência e a exequibilidade do projeto como um todo. Ao compreender os potenciais conflitos entre as soluções propostas, é possível realizar ajustes e modificações necessárias para assegurar uma integração harmoniosa entre os diferentes elementos do sistema. Esta abordagem proativa contribui para a mitigação de riscos e para o desenvolvimento de uma solução mais robusta e eficaz para atender às necessidades do projeto.

## 6.6 Solução final

A solução global inclui várias sub soluções que devem satisfazer os requisitos funcionais.

As soluções que satisfazem dois dos requisitos funcionais principais (Armazenamento dos *gliders*; Colocação e remoção dos *gliders* do oceano) requerem um estudo mais aprofundado (detalhado) uma vez que são equipamentos concebidos especificamente para este projeto e não se encontram à venda no mercado como produtos acabados.

Para a primeira fase, como já foi estabelecido, o armazenamento dos equipamentos será realizado através de seis berços integrados nos mecanismos do paralelogramo, localizados na retaguarda do contentor, junto às suas paredes laterais (três em cada parede). Para aceder aos *gliders*, que estarão a diferentes alturas em relação ao chão (aproximadamente 200 mm, 900 mm e 1600 mm), será necessário um pequeno escadote para que um operário possa subir e fixar os ganchos do guincho aos orifícios do *glider*.

Antes da viga ser estendida para colocar o robô no mar, é crucial realizar um teste de flutuabilidade. Para tal, utilizando o guincho incorporado na viga, o *glider* é transportado para a frente do contentor, perto da piscina, onde desce e é devidamente colocado no seu interior com a ajuda de um operário.

Se os testes forem bem-sucedidos, a viga é estendida e o *glider* é lançado diretamente para o oceano através de um gato de desengate rápido. Para a sua recuperação, um pequeno bote é utilizado para recolocar o gancho no *glider*, permitindo que seja trazido em segurança pelo guincho. Após este procedimento, a viga é recolhida e o *glider* é devolvido ao seu berço de armazenamento, concluindo assim a sua missão com sucesso.

Além dos aspetos já abordados, existem vários pormenores cruciais na conceção da viga que garantem o seu bom desempenho. Embora os "roletes duplos" tenham resolvido o problema do desalinhamento horizontal da viga, existem outras considerações importantes. Primeiramente, é necessário ter em conta que os movimentos de balanço do barco podem fazer com que a viga deslize nos roletes. Para mitigar este problema, foram adicionados dois ganchos de aço inoxidável para fixar a viga quando recolhida, como ilustrado na Figura 6.33. Além disso, soldada à parte traseira da viga, há uma pega que os operadores utilizam para movimentá-la para frente e para trás.

Ao lado dos ganchos, encontra-se um batente revestido de borracha, útil quando a viga estiver estendida, funcionando como limitador de curso da mesma. Este batente impede que a viga deslize excessivamente ao encontrar uma chapa soldada ao teto do contentor, impedindo-a de sair dos roletes. Da mesma forma, outro batente similar está posicionado na frente da viga, conforme mostrado na Figura 6.34. Embora esse batente não seja estritamente necessário, uma vez que a viga não pode descarrilar dos roletes (pois encontrará o fundo do contentor), ele evita danos à viga e à parte traseira do mesmo. Além disso, facilita a fixação dos ganchos, pois é mais fácil prendê-los quando a viga está imóvel.

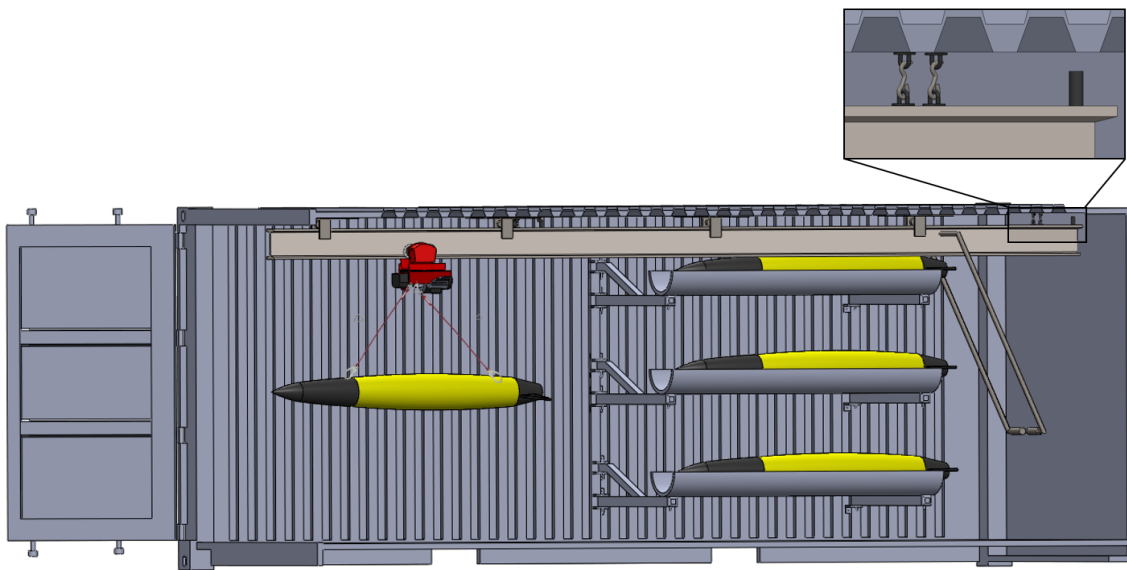


Figura 6.33: Ganchos para fixação da viga quando esta não se encontra em utilização.

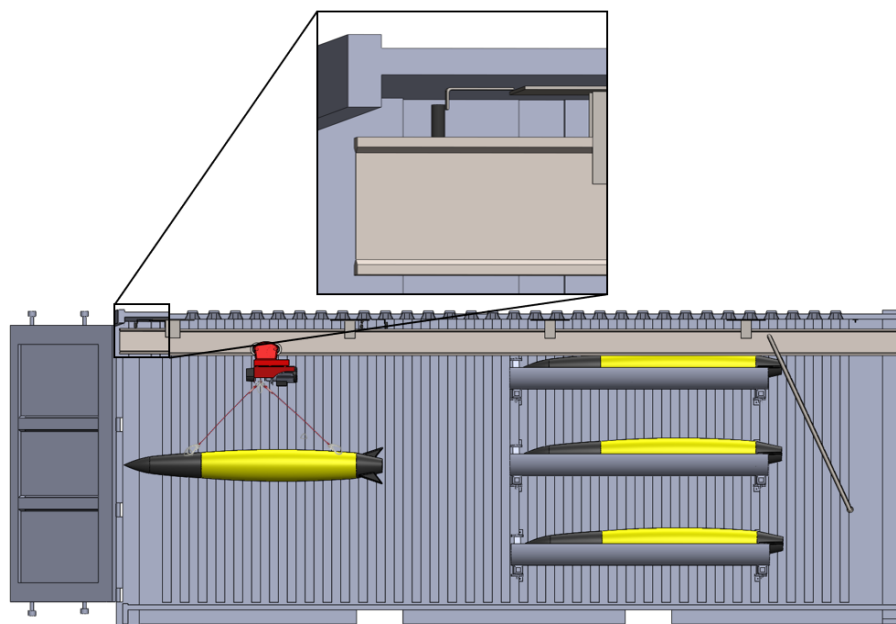


Figura 6.34: Batente de borracha para limitar o deslizamento da viga nos roletes.

Quando a viga está na posição "estendida", conforme ilustrado na Figura 6.35, é possível observar o segundo batente em ação. Além disso, os ganchos fixam noutra par de anéis presos ao teto do contêiner, garantindo a estabilidade da viga na sua segunda posição.

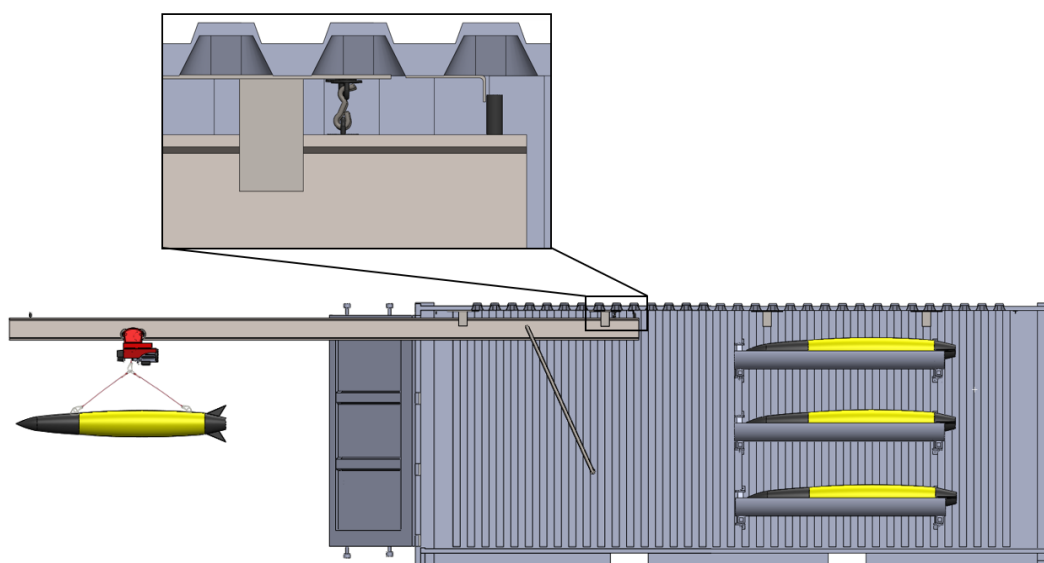


Figura 6.35: Batente de borracha para limitar o deslizamento da viga nos roletes e ganchos de fixação.

É importante destacar que foi considerada a hipótese desta viga ser motorizada. No entanto, apesar de facilitar o trabalho dos operários, esta alternativa envolve um maior número de componentes, o que implica maior probabilidade de avaria. Assim, tendo em conta a frequência de utilização desta viga, considerou-se que era preferível o deslocamento da viga ser manual, de modo a evitar evitar quaisquer problemas adicionais relacionados com manutenções.

No caso dos testes de fluatuabilidade não terem resultados satisfatórios, indicando a necessidade de manutenção, o carrinho com plataforma localizado na zona da oficina entra em ação. Este equipamento serve como uma "mesa de trabalho" para realizar manutenções ou outras tarefas que requeiram uma superfície plana. Embora tenha sido descartada esta alternativa para satisfazer um dos FRs, convém que esta plataforma também seja elevatória de modo a ser possível ajustar a altura de trabalho ou para realizar manutenções a equipamentos que se encontram mais elevados, como o guincho.

Para expandir a área da mesa conforme necessário, foi introduzida uma extensão na plataforma, como mostrado na Figura 6.36. Esta extensão é recolhida e estendida conforme necessário por meio de uma dobradiça e ganchos, proporcionando estabilidade estando, ou não estando em utilização.

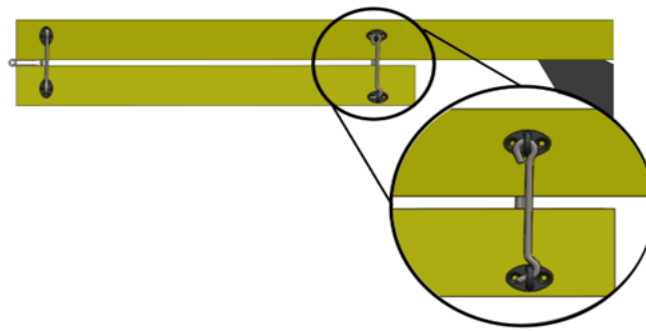


Figura 6.36: Adaptação no mecanismo da plataforma.

Na figura é possível observar que foram colocados dois pares de ganchos, sendo que um deles fixa a extensão da plataforma quando esta se encontra recolhida e o outro ajuda a fixar quando estendida (Figura 6.37). É importante salientar que esta plataforma não corresponde à plataforma AYERBE -AY-1000-MH 2035 mm - Capacidade de operação manual da mesa hidráulica 1000 kgf contida no Anexo I.10

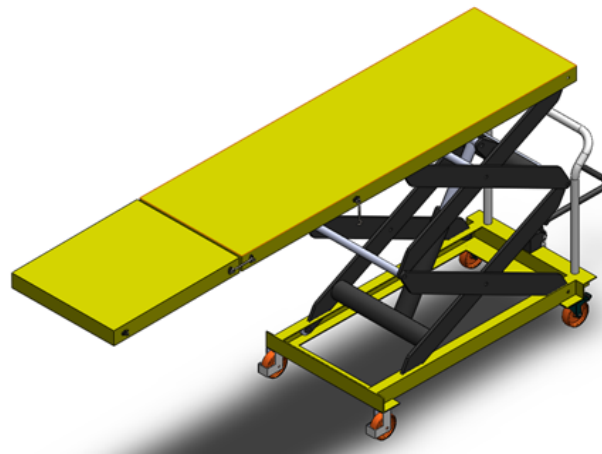


Figura 6.37: Mesa estendida e fixa através dos ganchos.

Para assegurar a estabilidade da extensão quando submetida a peso, adotou-se o mesmo sistema de ganchos mostrado na Figura 6.36. No entanto, desta vez, em vez de aparafusar as argolas no “centro” da mesa, foram posicionados mais acima, conforme representado na Figura 6.38.

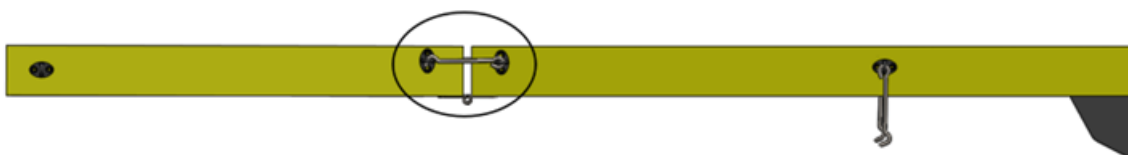


Figura 6.38: Mesa estendida e fixa através dos ganchos posicionados mais acima.

Esta abordagem foi adotada visto que a força que o gancho tem de suportar é tanto maior quanto mais próximo estiver da dobradiça.

No entanto, esta plataforma apresenta um desafio adicional relacionado com a mudança do centro de massa quando o peso é concentrado na extremidade. Uma solução para este problema é o uso de calhas especiais (verticais ao invés de horizontais) que impedem o levantamento das rodas do carrinho e evitam que a mesa tombe, como ilustrado na Figura 6.39.

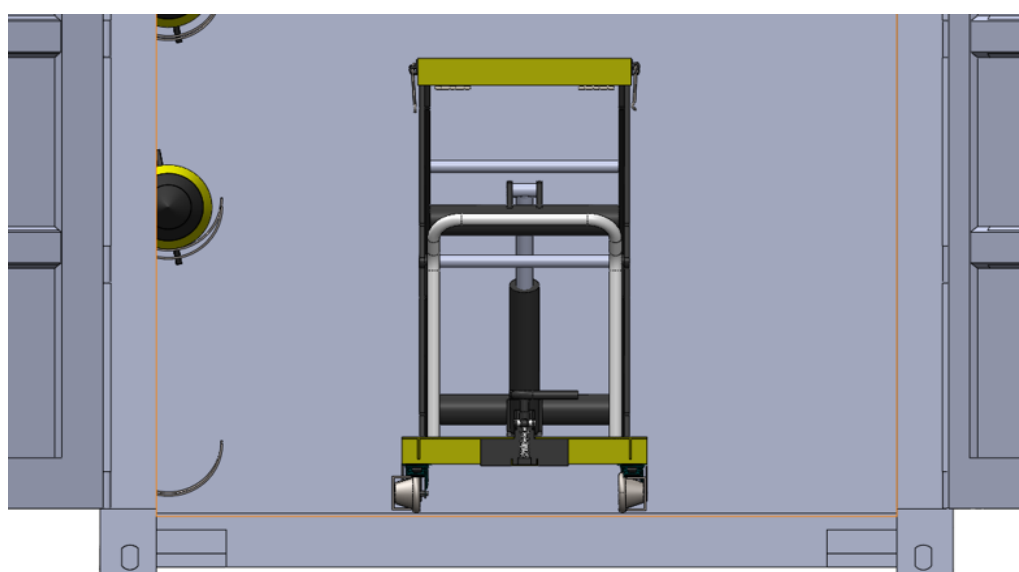


Figura 6.39: Guiamento com calha em "C".

Embora o uso dessas calhas de guia possa inicialmente parecer uma boa opção, é importante questionar se são realmente indispensáveis. Pode ser que simplesmente instruir os operários para evitarem sobrecarregar a extremidade da plataforma seja suficiente, especialmente considerando que a instalação das calhas limita a disposição interna do contentor. Além disso, a sua presença dificulta a passagem e o movimento de objetos com rodas dentro do espaço, o que pode afetar a eficiência operacional. Outro aspecto a ter em consideração é que a instalação destas calhas pode aumentar o risco de acidentes no trabalho.

De modo a ter uma visão mais clara do interior do contentor depois de todas as alternativas selecionadas, a Figura 6.40 mostra a disposição dos seis mecanismos de paralelogramo, a mesa de apoio na oficina, a viga extensível e a piscina para a realização dos testes de flutuabilidade.

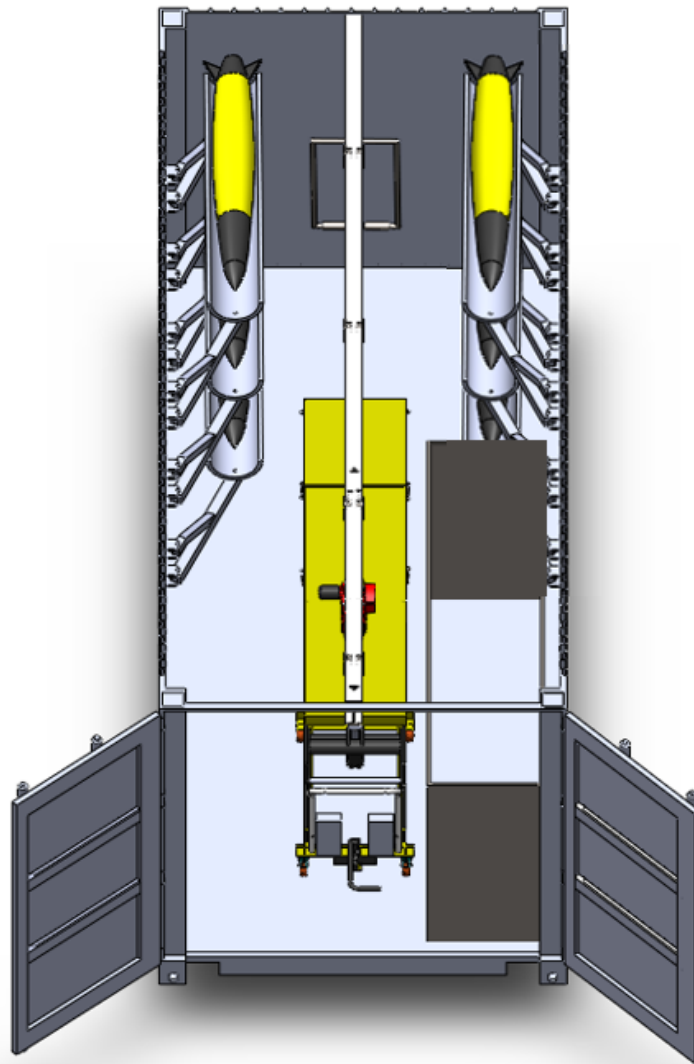


Figura 6.40: Representação da solução final no interior do contêntor.

Além dos requisitos principais do projeto, há alguns pormenores adicionais a serem considerados, como a instalação de iluminação interior para os operários trabalharem em condições adequadas, a necessidade de forrar as paredes do contêntor para evitar danos nos *gliders* em caso de impacto e o dimensionamento de um sistema de ar condicionado para controlar a temperatura e a humidade, evitando a corrosão devido à exposição à água salgada.

Em suma, após uma cuidadosa análise e implementação de soluções alternativas para cada requisito funcional, o projeto destaca-se como um sistema eficiente e seguro para armazenar, lançar e recuperar os *gliders* do oceano. A combinação do mecanismo "paralelogramo" para armazenamento, uma viga extensível com guincho e outras adaptações específicas garantem a funcionalidade e a praticidade necessárias para alcançar os objetivos deste projeto. Além disso, foram considerados pormenores importantes, como a iluminação interna, proteção das paredes e o controlo de temperatura, garantindo um

ambiente ideal para o trabalho dos operários e a preservação dos equipamentos. Assim, conclui-se que as principais características e requisitos do projeto foram abordados de forma abrangente e eficaz.

## DIMENSIONAMENTO FUNCIONAL E GEOMÉTRICO

O dimensionamento funcional e geométrico dos componentes é essencial para garantir o desempenho adequado dos equipamentos projetados. Este capítulo tem como objetivo atribuir dimensões de forma a assegurar que cada elemento funcione corretamente e que todos os componentes trabalhem em conjunto.

Ao contrário do dimensionamento estrutural, que se concentra na segurança e na capacidade dos componentes suportarem esforços, o dimensionamento funcional preocupa-se principalmente com as dimensões físicas e geométricas que permitirão o correto funcionamento e a compatibilidade entre as partes. Este processo é crucial para garantir a integração e a operação eficiente dos equipamentos.

O dimensionamento para a integridade física dos componentes, é feito na fase de desenvolvimento do projeto de pormenor e de elaboração de desenhos para fabrico, em função das soluções construtivas, dos processos produtivos e das tecnologias que sejam definidas para a construção das peças, pelo que as dimensões finais das peças, as tolerâncias e o acabamento de superfícies, poderão vir a ser alteradas. O desenvolvimento do projeto de pormenor e a elaboração de desenhos para fabrico não estão no âmbito desta dissertação, devido à extensão dessa fase do projeto.

Os aspetos chave a considerar no dimensionamento funcional, para que o funcionamento do sistema a projetar satisfaça as necessidades do cliente, incluem:

- **Compatibilidade de Interfaces:** As dimensões devem garantir que os componentes se encaixam corretamente entre si e com os outros sistemas;
- **Espaço de Operação:** As medidas devem assegurar que há espaço suficiente para o movimento e operação dos componentes, sem obstruções nem limitações;
- **Ergonomia e Acessibilidade:** As dimensões devem permitir uma operação segura e confortável para os operadores;

Ao longo deste capítulo, são vários os subconjuntos que serão dimensionados levando todos estes aspetos em consideração, sendo eles:

- Mecanismo do Paralelogramo: Exposição das dimensões das barras, suportes e berço, com foco nas medidas que garantem um movimento suave e preciso.
- Viga Extensível: Análise das dimensões da viga e dos mecanismos de fixação e deslizamento, para assegurar um ajuste e funcionamento eficiente e seguro.
- Plataforma Elevatória: Discussão das dimensões necessárias para permitir a elevação adequada dos *gliders* e espaço adequado para trabalhar nas manutenções, considerando a ergonomia e a facilidade de uso da plataforma.
- Piscina: Determinação das dimensões da piscina para os testes de flutuabilidade, tendo em consideração o espaço disponível no contentor e o tamanho dos *gliders*.

Cada secção incluirá as justificações adequadas para as escolhas das dimensões, geometrias e métodos de fixação/ligação, com base nas funções específicas que cada componente deve desempenhar. Esta abordagem garante que todas as medidas estão alinhadas com os requisitos funcionais e operacionais dos sistemas.

## 7.1 Paralelogramo

O mecanismo do paralelogramo é uma parte crucial do projeto, responsável pelo armazenamento seguro e acessível dos *gliders* dentro do contentor e também pelo deslocamento transversal destes equipamentos. De modo a garantir o seu correto funcionamento, é essencial realizar um dimensionamento funcional e geométrico adequado.

### 7.1.1 Componentes do Paralelogramo

Antes de atribuir dimensões aos componentes, é necessário perceber quais são os elementos constituintes deste mecanismo. O paralelogramo é constituído por 53 elementos, que se reduzem a apenas 31 após as soldaduras necessárias.

Na Figura 7.1 está representada a vista explodida com a respetiva legenda dos componentes do paralelogramo.

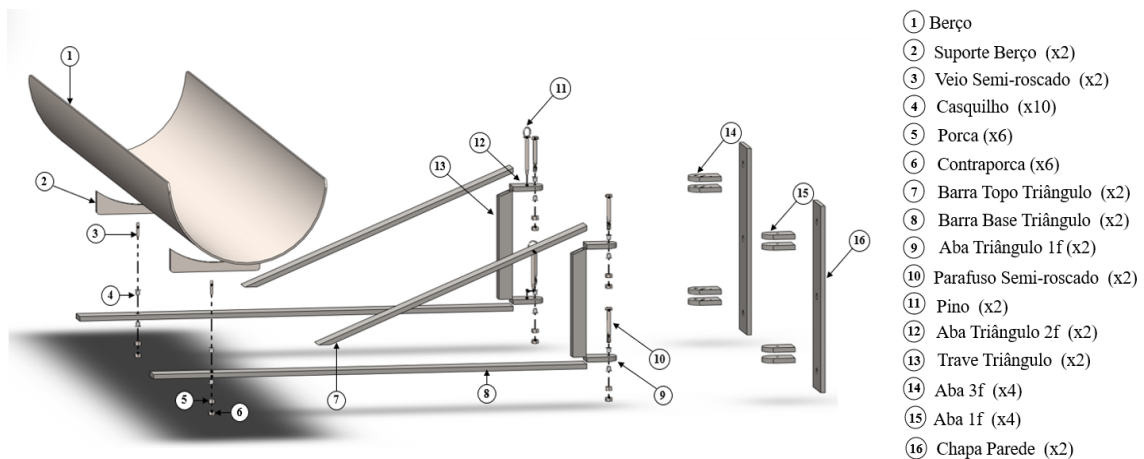


Figura 7.1: Vista explodida legendada do paralelogramo.

Conforme mostra a figura, um dos elementos constituintes deste conjunto é o berço, onde o *glider* fica apoiado sobre uma esponja que serve de amortecimento. Soldados a este berço estão os suportes, que, por sua vez, estão soldados a um "veio semi-roscado" que permite a rotação entre o berço e os triângulos laterais do paralelogramo. Para facilitar esta rotação, existem dois casquilhos que reduzem o atrito entre o veio e a barra que constitui a base do triângulo. De maneira a garantir que os movimentos da embarcação não causam grandes deslocamentos verticais neste subconjunto, existe uma rosca no veio que permite fixá-lo com uma porca. Ao invés de utilizar uma porca em conjunto com um freio ou uma porca de travamento (descartável), optou-se por usar uma porca e contraporca para que a fricção entre elas impeça qualquer movimento indesejado. Esta acaba por ser a opção mais simples, prática e viável.

As laterais do paralelogramo são constituídas por três barras principais formando um triângulo e por mais duas barras em forma de abas que serão soldadas ao mesmo, que por sua vez, também é unido por soldaduras. Estas abas também incluem um casquilho em cada uma para diminuir o atrito entre os parafusos semi-roscados e a barra, permitindo a sua rotação. Para visualizar melhor as ligações entre as peças, na Figura 7.2 está representado o mecanismo montado.

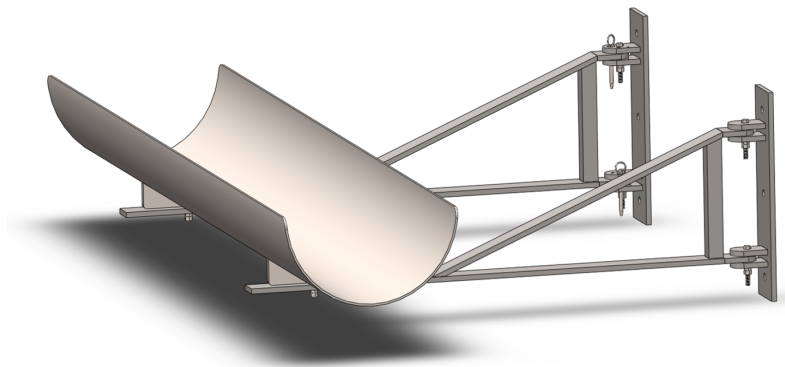


Figura 7.2: Mecanismo paralelogramo montado.

É de notar que, apesar de não ser claro na figura acima, as abas têm algumas diferenças entre si, visto que as abas de um lado têm apenas um furo (orifício para o parafuso), enquanto que as do outro têm três furos, cuja função será explicada mais adiante. Os parafusos que se encontram nestas barras, assim como os do berço, também estão fixos com uma porca e contraporca para garantir estabilidade.

O último subconjunto deste mecanismo é composto por uma chapa que será aparafusada às paredes do contentor, juntamente com 4 abas soldadas a cada chapa. Conforme ilustrado na figura acima, estas barras proporcionam apoio e fixação dos triângulos às paredes do contentor, permitindo a rotação suave dos mesmos.

Este mecanismo possui duas posições necessárias para a sua utilização: "fechado", onde os triângulos ficam quase paralelos às laterais do contentor, e "aberto", onde estes ficam perpendiculares às laterais do mesmo. O problema reside na fixação do mecanismo nestas duas posições, já que o parafuso semi-roscado apenas permite a rotação, dificultando a permanência do mecanismo nas posições desejadas devido aos movimentos da embarcação.

Para resolver esta questão, foram introduzidos mais dois furos nas abas de um dos lados, além do furo existente para o parafuso, totalizando os três furos mencionados anteriormente. Estes dois furos adicionais permitem a fixação do mecanismo nas posições pretendidas com o auxílio de um pino. A Figura 7.3 mostra as duas posições possíveis do paralelogramo consoante a colocação do pino em cada um dos orifícios.

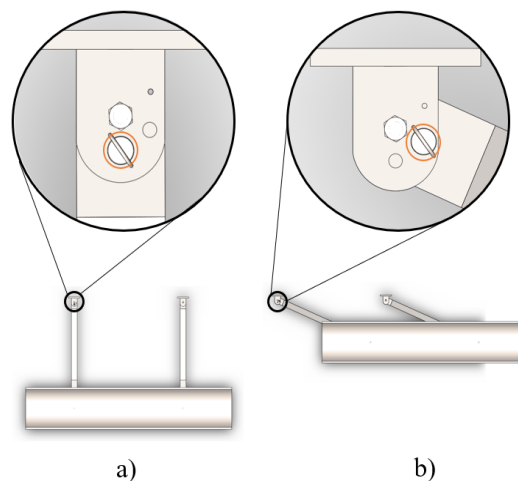


Figura 7.3: Paralelogramo nas suas duas possíveis posições: a) "aberto"; b) "fechado".

Como se pode constatar, a geometria do mecanismo do paralelogramo deve ser tal que o berço se mova paralelamente ao chão, mantendo o *glider* estável em todas as posições.

Para evitar que o pino se perca durante a troca de um orifício para outro, foi inserido um quarto furo na aba, cuja única função é colocar um fio ou corrente que se conecte ao pino para que ele não se perca durante o seu manuseio.

### 7.1.2 Dimensões dos Componentes

Neste subcapítulo, abordar-se-á a atribuição das dimensões fundamentais, ou seja, as medidas imprescindíveis para garantir a funcionalidade do mecanismo.

- Berço

Começando por um exemplo simples, o primeiro componente a ser dimensionado é o berço, nomeadamente o seu comprimento. O objetivo do berço é armazenar os *gliders*, acomodando-os de maneira segura e minimizando os movimentos indesejados.

Considerando que um *glider* possui 2000 mm de comprimento, o comprimento do berço deve ser suficiente para suportar a maior parte do corpo do *glider*, com pelo menos 1500 mm. Neste caso, optou-se por 1800 mm para garantir uma maior segurança e estabilidade. Esta diferença de 200 mm entre o comprimento do berço e o comprimento total do robô subaquático deve-se ao espaço deixado para as "quilhas" na retaguarda do *glider*, que foram deixadas fora do berço para evitar quaisquer danos.

A largura do berço deve ser ligeiramente maior do que a do *glider*, com uma folga de cada lado para facilitar a sua colocação e remoção, assim como para permitir a colocação da esponja. Este berço é feito de um tubo de aço inoxidável com  $\varnothing 355,6$  mm com 4 mm de espessura de parede (tubo normalizado de acordo com a norma ISO 1127), posteriormente cortado ao meio para formar a estrutura pretendida. Considerando que o maior diâmetro dos *gliders* é de 250 mm, optou-se por uma margem adicional de aproximadamente 50 mm (48,8 mm exatamente) de cada lado para assegurar um ajuste adequado e espaço suficiente para a esponja. A ficha técnica deste tubo encontra-se no Anexo I.2 [29].

Outro aspeto a considerar é a profundidade do berço. Esta deve ser suficiente para impedir que o *glider* tombe. Uma profundidade de 150 mm seria adequada, mas neste caso, optou-se por 160 mm (ligeiramente inferior que o raio da chapa), para garantir uma maior estabilidade e conseguir fazer dois berços a partir de um só tubo.

Na Figura 7.4 estão representadas as cotas do berço.

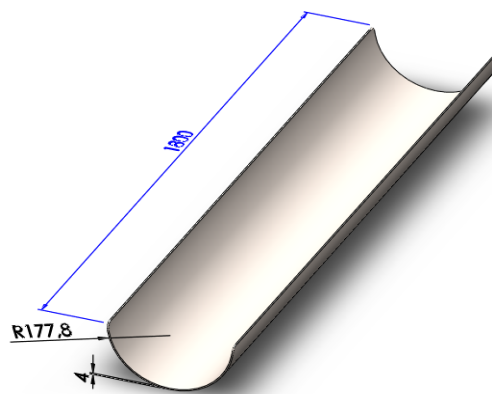


Figura 7.4: Dimensões do berço (mm).

- Encaixes do Berço

Cada um dos encaixes do berço é constituído por dois componentes, posteriormente soldados ao berço e entre si. O suporte do berço (que se encontra logo abaixo deste) é fabricado a partir de chapa e tem como função principal fornecer uma superfície plana para a soldadura do veio. Para que o mecanismo funcione corretamente, a superfície superior do suporte deve ter o mesmo raio que o exterior do berço (177 mm), enquanto que a superfície inferior deve ser plana. Existem dois suportes deste tipo colocados debaixo do berço, com uma distância de 900 mm entre eles. Esta medida não é extremamente rigorosa, mas deve ser equilibrada: não deve ser muito pequena para não comprometer a estabilidade, e não muito grande para evitar a deflexão do berço.

Para o veio semi-roscado atribuiu-se um valor de 5,5 mm de diâmetro considerando o diâmetro interior do casquilho (6 mm) e a folga necessária a deixar entre eles. O veio possui 11 mm de comprimento não rosçado, que corresponde à espessura da barra que ultrapassa (10 mm), somando ainda a flange do casquilho (1 mm), seguido por mais 19 mm de rosca M5, suficiente para acomodar a porca e a contraporca.

Através da Figura 7.5, representada em corte, é possível ter uma melhor compreensão das interligações entre os componentes.

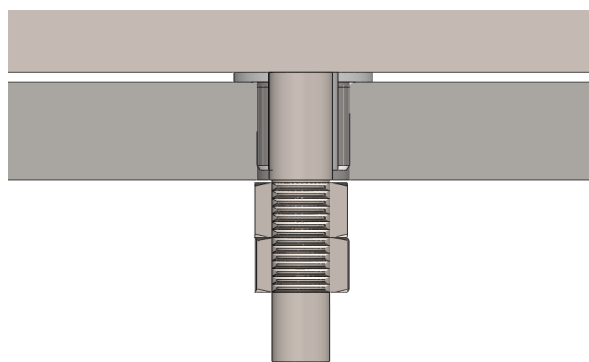


Figura 7.5: Representação (em corte) do conjunto, para melhor compreensão das interligações entre os componentes.

Optou-se por este tipo de ligação (soldadura) ao invés de um furo no berço para evitar o risco da cabeça do parafuso danificar o *glider*, mesmo que com a esponja entre eles.

Na Figura 7.6 estão representadas as dimensões principais dos componentes do encaixe do berço.

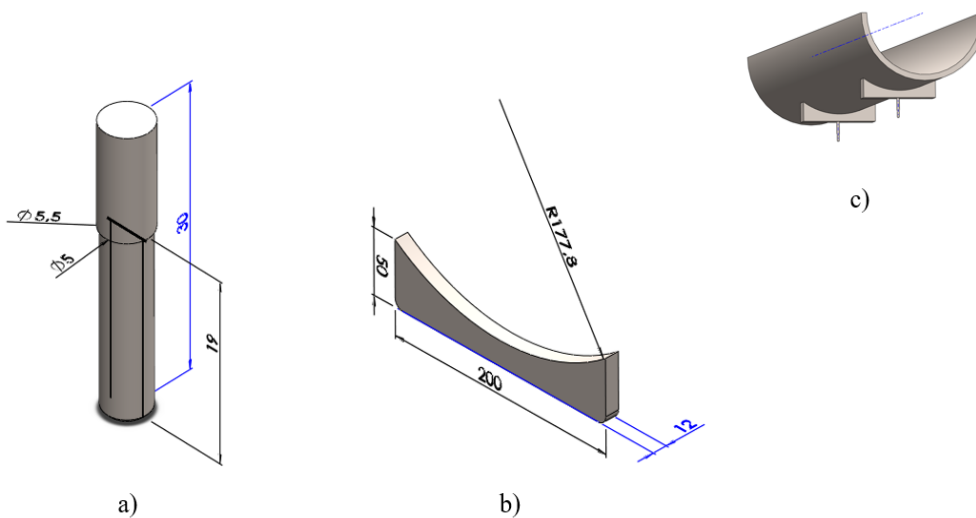


Figura 7.6: a) Dimensões do veio semi-roscado (mm); b) Dimensões do suporte (mm); c) Vista em perspectiva do subconjunto.

- Casquilhos

Conforme mencionado anteriormente, foi inserido um casquilho para acomodar cada veio nas barras do triângulo. Cada casquilho possui 1 mm de espessura e um diâmetro externo de 8 mm. Estas conexões sustentam a carga e permitem a rotação dos elementos.

Nos subconjuntos dos triângulos também são inseridos casquilhos com as mesmas dimensões. No interior destes casquilhos encontram-se parafusos semi-roscados também fixos com porca e contraporca.

É possível encontrar mais alguns detalhes sobre os casquilhos utilizados no Anexo I.3 [30].

- Barras laterais (triângulo)

Uma dimensão crucial para o funcionamento eficaz deste mecanismo é o comprimento da barra que serve como base do triângulo. Para garantir a operação adequada, quando o mecanismo está "aberto", o *glider* deve estar próximo do centro do contentor, dado que o mesmo não serve só para armazenar mas também facilita o deslocamento transversal até ao centro, onde o guincho está localizado. Para tal, é necessário que a distância entre o furo situado na barra onde o berço encaixa e a parede do contentor seja de aproximadamente 1000 mm. Considerando a possibilidade de "abrir" um mecanismo de cada lado da parede sem que eles choquem, esta dimensão foi ajustada de 1000 mm para 970 mm. Desta forma, a barra de secção retangular (10×50 mm) tem um comprimento total de 970 mm, incluindo 836 mm até o furo e a parte adicional que se estende além dele (Figura 7.7).

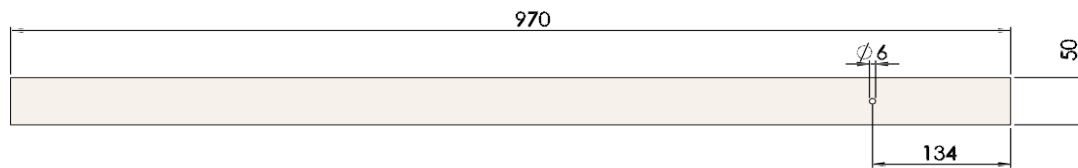


Figura 7.7: Dimensões da Barra Base Triângulo (mm).

Por cima desta barra estão posicionadas duas outras, cujas dimensões não precisam necessariamente de ter valores específicos. O mais importante a ter em atenção nas dimensões a atribuir a estes dois elementos é a altura da barra vertical. A altura do triângulo deve ser proporcional à altura do berço. Assim, a barra vertical do triângulo tem uma altura de 232 mm, com o objetivo de se alinhar com a altura do berço e do *glider*, evitando o uso excessivo de espaço (Figura 7.8). Esta barra é fabricada a partir de um tubo de secção quadrangular, sendo apresentadas mais algumas informações sobre a mesma no Anexo I.4 [31].

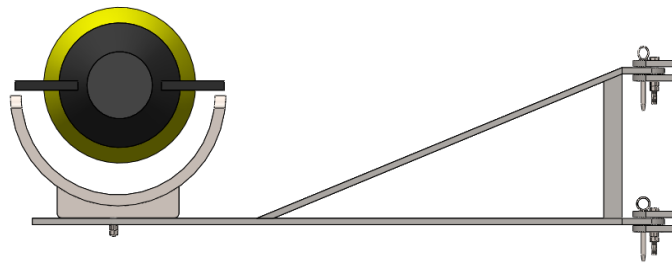


Figura 7.8: Alçado lateral esquerdo do conjunto.

Ambas as barras (base e topo do triângulo) são obtidas por laminagem a quente, sendo posteriormente cortadas de acordo com as medidas referidas anteriormente.

- Abas

À semelhança dos componentes anteriores, as abas também não necessitam de ter dimensões específicas. O único requisito é que não ultrapassem os 70 mm de comprimento, pois isso interfere com o comprimento do paralelogramo quando está "aberto". As dimensões gerais atribuídas a estes elementos podem ser encontradas na Figura 7.9.

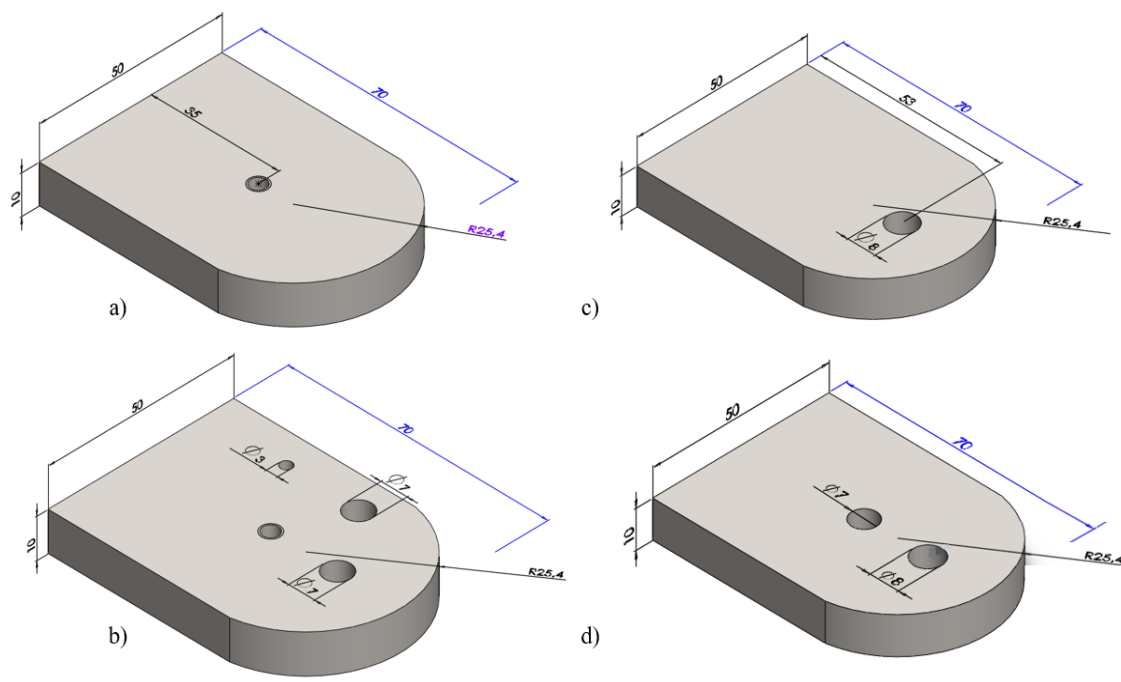


Figura 7.9: a) Dimensões da aba pertencente à chapa sem pino (mm); b) Dimensões da aba pertencente ao triângulo sem pino (mm); c) Dimensões da aba pertencente à chapa com pino (mm); d) Dimensões da aba pertencente ao triângulo com pino (mm);

Como se pode observar na figura, existem quatro tipos de abas. As abas à esquerda pertencem ao subconjunto da chapa que é aparafusada à parede, enquanto que as abas à direita pertencem ao subconjunto do triângulo. É importante mencionar que as cotas representadas na figura são as nominais. Sabe-se que os diâmetros dos furos têm que ser sempre superiores ao diâmetro dos parafusos. Este acréscimo encontra-se tabelado no livro de Desenho Técnico [32], cuja tabela indica os diâmetros recomendados para os furos em função do diâmetro dos parafusos e do tipo de mecânica que esteja a ser considerada.

A barra a) tem apenas um furo de 5 mm de diâmetro (cota nominal) por onde passa um parafuso M5, enquanto que a barra c) se destina ao mesmo efeito, mas inclui um casquilho no orifício. Dado que as dimensões dos casquilhos são as mencionadas anteriormente, esta barra possui um furo com 8 mm de diâmetro.

A barra b) possui três furos para além do pequeno furo mencionado anteriormente que se destina à colocação de uma pequena corrente para o pino. Um deles, com 5 mm de diâmetro (cota nominal), destina-se ao parafuso M5 e os dois restantes têm 7 mm de diâmetro (novamente cota nominal, as suas dimensões reais são analisadas no capítulo das tolerâncias e ajustamentos) e servem para permitir as duas posições que o paralelogramo pode assumir ao colocar o pino em diferentes orifícios. Foi necessário ter atenção à colocação dos furos para o pino, de modo a "trancar" o paralelogramo na posição desejada. Dependendo do ângulo entre os furos, o mecanismo poderia "fechar-se" demais e colidir com a parede traseira do contentor. Após algumas iterações, os furos ficaram posicionados conforme mostrado na figura acima.

Finalmente, existem dois furos na barra d), um deles com 7 mm de diâmetro (cota nominal) que se destina à inserção do pino, e o outro com 8 mm para a colocação do casquilho.

Para uma compreensão mais clara das diferentes funções das barras (ou abas), a Figura 7.10 ilustra estes elementos já montados. A montagem a), composta pelas abas b) e d), e a montagem b), formada pelas abas a) e c), mostram as suas disposições e propósitos específicos, fornecendo assim uma melhor compreensão do texto anterior.

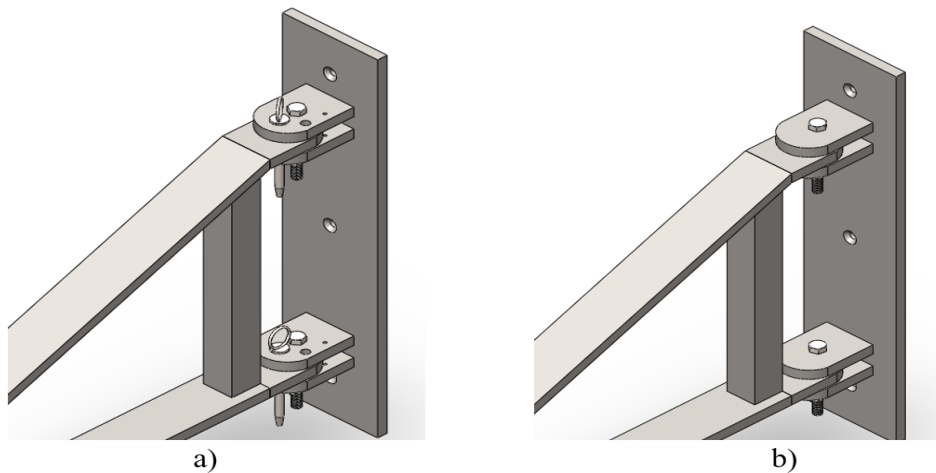


Figura 7.10: a) Utilização das abas "b" e "d" na montagem de um dos triângulos do paralelogramo (com pino); b) Utilização das abas "a" e "c" na montagem de um dos triângulos do paralelogramo (sem pino).

- Pino

O pino foi projetado com uma cabeça ergonómica apresentando uma pequena argola que é soldada ao seu corpo, facilitando o manuseio do mesmo. O comprimento do pino é determinado de modo a garantir que ultrapasse as três abas, conforme ilustrado nas dimensões apresentadas na Figura 7.11.

Para garantir robustez e durabilidade, os pinos devem ter um diâmetro que ronde os 7 mm. Além disso, tal como já foi explicado várias vezes, o diâmetro interno dos orifícios onde estes pinos serão inseridos deve ser ligeiramente maior que o diâmetro dos pinos, para facilitar o encaixe e garantir uma rotação suave e sem atritos.

A extremidade do objeto apresenta uma ponta mais aguçada para facilitar a sua inserção nos furos das barras.

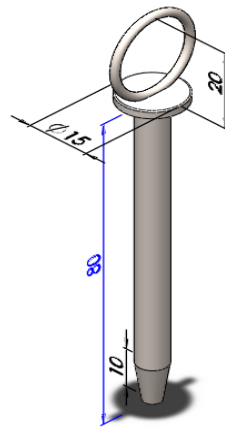


Figura 7.11: Principais dimensões do pino (mm).

A disposição dos pinos no paralelogramo foi cuidadosamente planeada para otimizar a praticidade e a acessibilidade durante o uso do mecanismo. Como observado, os orifícios para os pinos encontram-se apenas num dos lados do paralelogramo, um deles posicionado acima e o outro abaixo. Essa decisão foi tomada após algumas considerações sobre a eficiência operacional e a necessidade real de fixação do mecanismo na posição desejada. Ao invés de utilizar quatro pinos para travar o paralelogramo, determinou-se que dois seriam suficientes, localizados num só triângulo.

A escolha de ter os pinos apenas num dos triângulos foi estratégica. Optou-se por colocá-los no triângulo mais acessível para o operador, facilitando o processo de inserção e remoção dos pinos. Considerando que o outro triângulo fica parcialmente obstruído pelo *glider* quando o mecanismo está "fechado", como ilustrado na Figura 7.12, a colocação dos pinos no triângulo oposto proporciona uma maior conveniência e eficiência durante as operações.

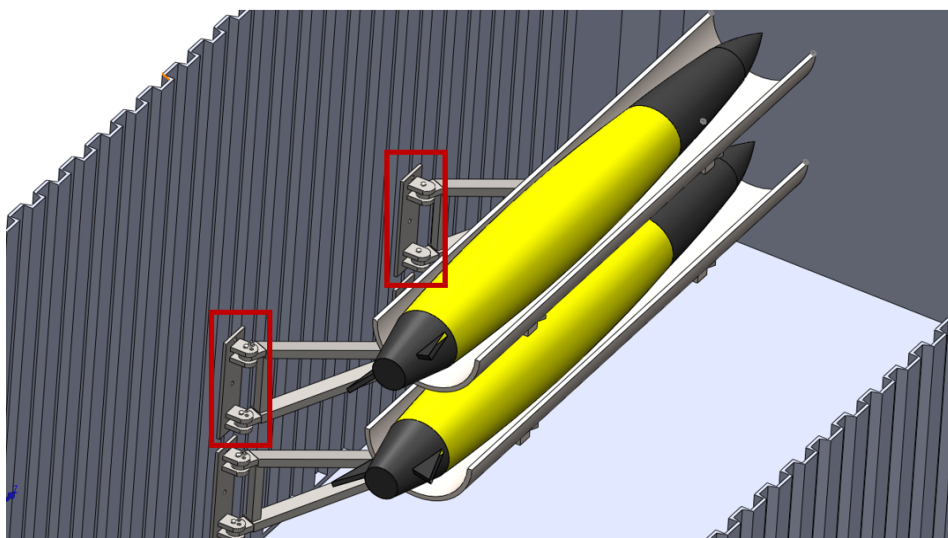


Figura 7.12: Posicionamento estratégico dos pinos no mecanismo.

- Chapa Parede

O último componente do paralelogramo a dimensionar são as chapas que ficam aparafusadas à parede do contentor. As dimensões destas chapas são um pouco flexíveis, basta que sejam capazes de acomodar as quatro abas do mecanismo. Nesse sentido, optou-se por utilizar uma chapa com 10 mm de espessura, 100 mm de largura e 350 mm de comprimento. Estas dimensões proporcionam uma base sólida e estável para fixar as abas e garantir a integridade estrutural do mecanismo.

Além das dimensões específicas de cada componente, também é crucial considerar os espaços entre cada paralelogramo, uma vez que estão dispostos de forma sobreposta dentro do contentor. Para garantir uma montagem eficiente e acessibilidade adequada, é essencial deixar espaços apropriados entre os diferentes elementos. Optou-se por uma folga de apenas 50 mm. Esta decisão baseia-se no facto de que, sendo os berços móveis, não é necessário deixar muito espaço adicional para remover ou colocar os *gliders*. O mecanismo de "abertura" permite fácil acesso aos *gliders*, sem a necessidade de uma folga excessiva entre os equipamentos. Esta abordagem reduz a quantidade de espaço utilizado do espaço disponível dentro do contentor, garantindo ao mesmo tempo uma operação eficiente e conveniente.

Uma alternativa que pode ser adotada é substituir as várias chapas aparafusadas às paredes do contentor por uma única chapa, facilitando a montagem dos mecanismos na parede do contentor. Esta chapa teria vários pontos de fixação com os 12 olhais/abas nela soldados. A desvantagem desta alternativa é o facto de exigir um maior cuidado e precisão dos fabricantes em relação aos alinhamentos dos olhais, porém, facilita a montagem. As dimensões desta peça estão apresentadas na Figura 7.13.

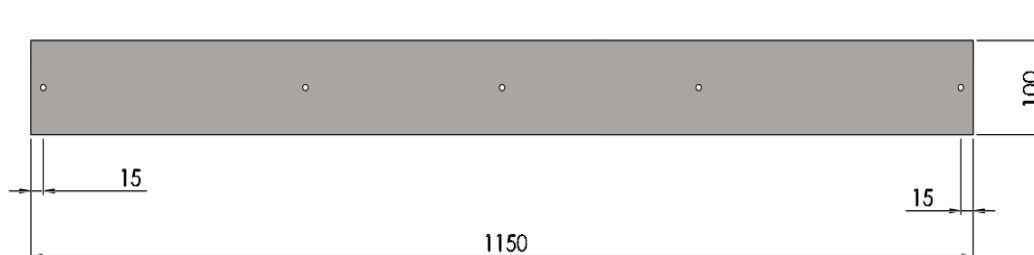


Figura 7.13: Dimensões da "Chapa Única" (mm).

Por fim, também é fundamental considerar as distâncias ao paralelogramo dentro do contentor. O paralelogramo que se encontra mais próximo do chão deve estar a cerca de 150 mm para evitar colidir com algum objeto que se encontre no chão do contentor. Tendo em conta que a piscina tem 2800 mm de comprimento, é crucial deixar espaço para a mesma. Portanto, ao "fechar" o mecanismo, o *glider* deve ser posicionado o mais próximo possível do fundo do contentor, com a sua extremidade mais aguçada virada para a parede do mesmo, evitando assim danos nas quilhas. Somente assim é viável garantir

que tudo caiba adequadamente dentro do mesmo. A Figura 7.14 apresenta as dimensões do paralelogramo em relação ao fundo do contentor.

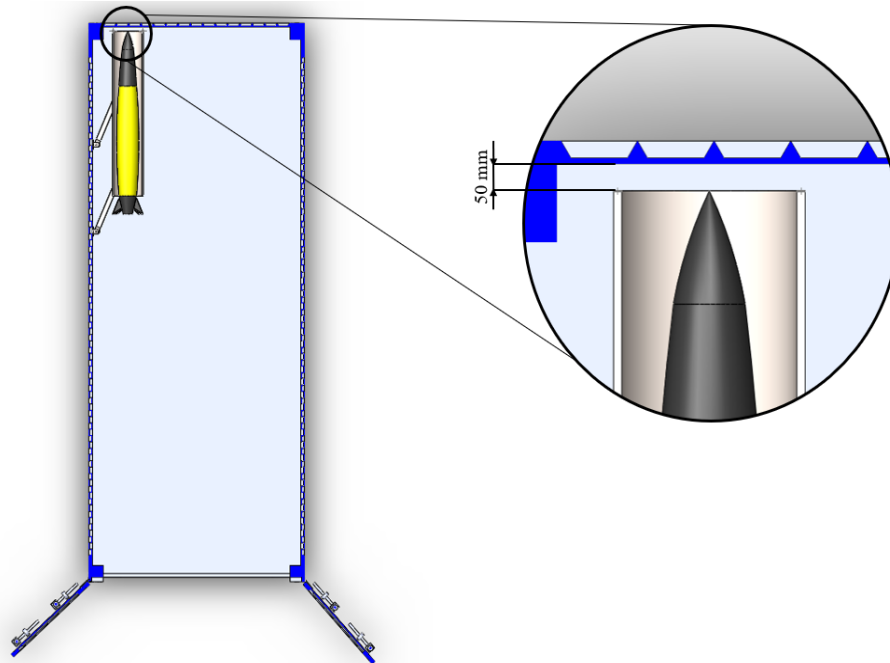


Figura 7.14: Disposição do *glider* no contentor.

Para concluir, o dimensionamento funcional do paralelogramo implica uma análise minuciosa das dimensões de cada componente, bem como dos espaços deixados entre eles e a sua disposição dentro do contentor. Desde o comprimento e largura do berço até à posição dos pinos de fixação, cada medida foi cuidadosamente escolhida para assegurar o funcionamento adequado do mecanismo. Com todas estas medidas e considerações em mente, espera-se que o paralelogramo cumpra de forma eficaz e segura as necessidades de armazenamento e movimentação dos *gliders*.

## 7.2 Viga extensível

A viga extensível desempenha um papel crucial no projeto, suportando e permitindo a extensão controlada dos componentes necessários para o manuseio dos *gliders*. Este mecanismo exige um dimensionamento funcional e geométrico rigoroso para garantir a sua eficácia, segurança e durabilidade. Neste subcapítulo, é abordado o processo de dimensionamento da viga extensível, detalhando as especificações e considerações técnicas necessárias para o seu correto funcionamento dentro do sistema.

### 7.2.1 Componentes da Viga extensível

À semelhança do paralelogramo, é crucial descrever os componentes que constituem este mecanismo. Só depois de conhecer todas as peças e entender a sua importância para

a utilização da viga é que se pode atribuir uma geometria e dimensões adequadas a cada uma. Para que este mecanismo funcione, são necessários 175 componentes, número que se reduz a 144 após a aplicação das soldaduras necessárias. A Figura 7.15 apresenta uma legenda deste mecanismo, subdividido em vários subconjuntos que serão analisados a seguir.

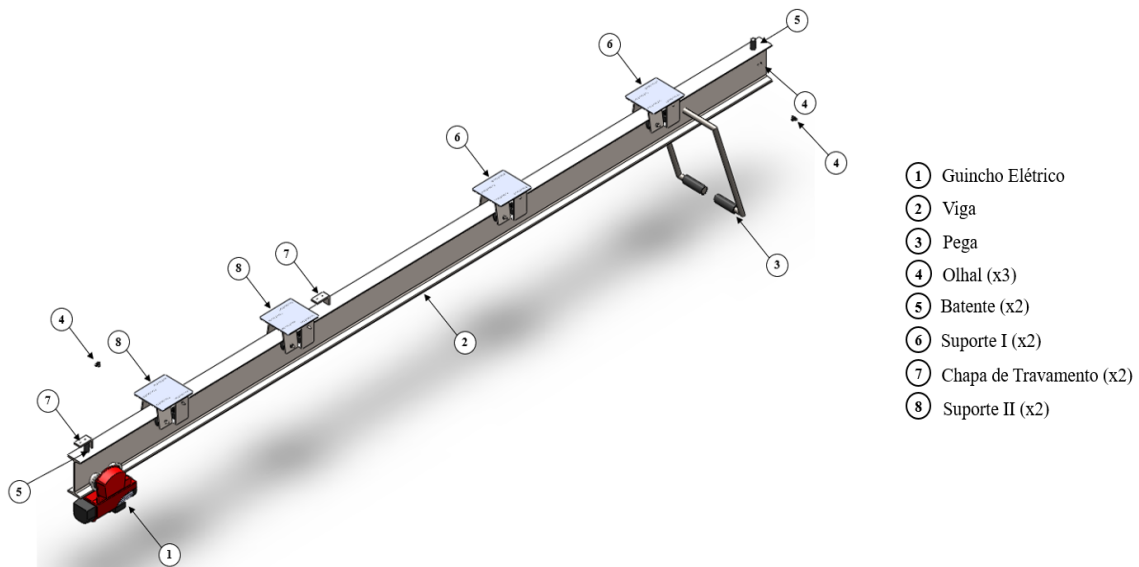


Figura 7.15: Legenda dos subconjuntos constituintes do mecanismo da viga.

Como já foi referido, na figura consegue-se identificar alguns subconjuntos, como a pega, os olhais, os suportes e batentes. Também é possível identificar elementos singulares como a viga e o guincho, que apesar de ser constituído por vários elementos, aqui será tratado como um único elemento por ser um componente de compra, à venda no mercado como um produto acabado (tanto o guincho como o carrinho), ou seja, não existe a necessidade de avaliar a sua constituição detalhadamente.

Devido à complexidade deste mecanismo em comparação com o paralelogramo, não é possível apresentar uma única vista explodida que visualize todos os componentes. Portanto, os subconjuntos serão analisados individualmente para simplificar este processo.

Como já foi estabelecido, a "viga extensível" não se estende como um mecanismo telescópico, mas desliza, longitudinalmente, para a frente e para trás conforme necessário. O guincho elétrico pode mover-se ao longo de toda a viga graças ao seu carrinho. Para fixar a viga ao teto e garantir a sua funcionalidade, são necessários suportes. Desta forma, foram inseridos quatro suportes longitudinalmente no contentor para este fim, cada um com duas rodas para suportar o peso da viga e dos equipamentos nela suspensos, como ilustrado na Figura 7.16. No entanto, ao longo do projeto, surgiram desafios relacionados com a estabilidade da viga se os suportes continuassem apenas com essas duas rodas.

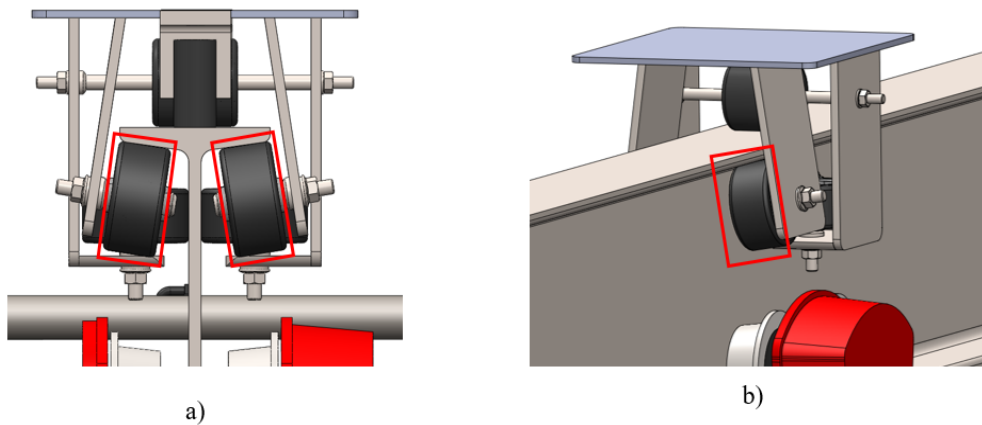


Figura 7.16: a) Destaque das rodas que suportam o peso da viga e dos restantes equipamentos nela suspensos; b) Perspetiva das rodas destacadas em "a)" para uma melhor interpretação visual.

Um dos problemas identificados foi a necessidade de guiamento transversal para garantir o alinhamento longitudinal da viga, de modo a evitar o seu enviesamento, como ilustrado, de forma exagerada, na Figura 7.17 a). Para solucionar este problema, foi adicionado mais um par de rodas em cada suporte, conforme destacado na Figura 7.17 b).

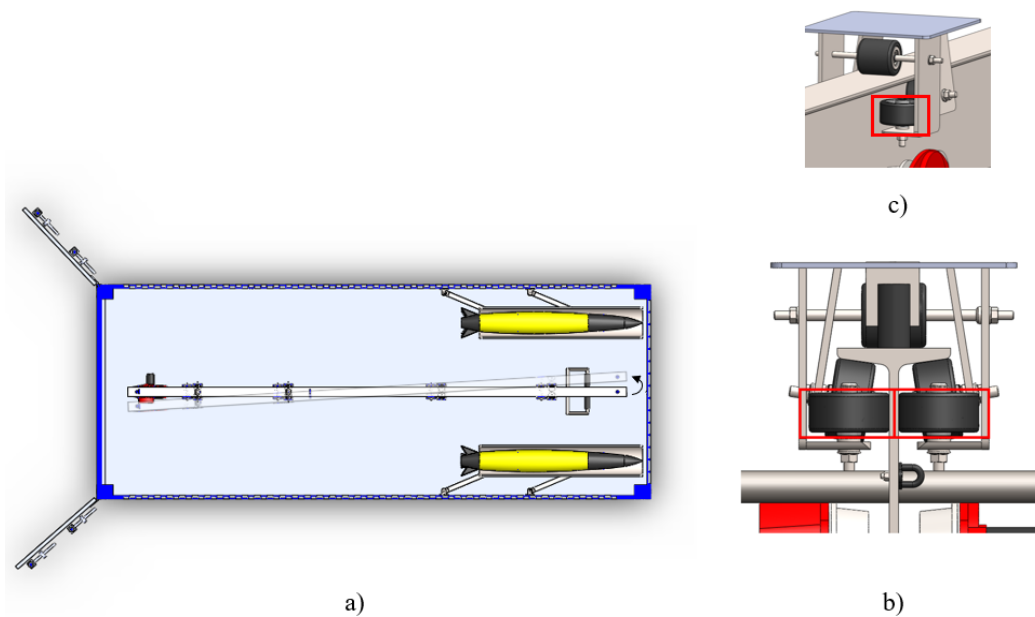


Figura 7.17: a) Enviesamento da viga causado pela ausência de rodas de guiamento. b) Rodas que evitam o enviesamento da viga; c) Perspetiva das rodas destacadas em "b)" para uma melhor interpretação visual.

Após a adição destas rodas, surgiu outra questão: quando a viga está "estendida", a mesma fica apoiada por menos suportes, o que pode fazer com que tombe, devido à distância dos suportes em relação ao seu centro de massa, conforme ilustrado na Figura 7.18 a).

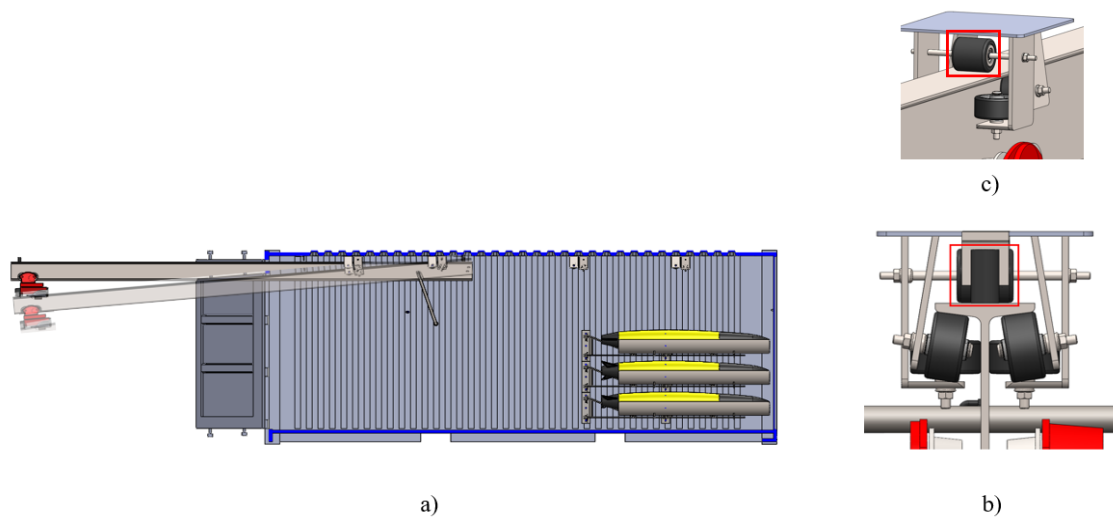


Figura 7.18: Instabilidade da viga devido à ausência de rodas de guiamento; b) Rodas que evitam o enviesamento da viga; c) Perspetiva das rodas destacadas em "b)" para uma melhor interpretação visual.

Surgiu assim a necessidade de adicionar um rolo no topo de cada suporte (Figura 7.18 b)), garantindo que a viga se mantém sempre horizontal, desde que esteja sempre apoiada por pelo menos dois suportes.

Com os principais componentes dos suportes apresentados, é também importante conhecer todos os outros elementos deste subconjunto. A Figura 7.19 apresenta a legenda de um suporte para facilitar a visualização desses elementos.

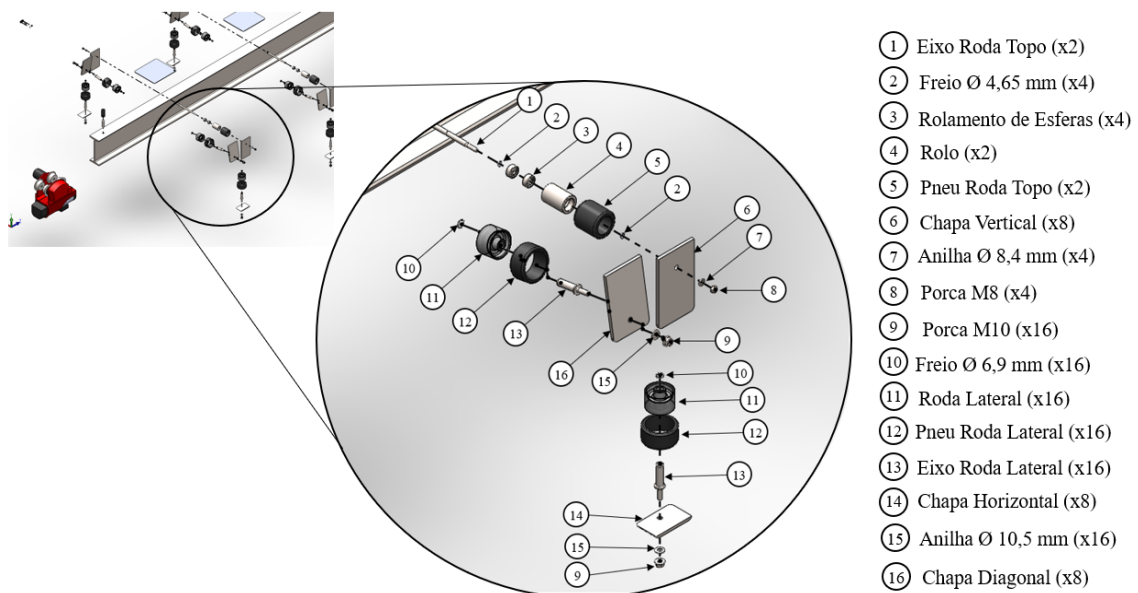


Figura 7.19: Legenda dos elementos constituintes de um suporte.

Antes de iniciar a análise detalhada, é fundamental esclarecer algumas informações para facilitar a interpretação da legenda. Primeiramente, os suportes são simétricos, ou seja, a figura mostra a legenda de um lado, sendo que o outro lado contém os mesmos componentes. A única exceção é o rolo, que é único e não aparece em par. Portanto, os elementos de 1 a 5 são os únicos que não se repetem do outro lado. Também é importante mencionar que a figura ilustra um suporte do tipo II, cuja diferença será explicada mais adiante neste subcapítulo.

Estabelecidas estas considerações iniciais, pode agora proceder-se à análise individual de cada componente.

Cada suporte é composto por sete chapas soldadas entre si, projetadas para acomodar as quatro rodas e o rolo, mencionados anteriormente. Os furos nas chapas permitem a fixação dos eixos das rodas, presos com anilhas e porcas. Para evitar que as rodas se soltem, foram adicionados freios que as imobilizam ao longo do eixo sem restringir a sua rotação. No rolo, foram instalados dois rolamentos de esferas para facilitar o movimento e reduzir o atrito. Já as rodas laterais, com núcleos de poliamida e eixos de aço inoxidável, dispensam a necessidade de rolamentos, eliminando o risco de gripagem. Todos estes componentes estão integrados numa única chapa soldada ao teto do contentor.

Embora a viga já se encontre composta e minimamente estável com estes quatro suportes, ainda existem outros elementos cruciais para o bom funcionamento do conjunto que ainda não foram discutidos adequadamente. A Figura 7.20 apresenta a legenda de mais alguns componentes, como a pega, os batentes e os olhais.

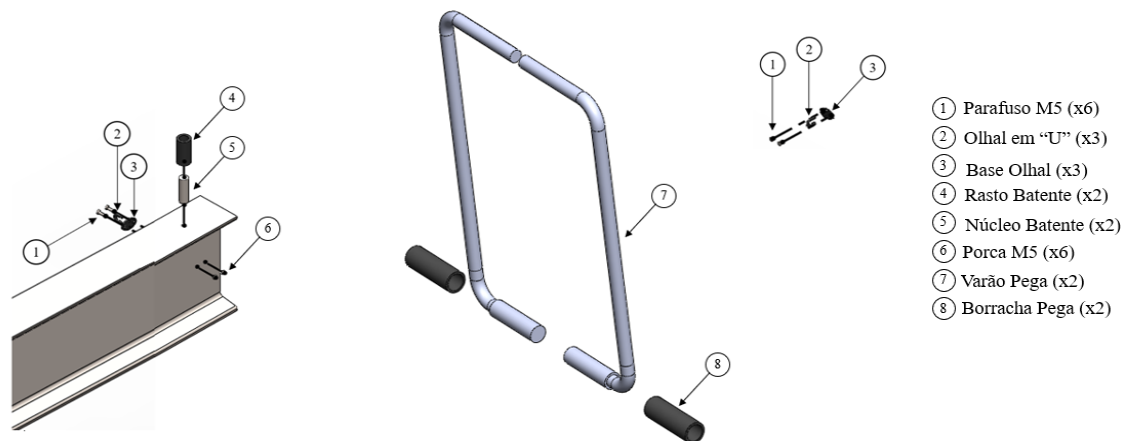


Figura 7.20: Legenda dos restantes elementos constituintes do mecanismo da viga.

A pega é composta por dois varões maciços, com revestimentos de borracha adicionados às extremidades de modo a proporcionar um maior conforto ao operá-la.

O mecanismo dos batentes funciona de maneira semelhante. Estes possuem um núcleo de aço inoxidável com uma rosca para fixação à viga e são revestidos com borracha para amortecer os impactos contra as chapas de travamento. Existem dois batentes na viga, um em cada extremidade, que impedem a viga de exceder o seu curso. Assim, garante-se que

ao puxar a viga para o exterior do contentor, esta não saia em excesso e descarrile. Desta forma, garante-se que fica apoiada sempre em dois suportes, no mínimo.

Evidentemente, as chapas de travamento limitam o curso da viga através do impacto dos batentes. Estas chapas são aparafusadas ao teto do contentor, ao invés de soldadas, facilitando a inserção e remoção da viga sem a necessidade de retirar o batente. Na Figura 7.21, é ilustrada a sua utilização (destacadas a amarelo), tanto para impedir que a viga entre excessivamente no contentor (a), quanto para evitar que saia em demasia (b).

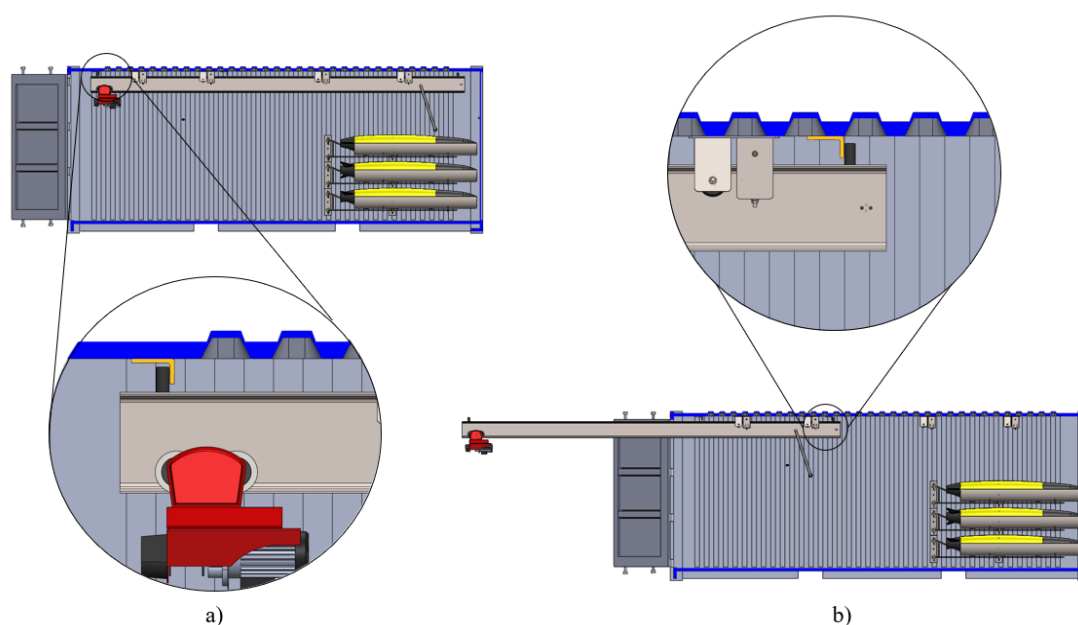


Figura 7.21: Ilustração da utilização dos batentes e das chapas de travamento.

A inserção do batente na traseira da viga acarreta um problema: a colisão com o rolo dos dois últimos suportes quando a viga é puxada para frente. A solução encontrada foi remover o rolo desses dois suportes finais, permitindo a passagem do batente, já que estes rolos não desempenhariam um papel significativo. Isto levou à distinção entre os suportes do tipo I (sem rolo) e os suportes do tipo II (com rolo).

Para concluir este subcapítulo, é necessário abordar a questão dos olhais. É fundamental imobilizar a viga quando não está em uso ou quando está estendida. Devido aos movimentos do navio no oceano, a probabilidade da viga deslizar pelos suportes é alta se não estiver fixada. Para evitar que alguém tenha que segurá-la continuamente, foram instalados três olhais para fixar a viga nas posições desejadas com ganchos. Dois olhais estão nas paredes do contentor e um na traseira da viga. A Figura 7.22 ilustra a utilização desses olhais quando a viga está recolhida.

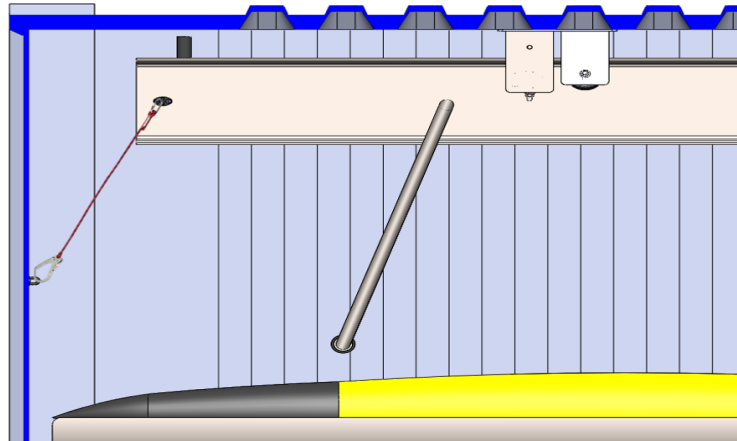


Figura 7.22: Ilustração da utilização de ganchos de forma a imobilizar a viga quando esta não se encontra em utilização (Alçado lateral esquerdo).

O gancho que se encaixa no olhal das paredes do contentor permanece preso à viga e também pode ser usado para imobilizá-la na posição estendida, conforme mostrado na Figura 7.23.

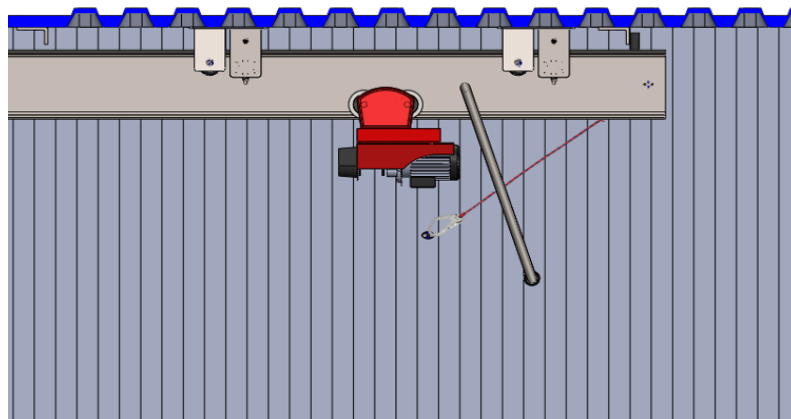


Figura 7.23: Ilustração da utilização de ganchos de forma a imobilizar a viga quando esta se encontra "esticada" (Alçado lateral direito).

## 7.2.2 Dimensões dos Componentes

Nesta secção são atribuídas dimensões fundamentais dos componentes, assegurando o funcionamento correto do mecanismo.

- Viga

A viga é o elemento principal do mecanismo, influenciando o dimensionamento dos demais componentes. Os dois aspetos mais importantes a considerar no seu dimensionamento são o comprimento e o seu perfil.

Para maximizar o uso do espaço interno de 5900 mm do contentor, foi escolhida uma viga de 5500 mm. Este comprimento permite estender a viga o suficiente para colocar

o *glider* no oceano. Em relação ao seu perfil, optou-se por um perfil IPN, conhecido por oferecer alta resistência e rigidez. Este perfil possui flanges inclinadas, o que facilita a centragem dos equipamentos, como ilustrado na Figura 7.24.

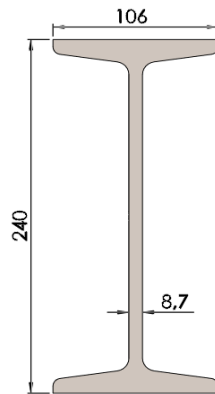


Figura 7.24: Dimensões da Viga (mm).

Após diversas iterações para acomodar as rodas dos suportes e do carrinho do guincho, optou-se por um perfil IPN 240, partindo do princípio que as rodas não ultrapassam 100 mm de diâmetro, visto que não se podem cruzar ou tocar para manterem caminhos independentes. Além das suas principais dimensões, a viga possui alguns detalhes importantes: dois furos roscados M8 a 100 mm de cada extremidade para fixação do batente e dois pequenos furos na retaguarda para fixação de um olhal.

A viga utilizada foi retirada do catálogo da *MASTERFERRO* [33] e a sua ficha técnica encontra-se no Anexo I.6 .

- Guincho

A escolha do guincho foi simplificada pela necessidade de um guincho elétrico com carrinho adaptado ao perfil IPN. Encontrou-se o guincho adequado na *Worten* [34], e está ilustrado na Figura 7.25, cujas principais características estão listadas na Tabela 7.1.



Figura 7.25: Guincho utilizado para o projeto. Adaptado de [34].

Tabela 7.1: Principais características do guincho elétrico escolhido.

Características do Guincho	Peso	Carga Nominal	Velocidade máxima	Potência	Tensão	Velocidade máxima (do carrinho)
	34 kg	800 kg	6 m/min	1300 W	220V/50 Hz	13 m/min

Este guincho possui uma carcaça de liga de alumínio, sendo o seu cabo feito de aço galvanizado, resistente a erosão e ferrugem. O carrinho de quatro rodas é feito em aço Q235, com largura ajustável entre 80 a 110 mm para se adaptar a uma gama de vigas com perfil IPN. A potência do guincho é de 1300 W, suficiente para garantir um desempenho eficiente e eficaz nas operações a bordo. Opera com corrente de 220 V, compatível com a existente no navio, o que facilita a sua integração no sistema elétrico.

Além disso, a velocidade de operação do guincho é de 13 metros por minuto, mais do que suficiente para atender às necessidades de manuseio e movimentação de cargas de forma rápida e eficiente.

- Suportes

Os suportes são compostos por 41 componentes, incluindo porcas e parafusos. A sua análise inicia-se pela estrutura, composta por sete chapas (sendo quatro delas diferentes) e termina nos componentes mais pequenos como as rodas e eixos. A Figura 7.26 mostra a estrutura básica do suporte e as dimensões principais de dois dos componentes.

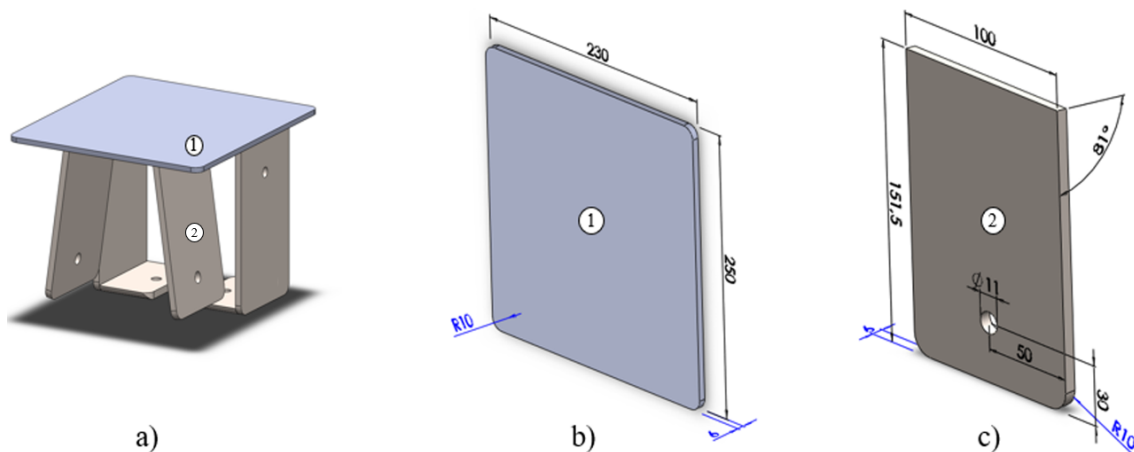


Figura 7.26: a) Subconjunto em perspetiva; b) Dimensões da Chapa Topo; c) Dimensões da Chapa Oblíqua (mm).

A Chapa Topo (componente 1) tem a função de consolidar todos os componentes do suporte num único elemento. Fixa ao teto do contentor, esta chapa assegura a fixação dos demais componentes, que estão todos conectados a ela própria. Além disso, esta chapa

é soldada e proporciona resistência adicional ao teto do contentor na área onde precisa de suportar esforços significativos. Quanto às suas dimensões, a Chapa Topo precisa de ser apenas suficientemente grande para acomodar as outras seis chapas soldadas entre si, considerando-se que uma espessura de 6 mm é adequada para suas funções.

De seguida, apresenta-se a análise da Chapa Diagonal, que está soldada à "chapa mãe". Tal como as outras duas, a Chapa Diagonal é projetada para suportar uma das rodas que apoiam a viga. No entanto, esta apresenta uma inclinação específica na zona da soldadura. Esta inclinação é necessária devido ao perfil IPN da viga, sendo que sem ela, o contacto entre a viga e a roda seria insuficiente, como ilustrado na Figura 7.27.

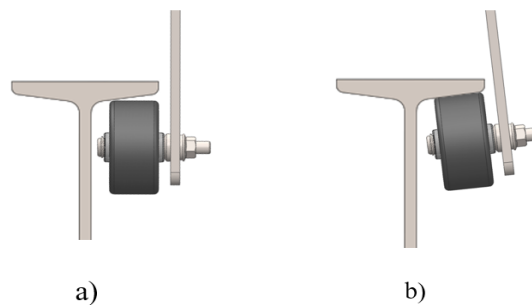


Figura 7.27: a) Ilustração do contacto entre a roda e a viga caso o suporte fosse vertical; b) Solução efetivamente adotada.

Para minimizar este efeito, aplicou-se à chapa um ângulo de aproximadamente  $80^\circ$ . Em termos de dimensões, a Chapa Diagonal é um pouco mais espessa que a Chapa Topo, devido aos esforços nela aplicados e à sua inclinação. A largura foi definida em 100 mm para proporcionar alguma resistência adicional, enquanto que a altura de aproximadamente 150 mm permite o encaixe preciso do eixo; desta forma, a roda fica tangente à superfície inferior da viga e ainda existe espaço para que o rolo se ajuste perfeitamente à superfície superior da viga.

As próximas chapas a serem analisadas são a Chapa Vertical e a Chapa Horizontal, cujas dimensões principais estão detalhadas na Figura 7.28.

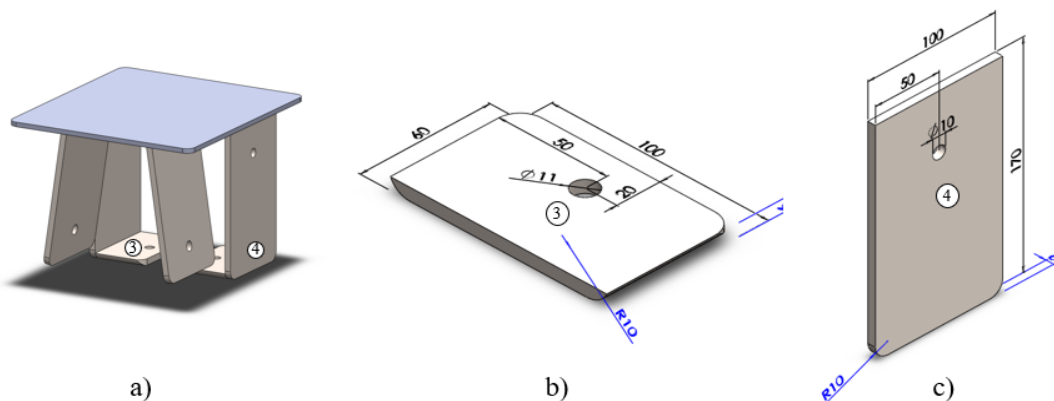


Figura 7.28: a) Subconjunto em perspetiva; b) Dimensões da Chapa Horizontal; c) Dimensões da Chapa Vertical (mm).

Ambas as chapas possuem uma espessura de 6 mm, no entanto é conveniente verificar a rigidez destas peças quando for elaborado o projeto de pormenor. Também possuem um furo que acomoda os eixos das rodas laterais e do rolo, com diâmetros específicos para cada aplicação. As dimensões foram ajustadas para garantir que os eixos fiquem devidamente alinhados e suportados, resultado de várias iterações de projeto.

Em relação às rodas, as laterais são idênticas, enquanto que o rolo possui características distintas, tanto em aparência como em termos de materiais utilizados. Ambos atendem aos requisitos de resistência, sendo escolhidos especificamente do catálogo da *Bickle* [35].

As rodas devem ter o centro em poliamida (nylon) para proporcionar resistência, e o pneu deve ser em poliuretano para conferir atrito. Estas rodas não podem ter um diâmetro superior a 100 mm, conforme já mencionado, pois caso contrário, a viga poderá não ter altura suficiente para acomodar simultaneamente estas rodas e as do carrinho do guincho. Não é viável aumentar o tamanho da viga, porque isso também implicaria aumentar a sua largura, o que inviabilizaria o uso do carrinho do guincho. Portanto, é essencial que estas rodas tenham um diâmetro inferior a 100 mm. No catálogo, a única roda que cumpre todas estas especificações encontra-se apresentada no Anexo I.6.

Conforme indicado no catálogo, esta roda pode ter simplesmente um furo liso para a inserção do eixo ou, alternativamente, pode ter um rolamento de rolos integrado. Neste caso, optou-se pela utilização de um rolamento, pois, apesar das velocidades de operação da viga não serem muito elevadas, o rolamento proporciona uma rotação mais suave e eficiente. Além disso, a combinação da poliamida no centro e aço inoxidável no eixo garante um funcionamento fiável e duradouro, maximizando a eficiência do sistema.

O rolo, por outro lado, não necessita de tantos requisitos ou limitações. Não precisa ser tão grande como as rodas laterais, mas convém ser mais largo de forma a estar em contacto com cerca de dois terços da viga. O seu centro não necessita ser em poliamida, visto que não está submetido a tantos esforços como as outras rodas. Assim, foi escolhido um rolo para porta-paletes, conforme indicado no Anexo I.7.

Como este rolo tem o centro em metal em vez de poliamida, necessita de um rolamento para reduzir o atrito. O catálogo já inclui dois rolamentos de esferas em cada rolo, o que dispensa a adição de rolamentos adicionais.

Com as rodas definidas, os próximos componentes a dimensionar são os seus eixos. Na verdade, estes últimos três componentes (chapas, eixos e rodas) foram dimensionados quase simultaneamente para assegurar um encaixe ideal sem necessidade de posteriores alterações. A Figura 7.29 a) mostra as principais dimensões do eixo das rodas laterais (o mesmo eixo que encaixa na Chapa Vertical e na Chapa Diagonal). Já a Figura 7.29 b) ilustra as principais dimensões do eixo do rolo.

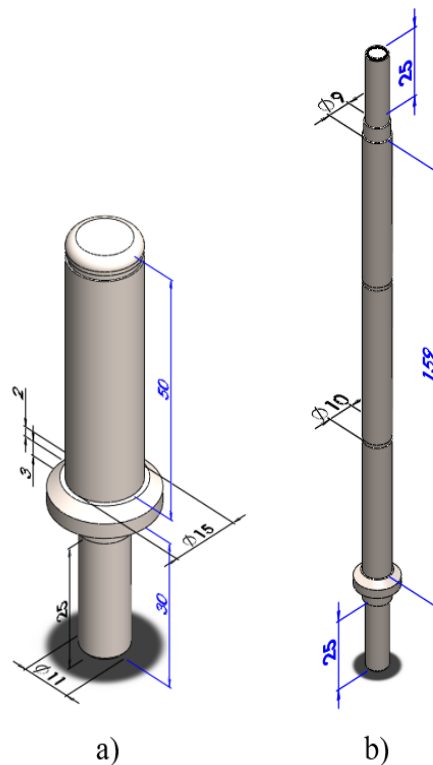


Figura 7.29: a) Dimensões do eixo das rodas laterais; b) Dimensões do eixo do rolo (mm).

Como se pode observar na figura, o eixo menor possui uma zona do seu perfil com maior diâmetro, que serve como batente ao colidir com as chapas. Na sua extremidade inferior, possui 25 mm de rosca M8 onde ele será fixo com o auxílio uma anilha e uma porca.

Além do batente, possui cerca de 50 mm onde será instalada a roda, e na sua extremidade superior, encontra-se um pequeno rasgo para o freio, que pode ser adquirido na *HIDROMARINHA* [36], cujas principais características podem ser analisadas no Anexo I.8

Os restantes componentes deste subconjunto, que ainda não foram mencionados, são as porcas, que são componentes normalizados. As porcas utilizadas no rolo são M8, e as porcas utilizadas para as rodas laterais são M10.

Com todos os componentes analisados, ainda restam alguns dimensionamentos a fazer, como a quantidade de conjuntos de suportes que o contentor terá e a distância entre eles.

Antes de definir estas questões, é crucial determinar que comprimento da viga é necessário ficar fora do contentor para colocar os *gliders* no oceano em segurança. Só assim será possível definir a distância entre os dois suportes mais próximos das portas do contentor, pois a viga deve estar sempre apoiada em pelo menos dois deles. Para visualizar melhor este problema, foi feita a análise de uma das iterações das dimensões funcionais deste mecanismo (Figura 7.30).

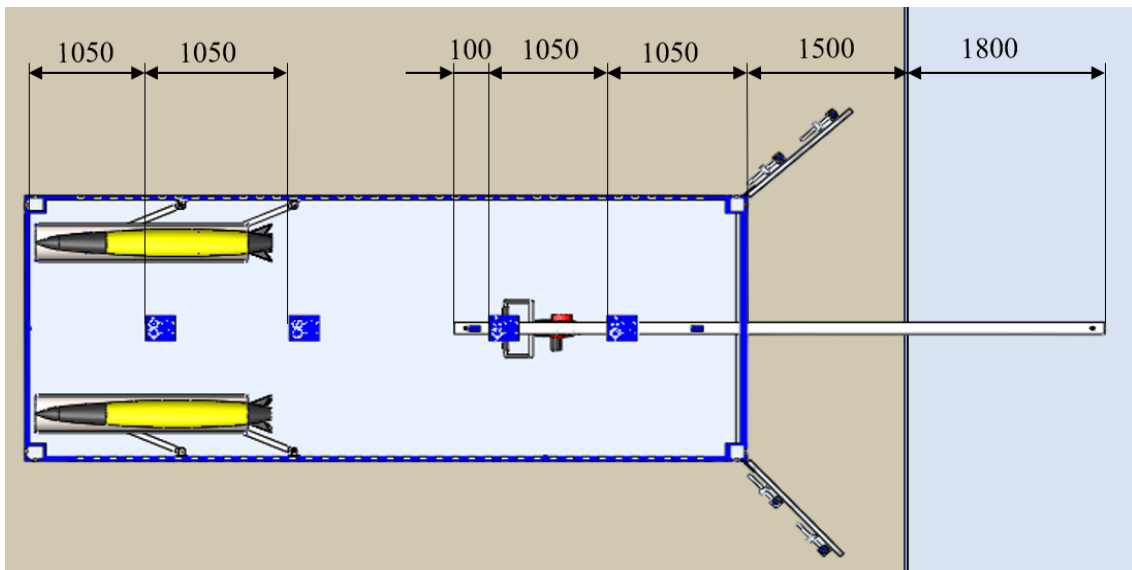


Figura 7.30: Ilustração das distâncias entre Suportes (mm).

Como se pode observar na figura, a linha preta vertical separa, de forma esquemática, o navio do oceano. Considerou-se que o comprimento ideal para a viga se estender para fora do navio seria de cerca de 1800 mm, visto que o *glider* possui aproximadamente 2000 mm e será sempre transportado pelo meio do seu corpo, e não por uma extremidade. Assim, mesmo que o *glider* rode sobre si mesmo, não corre o risco de colidir com o navio.

Em relação ao espaço necessário entre a porta do contentor e a borda do navio, estima-se que 1500 mm sejam adequados. Isso permite abrir as portas do contentor e garantir a passagem das pessoas.

Para os dois primeiros suportes, definiu-se uma distância de 1050 mm entre eles. Não se utilizou 1100 mm para que sobrassem os 100 mm que ficam do outro lado do batente. Somando todas estas dimensões, temos então os 5500 mm, que é o comprimento total da viga.

Quanto às distâncias entre os suportes na parte traseira do contentor, não há uma restrição específica. Apenas se considerou que a distância adotada para os da frente, também era adequada.

- Batente

O batente é um subconjunto muito simples, composto apenas por dois elementos: o núcleo e o revestimento. Como o nome indica, este componente tem o propósito de limitar o curso da viga, evitando que ela continue a deslizar pelos suportes e acabe por descarrilar. Existem dois batentes fixos à viga, mas antes de mais, convém analisar minimamente as suas principais dimensões, que constam na Figura 7.31.

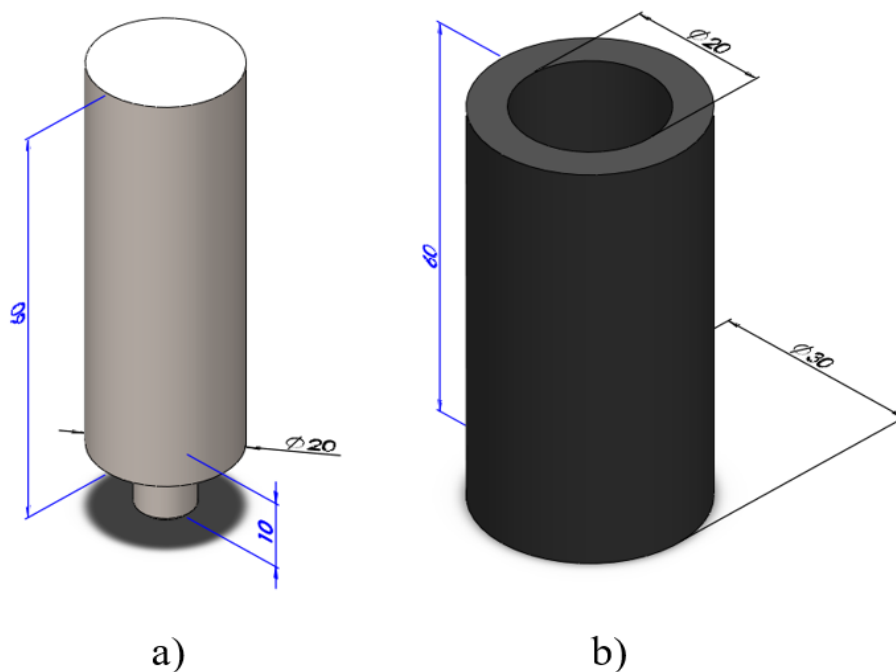


Figura 7.31: a) Dimensões do núcleo do batente; b) Dimensões do revestimento do batente (mm).

O batente tem um perfil circular e sua altura foi determinada para ser suficiente para colidir com a chapa de travamento. Para fixá-lo à viga, havia duas opções: soldadura ou fixação por rosca. Para facilitar o processo de inserção e remoção da viga, optou-se pela fixação por rosca. Assim, na extremidade do núcleo, existem 10 mm de rosca M8. A viga possui dois furos compatíveis com este tamanho, posicionados a 100 mm de cada uma das suas extremidades.

O revestimento é feito de um cilindro de borracha, utilizado para amortecer os impactos com a chapa de travamento.

- Chapa de travamento

Após discutir o batente, o próximo componente relevante a analisar é a chapa de travamento, que, como o nome indica, é onde o batente vai colidir (e não ultrapassar). Esta chapa tem dimensões reduzidas e é fixa ao teto através de parafusos, o que facilita a inserção da viga sem a necessidade de remover o batente. Com 8 mm de espessura, a chapa foi projetada para suportar os sucessivos impactos que irá sofrer, garantindo robustez. Possui também dois furos M10 para os parafusos que a fixam ao teto do contentor, conforme mostrado na Figura 7.32.

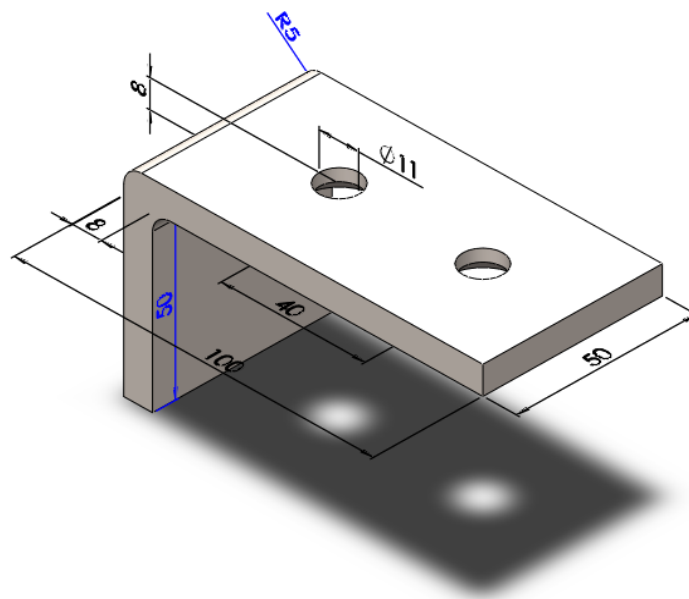


Figura 7.32: Dimensões da Chapa Travamento (mm).

Além das suas dimensões, é crucial conhecer a distância a que essas chapas estão posicionadas em relação às paredes do contentor. Esta decisão foi tomada com base nas distâncias mencionadas anteriormente sobre a sobreposição da viga no contentor. Tendo em conta esta informação, o posicionamento das chapas de travamento estão ilustrados na Figura 7.33. A chapa localizada a 320 mm da entrada do contentor impede que a viga entre em demasia e colida com o fundo do contentor, enquanto que a chapa a 2200 mm da porta do contentor evita que a viga saia em excesso.

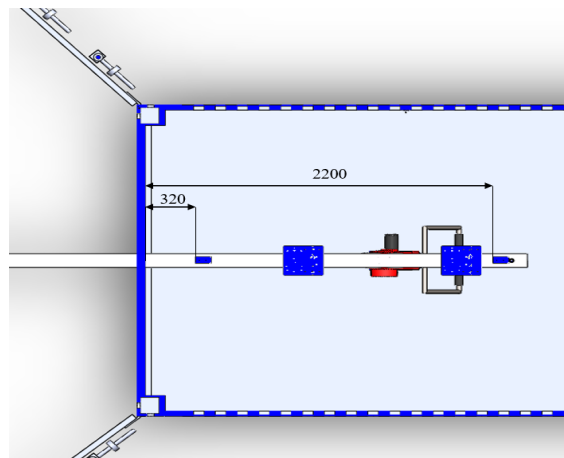


Figura 7.33: Ilustração das distâncias entre Chapas de Travamento (mm).

- Pega

Como a viga não possui motorização própria, é necessário desenvolver uma pega adequada para que os operários possam movê-la para frente e para trás com conforto e eficiência. Para isso, foi projetada uma pega composta por dois componentes: uma barra

de perfil circular "dobrada" e um pneu para a pega. A Figura 7.34 ilustra esta mesma estrutura. É importante salientar que existe um conjunto idêntico do outro lado da viga, totalizando quatro componentes no sistema da pega.

A utilização de um varão maciço com curvatura, em vez de várias secções soldadas, elimina arestas vivas e reduz o número de peças envolvidas.



Figura 7.34: Representação da Pega.

O pneu serve exclusivamente para o apoio das mãos. Similar ao batente, este núcleo também é revestido com borracha, não para amortecer impactos, mas sim para proporcionar um "agarrar" mais confortável e criar atrito entre o inox e as mãos dos operadores. A Figura 7.35 apresenta as dimensões destes dois componentes, dimensionados de forma a permitir um espaçamento confortável entre as mãos dos operários, facilitando a aplicação de força sem esforço excessivo e evitando também colisões com outros equipamentos dentro do contentor.

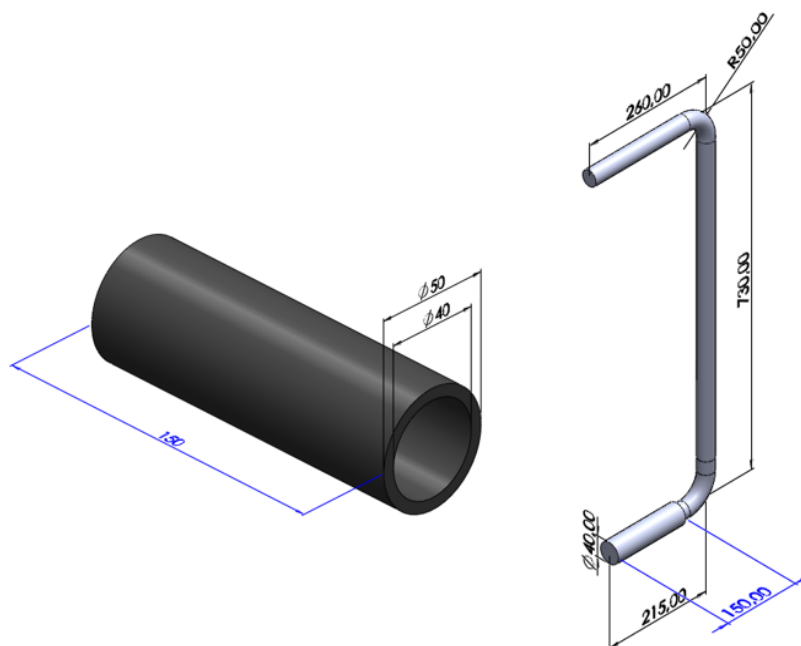


Figura 7.35: Dimensões dos componentes da pega (mm).

Quanto à fixação da pega à viga, optou-se por posicioná-la ligeiramente inclinada (cerca de  $20^\circ$ ) para facilitar o movimento de empurrar, conforme ilustrado anteriormente na Figura 7.23.

- Olhais

Por último, resta dimensionar o subconjunto responsável por estabilizar a viga na sua posição mais esticada e na sua posição recolhida. Tal evita a necessidade de alguém segurar constantemente na pega para manter a viga estável durante a sua utilização.

Não é necessário dimensionar os componentes deste subconjunto, uma vez que os olhais que serão aparafusados são padronizados e podem ser adquiridos na WOVAR [37]. No Anexo I.9 é possível visualizar algumas das características deste componente. Os parafusos e porcas M5 também são normalizados e não precisam de ser dimensionados.

Além disso, convém utilizar um cabo com dois ganchos (um em cada ponta), semelhante ao representado na Figura 7.36 com cerca de 1250 mm de comprimento. É importante que o cabo possua alguma elasticidade para facilitar a sua colocação, até porque caso contrário, seria necessário um rigor muito maior na instalação dos olhais.

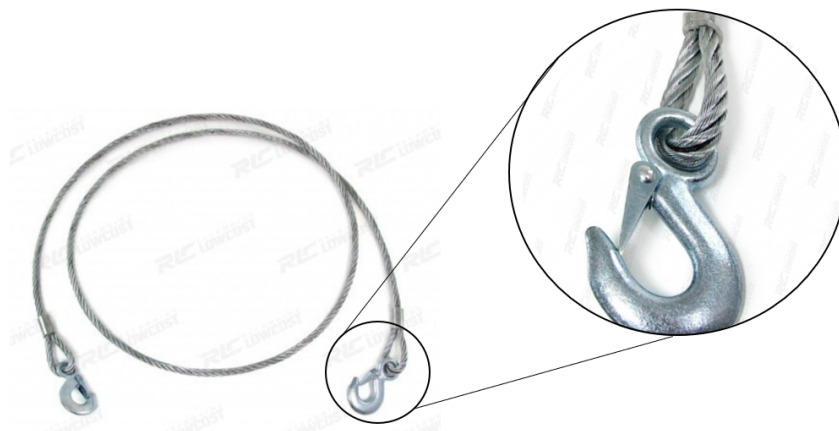


Figura 7.36: Exemplo de cabo com dois ganchos.

Resta então discutir as posições de cada um desses componentes. O gancho será posicionado entre os olhais, conforme mostrado nas Figuras 7.22 e 7.23 (mostradas anteriormente).

Os três olhais devem ser estrategicamente colocados para que a corda do gancho fique esticada na direção em que a viga não pode mais mover-se, limitada pelo batente. Por exemplo, na Figura 7.23 (mostrada anteriormente), o gancho tem a corda "esticada" para a esquerda, onde a viga não pode mais mover-se devido ao batente, proporcionando uma fixação firme. A posição dos olhais foi determinada por iterações para garantir um posicionamento adequado, conforme representado nas dimensões do projeto na Figura 7.37.

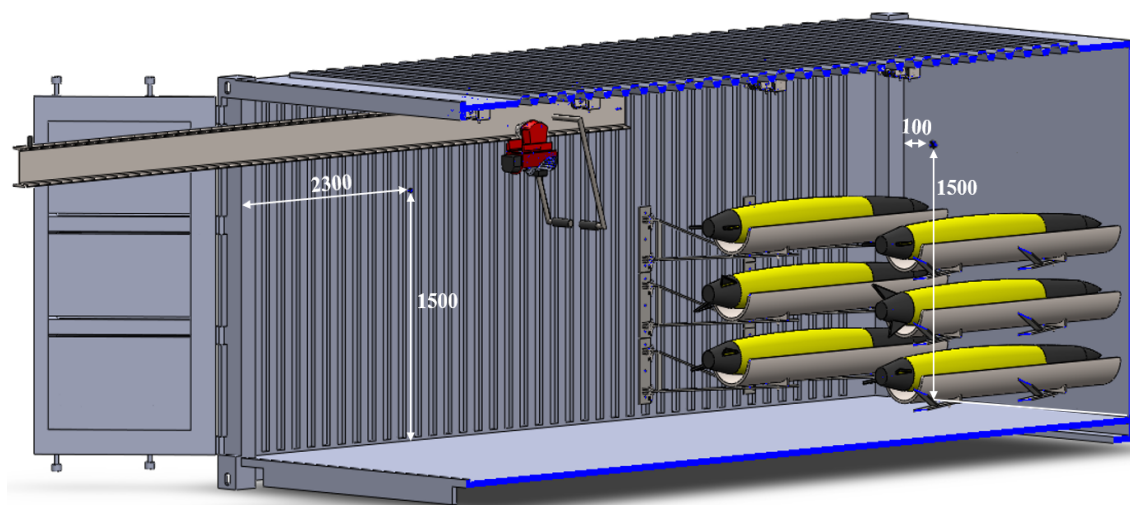


Figura 7.37: Dimensões entre os olhais e as faces interiores do contêiner (mm).

Os olhais estão posicionados a 1500 mm de altura para facilitar a realização desta ação para os operários. Relativamente à distância às portas, foram posicionados de forma a não serem obstruídos. Um deles encontra-se por cima do paralelogramo do lado esquerdo e o outro do lado oposto à piscina, próximo da porta para evitar interferência com o paralelogramo. O posicionamento dos olhais foi estrategicamente planejado para que o cabo utilizado em cada uma das ocasiões tenha um comprimento muito semelhante (um com 1200 mm e o outro com 1300 mm), evitando assim utilizar cabos diferentes desde que possua alguma elasticidade, ou algum dispositivo de esticamento, como mencionado anteriormente.

Após a análise funcional da viga, fica evidente que o projeto atende às necessidades específicas de estabilidade, movimentação e segurança dentro do contêiner. Cada componente, desde as rodas e os rolos até aos batentes e a pega de movimentação, foi cuidadosamente selecionado e dimensionado para garantir o funcionamento eficiente e seguro do sistema. As iterações realizadas nas definições de posição e dimensões dos componentes, como os olhais e a chapa de travamento, asseguram uma integração harmoniosa no ambiente de trabalho, otimizando tanto o espaço disponível quanto a operacionalidade do equipamento.

### 7.3 Piscina

Para o dimensionamento funcional da piscina, ou tanque, utilizado neste projeto, optou-se pela compra de um modelo pronto [28], eliminando a necessidade de um dimensionamento extenso. O tanque é feito de polipropileno, um material conhecido pela sua resistência e durabilidade, o que garante a longevidade do equipamento. Para aumentar a proteção contra oxidação, será utilizado um revestimento protetor adicional.

Além de garantir a resistência mecânica necessária, o polipropileno também oferece

vantagens como leveza e resistência a produtos químicos, o que é essencial para um ambiente marinho. O revestimento protetor adicional não só previne a oxidação, mas também proporciona uma camada extra de segurança contra possíveis danos e desgastes.

O posicionamento da piscina dentro do contentor foi estrategicamente escolhido, sendo posicionada no canto mais próximo à porta do lado direito devido à falta de espaço disponível, sendo que do lado esquerdo encontra-se a zona da oficina.

A Figura 7.38 ilustra o posicionamento da piscina no contentor visualizado de duas vistas diferentes (frente e planta).

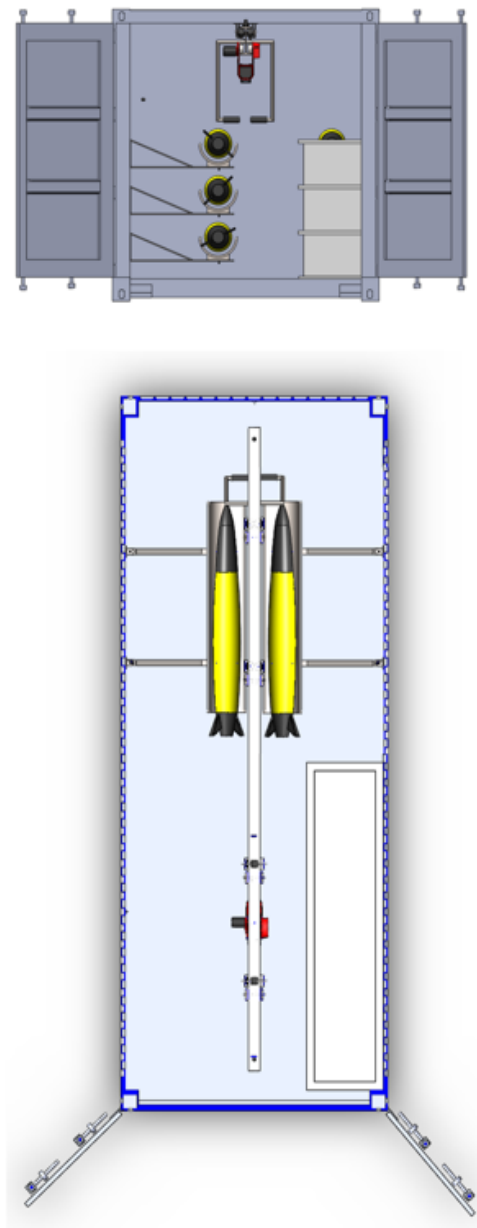


Figura 7.38: Vistas que mostram a localização da piscina dentro do contentor (frente e planta).

Um aspeto fundamental do projeto é o sistema de enchimento e drenagem da piscina.

Para garantir uma drenagem eficiente do fluido, será instalada uma válvula de purga na parte inferior da piscina, permitindo a remoção completa do líquido quando necessário. O enchimento da piscina será realizado utilizando uma bomba de água convencional, garantindo que o fluido seja introduzido de forma controlada e uniforme, adaptando-se às necessidades dos testes e à manutenção do sistema.

As dimensões da piscina são 1200 mm de altura, 700 mm de largura e 2800 mm de comprimento, permitindo acomodar os sistemas robóticos subaquáticos com eficiência. O comprimento da piscina garante que não há colisão com os *gliders* quando o paralelogramo se encontra aberto, a sua altura facilita a inserção dos robôs subaquáticos na piscina, e a sua largura assegura espaço suficiente para a passagem de pessoas.

A escolha de um tanque pré-fabricado e a atenção aos materiais e posicionamento refletem o compromisso com a eficiência e a durabilidade do sistema, assegurando que os *gliders* possam ser testados e mantidos adequadamente dentro do contentor.

### 7.3.1 Fixação e Utilização da Piscina

A instalação da piscina no contentor requer uma fixação adequada que assegure estabilidade durante a sua utilização e que permita uma drenagem eficiente. Para isso, será utilizado um sistema de suporte composto por calhas posicionadas sob a piscina. Estas calhas servem para elevar a piscina, criando um espaço entre o fundo da mesma e o chão do contentor. Esse espaço é fundamental para a instalação da válvula de purga e para facilitar o escoamento da água.

Este suporte será constituído por diversas calhas que suportam o peso da piscina e da água, distribuindo uniformemente a carga e prevenindo deformações. As calhas devem ser fabricadas a partir de um material resistente à corrosão, como o aço inoxidável, para garantir uma maior durabilidade em ambientes húmidos.

A instalação de uma válvula de purga é fundamental para garantir a manutenção e operação eficiente da piscina. Este componente é projetado para permitir a drenagem completa da água, facilitando assim a limpeza da piscina e a preparação para novos testes.

A válvula será colocada no ponto mais baixo da piscina para assegurar que toda a água possa ser drenada. Será idealmente utilizada uma válvula de esfera ou de gaveta, conhecida pela sua durabilidade e eficácia em aplicações líquidas. A válvula estará conectada a um tubo de drenagem que direciona a água para fora do contentor, prevenindo a acumulação no interior e possíveis danos estruturais.

A altura do tanque em relação ao chão do contentor é crucial para a eficiência da drenagem e acessibilidade da válvula. Devido às limitações de altura no contentor, o suporte foi dimensionado para garantir que o tanque se situe a 200 mm acima do nível do chão. Esta altura é considerada ideal, pois facilita a drenagem por gravidade, melhora a acessibilidade para manutenção e permite o uso de tubulações mais largas, se necessário. Além disso, proporciona espaço adequado para inspeção e operação da válvula.

Após a instalação da piscina e da válvula de purga, a operação dos testes poderá ser realizada de forma eficaz. A manutenção regular, incluindo a inspeção periódica da válvula e a limpeza do tanque, é essencial para garantir a longevidade e a segurança dos testes. É importante verificar a condição da válvula e do sistema de drenagem para evitar entupimentos ou falhas e realizar a drenagem completa e a limpeza da piscina após cada teste para remover resíduos e evitar a contaminação dos testes subsequentes.

Durante o projeto do suporte, surgiu a questão sobre a necessidade de inclinar o suporte em 1° para facilitar o escoamento da água. A principal vantagem de adicionar uma inclinação seria promover o escoamento natural da água para um ponto de drenagem, prevenindo a estagnação e facilitando a manutenção. No entanto, considerando o ambiente dinâmico de um barco em constante balanço no oceano, a inclinação de 1° pode ter um impacto praticamente insignificante. O movimento contínuo do barco já contribui para a agitação da água, o que pode ser suficiente para evitar a acumulação do fluido sem a necessidade de uma inclinação adicional.

Adicionalmente, a introdução de uma inclinação no suporte pode aumentar a complexidade e os custos de fabrico. Um suporte nivelado pode ser mais fácil de fabricar, instalar e manter, e o efeito da inclinação pode ser insignificante comparado ao movimento do barco. Portanto, investir num bom sistema de drenagem, talvez com múltiplos pontos de drenagem estrategicamente localizados, pode ser uma abordagem mais eficaz e económica. Esta foi a abordagem escolhida para este projeto.

### 7.3.2 Componentes do Suporte

O suporte projetado é constituído por um total de 27 componentes, juntamente com 8 parafusos M6 utilizados para aparafusar o suporte ao chão e garantir assim a fixação da piscina. Os componentes principais são barras de aço inoxidável de diferentes tamanhos, soldadas entre si para formar uma estrutura robusta e duradoura. A escolha do aço inoxidável garante resistência à corrosão, essencial para a durabilidade do suporte, especialmente em ambientes expostos à água.

Optou-se por uma estrutura sem inclinação, mantendo-a completamente nivelada e simplificada. A fixação ao chão é realizada através de barras laterais, permitindo que as extremidades do suporte permaneçam desobstruídas. Esta configuração facilita o acesso e manuseamento das válvulas de purga, otimizando a manutenção e a operação da piscina. A abertura nas extremidades do suporte contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente, proporcionando aos operadores um acesso desimpedido ao sistema de drenagem. Na Figura 7.39, é apresentada uma legenda dos vários componentes que constituem o suporte.

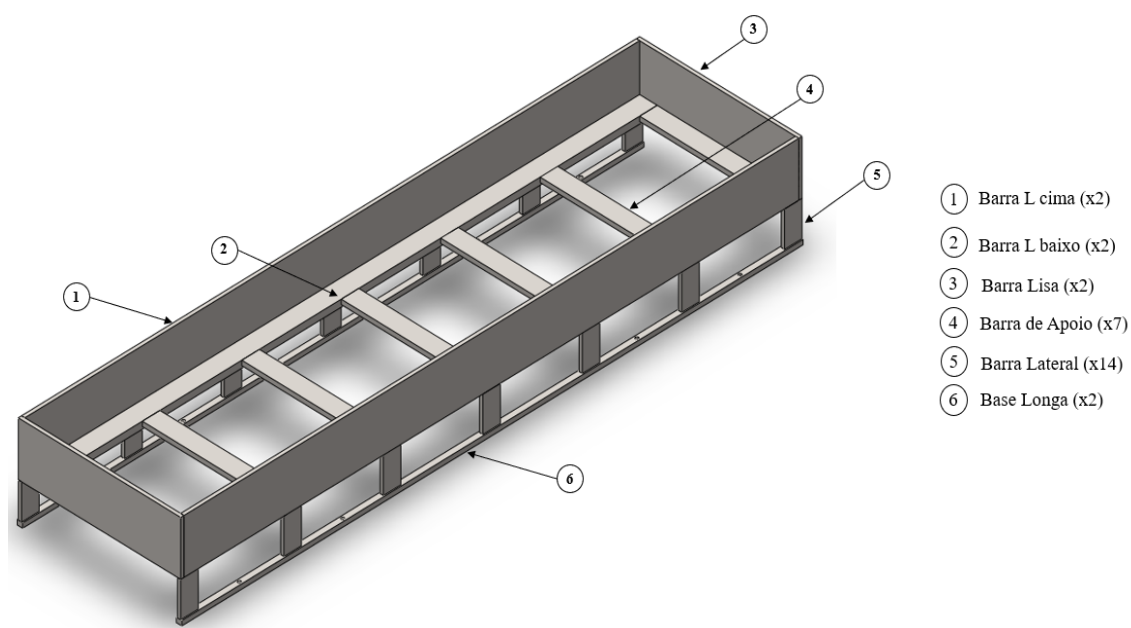


Figura 7.39: Legenda dos componentes do Suporte da piscina.

Como se pode observar na imagem, a estrutura deste suporte inclui duas barras com perfil em L, responsáveis por sustentar parte do peso da piscina, bem como outras sete barras de apoio dispostas ao longo do suporte. A ligação entre estes tipos de barras, tal como mencionado anteriormente, é feita através de soldadura. Foram consideradas duas opções para esta ligação: a primeira é apresentada na Figura 7.40 e a segunda na Figura 7.41.

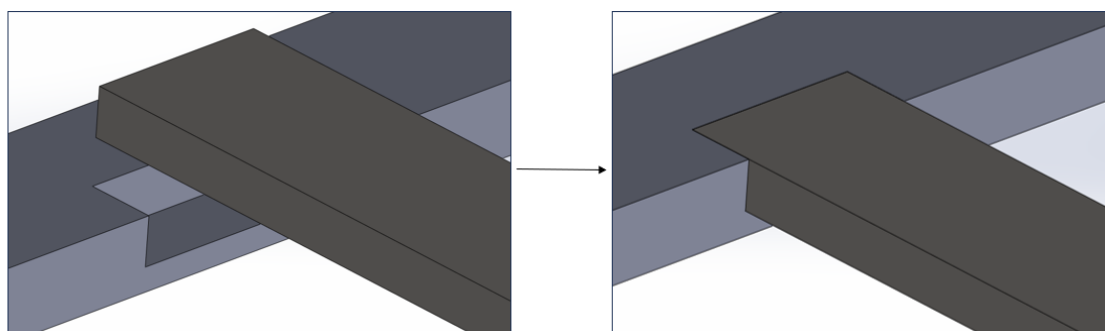


Figura 7.40: Hipótese 1 para a ligação entre as barras do suporte (encaixe e soldadura).

Na primeira opção, as barras são interligadas por meio de encaixes, que facilitam a montagem e a fixação (cavidades inseridas com a ajuda de uma fresa). Após o encaixe, pode ainda recorrer-se à soldadura para assegurar uma ligação mais firme e segura.

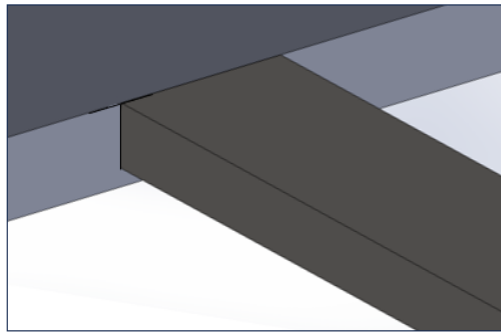


Figura 7.41: Hipótese 2 para a ligação entre as barras do suporte (apenas soldadura).

A segunda opção baseia-se exclusivamente na soldadura direta das barras, sem recurso a encaixes. Esta abordagem, embora possa dificultar ligeiramente a montagem, reduz os custos de fabrico das peças, pois elimina a necessidade de encaixes específicos e o controlo rigoroso do espaçamento entre os eles. Com o objetivo de minimizar os custos do projeto, optou-se pela segunda opção.

Além dos componentes mencionados, o suporte inclui 14 barras laterais, responsáveis por elevar a estrutura, duas barras adicionais responsáveis pela ligação aparafusada à base do contentor e duas barras nas extremidades que evitam o deslizamento da piscina. A Figura 7.42 ilustra a piscina posicionada no suporte.

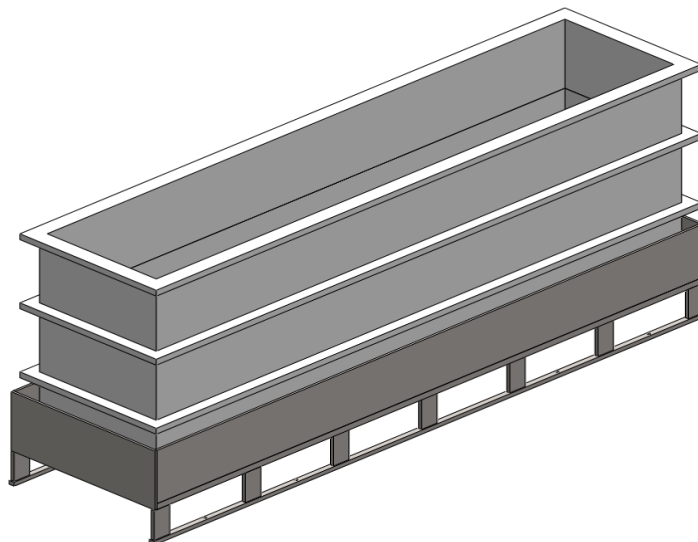


Figura 7.42: Ilustração da piscina no respetivo suporte.

Para garantir a segurança e a durabilidade do suporte da piscina, é crucial realizar inspeções regulares, verificando a integridade das soldaduras e apertos dos parafusos M6, além de monitorizar sinais de corrosão. Manutenções preventivas, como a limpeza das barras e a aplicação de produtos anti-corrosão, asseguram um funcionamento eficiente do sistema de drenagem e das válvulas de purga, bem como um ambiente de trabalho seguro para os operadores.

A configuração deste suporte proporciona uma fixação eficiente da piscina ao contentor, prevenindo movimentos indesejados causados pelo balanço da embarcação. Além disso, facilita o acesso às válvulas de purga e, devido ao uso de aço inoxidável, assegura uma boa durabilidade, contribuindo para uma operação eficaz e segura da piscina durante os testes de flutuabilidade.

### 7.4 Plataforma elevatória

A plataforma elevatória, assim como a piscina, foi selecionada para este projeto com base em critérios específicos que garantem a sua funcionalidade. Comprada diretamente, foi escolhida com base em requisitos que incluíam um comprimento superior a 2 metros, capacidade de elevação e ajuste para se adaptar às necessidades variadas da oficina, além de ser móvel para facilitar o armazenamento e o posicionamento conforme necessário. A plataforma selecionada, representada na Figura 7.43 atende plenamente a esses requisitos e encontra-se disponível na *makro* [**mesa**]. Algumas das suas características mais importantes constam no Anexo I.10. É relevante mencionar que a figura ilustrada nesse mesmo anexo é uma representação esquemática e generalista para os diversos modelos de mesas que têm, e não deste exato exemplar.



Figura 7.43: Mesa hidráulica com capacidade até 1000 kg.

Na Figura 7.44, apresenta-se a disposição de todos os elementos no contentor que se encontram arrumados e organizados. Os paralelogramos estão posicionados tanto à esquerda como à direita, a viga com o guincho ocupa o seu espaço de forma eficiente, a piscina está localizada no lado direito para testes de flutuabilidade, e a plataforma de trabalho está na área da oficina.

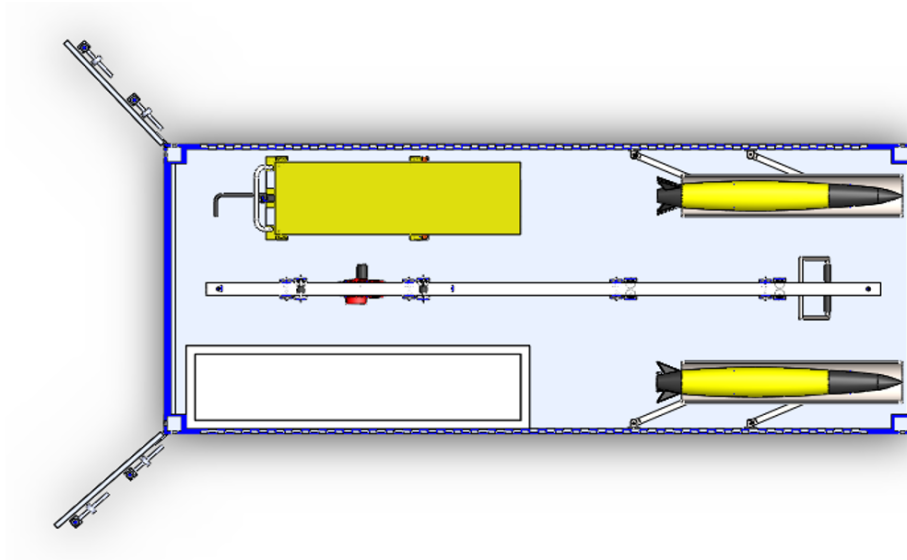


Figura 7.44: Planta do contêiner com todos os elementos e equipamentos requisitados para o bom funcionamento deste projeto.

Com todos os elementos essenciais agora definidos e estrategicamente posicionados dentro do contêiner, concluiu-se o dimensionamento funcional das partes principais do projeto. A disposição dos paralelogramos para manipulação dos *gliders*, a piscina para testes de flutuabilidade e a plataforma elevatória na área da oficina reflete uma gestão eficiente do espaço disponível, visto ser muito limitado. Esta configuração proporciona um ambiente ideal para o desenvolvimento contínuo dos robôs subaquáticos, assegurando as condições necessárias para alcançar os objetivos do projeto.

## 8.1 Introdução

A seleção do material para cada peça é determinada pelas condições ambientais do local de utilização, bem como pelos custos de aquisição e processamento dos materiais. Inicialmente, são considerados os materiais mais facilmente disponíveis, que geralmente possuem propriedades mecânicas inferiores, mas são mais acessíveis e fáceis de obter. Após a realização dos cálculos de dimensionamento para a integridade física, por vezes é necessário fazerem-se alterações aos componentes para que se adequem melhor aos esforços aos quais serão submetidos. Normalmente começa-se por modificar geometrias e dimensões, sendo que em alguns casos (apesar de não ser com muita frequência) pode ser necessário optar por materiais com melhores propriedades mecânicas ou características físicas diferentes.

A escolha adequada dos materiais é essencial para garantir que os equipamentos desenvolvidos sejam suficientemente resistentes e duradouros, tendo em conta as funções que vão desempenhar e o ambiente marinho onde estarão inseridos. Esta seleção não só garante a longevidade dos equipamentos, mas também otimiza os custos, evitando gastos desnecessários.

A maior preocupação na realização deste projeto é a corrosão dos materiais. Embora os componentes projetados não tenham contacto direto com o mar, estes não se encontram isolados do ambiente marítimo e da água salgada, daí ser tão importante a resistência à corrosão dos materiais aqui utilizados.

Existe uma diversidade muito vasta de opções, mas o principal desafio que se enfrenta é o custo. Materiais como o aço inoxidável são significativamente mais caros que o alumínio. Além disso, a disponibilidade no mercado é um fator importante, sendo mais fácil encontrar vigas em aço carbono do que em aço inoxidável.

## 8.2 Aço Inoxidável AISI 316

O Aço Inoxidável AISI 316 é amplamente reconhecido pela sua resistência à corrosão em ambientes marinhos severos, devido à sua composição com alto teor de cromo, níquel e adição de molibdênio. Essas características tornam-no ideal para componentes que requerem alta durabilidade e resistência à oxidação [38].

Existem vários componentes feitos deste material devido às suas boas propriedades e por serem adequados ao ambiente marítimo. Os componentes incluem: Chapas de suporte e de travamento; eixos; freios; olhais; pegas; ganchos; núcleos do batente e do rolo; rolamentos de esferas; berços e respectivos encaixes; abas; barras; pinos, o suporte da piscina e os componentes menores como porcas, parafusos e anilhas.

Nas Tabelas 8.1 apresentam-se as propriedades mecânicas deste material bem como a sua constituição.

Tabela 8.1: a) Propriedades mecânicas do AISI 316; b) Composição química do AISI 316 [38].

Propriedades Aço Inoxidável 316		Composição Aço Inoxidável 316	
Tensão de Cedência (MPa)	290	Crômio (Cr)	16% - 18%
Tensão de Ruptura (MPa)	580	Ferro (Fe)	98 %
Módulo de Young (GPa)	193	Níquel (Ni)	10% - 14%
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	8	Silício (Si)	< 1%
Coeficiente de Poisson	0,29	Outros	< 6%

a)

b)

Como já foi referido, AISI 316 é um aço inoxidável austenítico com molibdênio adicionado (cerca de 2-3 %), o que melhora significativamente sua resistência à corrosão em ambientes marinhos mais severos, especialmente na presença de cloretos (como a água do mar).

A soldabilidade do AISI 316 é amplamente reconhecida como boa, destacando-se entre outros aços inoxidáveis devido ao baixo teor de carbono e à adição de molibdênio, que minimizam a formação de carbonetos de cromo e reduzem a corrosão intergranular. A sua composição também diminui a tendência à corrosão intergranular nas zonas afetadas pelo calor durante a soldadura. Além disso, a alta ductilidade do AISI 316 facilita este processo permitindo soldaduras resistentes e duradouras [39].

## 8.3 Aço ST37

Apesar de ser desaconselhada a utilização deste material para projetos desta natureza, o Aço ST37 é uma opção económica para componentes estruturais menos expostos à corrosão, mantendo boas propriedades mecânicas e facilidade de fabrico.

De modo a ser possível fazer uma melhor comparação com o aço mostrado anteriormente, nas Tabelas 8.2 são novamente apresentadas as propriedades mecânicas deste material, assim como a sua composição química.

Tabela 8.2: a) Propriedades mecânicas do ST37; b) Composição química do ST37 [38].

Propriedades Aço ST37		Composição Aço ST37	
Tensão de Cedência (MPa)	300	Carbono (C)	< 0,17%
Tensão de Ruptura (MPa)	370	Ferro (Fe)	98 %
Módulo de Young (GPa)	210	Manganês (Mn)	< 1,4%
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	7,85	Silício (Si)	< 0,55%
Coefficiente de Poisson	0.3	Fósforo (P)	< 0,04%

a)

b)

Esta conclusão ressalta a importância de considerar as características específicas do aço ST37 ao decidir a sua aplicação em contextos onde a resistência à corrosão não é o principal critério de seleção.

Caso se pretenda utilizar este material, devem ser adotadas algumas técnicas para o proteger da corrosão. Para proteger da corrosão, é possível aplicar pinturas com tintas específicas para resistência à corrosão ou pela aplicação zinco (zincagem) nas superfícies das peças em aço, que seja aplicado em banho electrolítico, ou por metalização (projectção de zinco a quente) ou por galvanização (imersão das peças em aço em banho de zinco líquido).

## 8.4 Alumínio A36

O alumínio A36 é utilizado devido à sua combinação de resistência e leveza, sendo adequado para aplicações onde o peso é um fator crítico, como o carrinho do guincho. Esta liga de alumínio é reconhecida pela boa resistência à corrosão e por ser utilizada em ambientes marinhos [38].

Este material não foi selecionado intencionalmente; já vinha pré-definido no catálogo. Se se optar por um fabrico personalizado, o inox é uma escolha mais adequada. Contudo, dado que esta liga de alumínio é adequada para ambientes marinhos como este, não há a necessidade de fazer um investimento adicional.

Também estão presentes as propriedades e constituição do alumínio A36 nas Tabelas 8.3.

Tabela 8.3: a) Propriedades mecânicas do A36; b) Composição química do A36 [38].

Propriedades Alumínio A36		Composição Alumínio A36	
Tensão de Cedência (MPa)	250	Crômio (Cr)	0,29%
Tensão de Ruptura (MPa)	400	Ferro (Fe)	98 %
Módulo de Young (GPa)	200	Manganês (Mn)	0,8% - 1,2%
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	2,70	Silício (Si)	0,15% - 0,4%
Coefficiente de Poisson	0.26	Cobre (Cu)	0,2%

a)

b)

É ainda importante destacar que a manutenção regular e a aplicação de revestimentos anticorrosivos são essenciais para garantir a longevidade do carrinho do guincho.

## 8.5 Outros Materiais

- Poliamida (Nylon):

A poliamida, também conhecida como nylon, é um polímero sintético pertencente à classe dos polímeros de condensação. Reconhecida pela sua resistência, durabilidade e elasticidade, é amplamente utilizada em aplicações industriais, têxteis e de engenharia. As poliamidas são compostas por unidades repetitivas de monómeros que incluem grupos amida (-CONH-) na sua estrutura [40].

Neste projeto existem alguns componentes fabricados a partir deste material, como é o caso do núcleo das rodas, de forma a adquirir resistência e também é utilizado no revestimento do cabo que contem os ganchos, utilizado para imobilizar a viga.

- Poliuretano:

O poliuretano é outro polímero sintético formado pela reação de um poliálcool com um diisocianato, frequentemente acompanhado de outros componentes. Conhecido pela sua versatilidade, é utilizado em diversas aplicações como espumas, elastômeros, adesivos, selantes e revestimentos. Pode ser formulado para apresentar uma ampla gama de propriedades físicas, desde flexível e macio até rígido e resistente, adaptando-se às necessidades específicas de cada aplicação [41] ; [42].

Neste projeto, o poliuretano é utilizado nos pneus das rodas e no revestimento exterior dos rolos, devido à sua resistência adequada a este tipo de ambiente e à sua capacidade de se adaptar à viga, devido às suas propriedades elásticas.

Ambos os polímeros são valorizados pelas suas propriedades únicas e ampla aplicabilidade em diferentes indústrias. São conhecidos pela sua resistência à corrosão, especialmente em comparação com metais, e pela compatibilidade com ambientes salinos,

como água salgada ou ar marinho. Esta resistência torna-os materiais vantajosos para uma variedade de aplicações em ambientes costeiros ou marítimos.

É importante destacar que a resistência ao sal pode variar dependendo de fatores como concentração de sal, temperatura, tempo de exposição e presença de outros elementos ambientais, como radiação UV. Em geral, ambos os polímeros demonstram bom desempenho em ambientes salinos quando selecionados e utilizados adequadamente.

- Polipropileno:

Para a realização dos testes, o polipropileno foi escolhido como material para o tanque ou piscina que será instalado dentro do contentor. Esta escolha deve-se principalmente às excelentes propriedades deste material, incluindo a sua alta resistência química e à corrosão, o que é fundamental para assegurar a durabilidade e a integridade do tanque em condições de teste rigorosas. O polipropileno também possui uma boa resistência à abrasão e ao impacto, características essenciais para suportar o uso frequente e as exigências dos testes sem sofrer danos significativos [43].

Adicionalmente, o polipropileno é um material leve, o que facilita a instalação e o manuseio do tanque dentro do contentor. A sua baixa absorção de água e a sua natureza não porosa evitam a degradação e a contaminação do líquido de teste, assegurando resultados consistentes e fiáveis. A facilidade de fabricação e a possibilidade de moldagem do polipropileno permitem a personalização do tanque conforme as necessidades específicas do projeto, garantindo uma solução eficiente e adaptada aos requisitos técnicos dos testes a serem realizados.

Em suma, a escolha cuidadosa dos materiais utilizados neste projeto foi fundamental para assegurar a resistência, durabilidade e funcionalidade dos componentes, atendendo às exigências específicas do ambiente marítimo e otimizando os custos e a eficiência do sistema.

## CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

### 9.1 Conclusões

O presente anteprojeto foi desenvolvido com o objetivo de conceber um sistema integrado de armazenamento, de lançamento e de recolha de *gliders* subaquáticos, utilizando um contentor de 20 pés. Este sistema foi projetado para otimizar as operações marítimas, garantindo a segurança e eficiência no manuseio destes equipamentos.

Para atingir este objetivo, foram desenvolvidos e integrados vários subconjuntos essenciais ao funcionamento do sistema, apresentados na Figura 9.1.

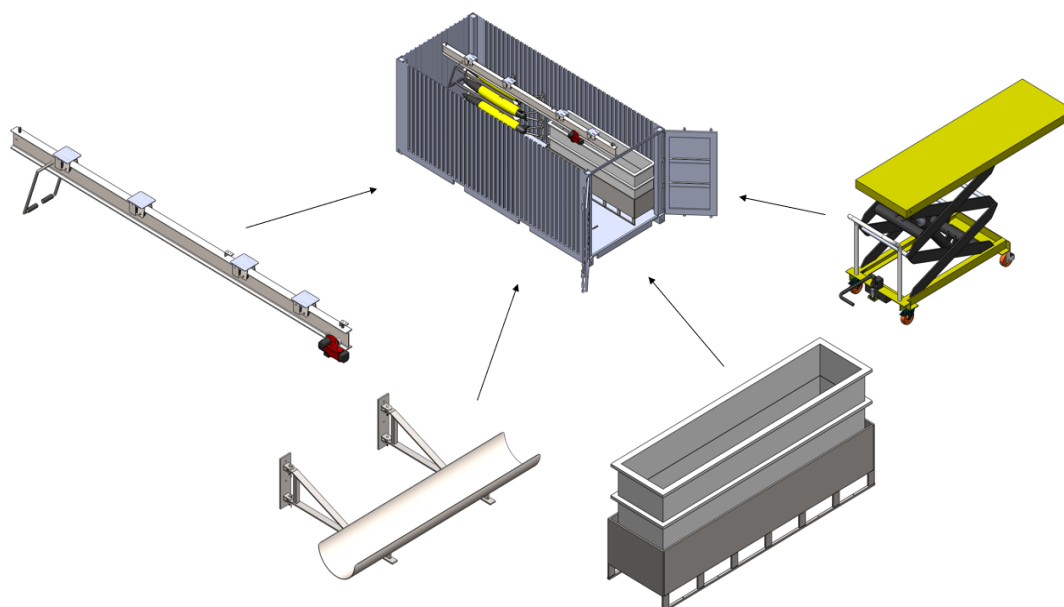


Figura 9.1: Subconjuntos pertencentes ao contentor para o projeto de utilização dos *gliders*.

O mecanismo do paralelogramo foi concebido para facilitar o armazenamento dos

robôs subaquáticos, permitindo a sua remoção e a sua colocação de forma eficiente, maximizando o aproveitamento do espaço no contentor através da sua sobreposição. Este sistema automatizado minimiza a intervenção manual, o que aumenta a segurança e eficiência das operações.

Foi também desenvolvido o suporte da piscina para os testes de flutuabilidade, assegurando que os *gliders* sejam submetidos a avaliações rigorosas antes de serem lançados ao mar, garantindo o seu desempenho adequado nas missões subaquáticas.

Embora o projeto da mesa elevatória não tenha sido desenvolvido diretamente neste projeto, a sua necessidade foi identificada para servir como superfície de trabalho tanto para o desempenho de atividades operacionais quanto para eventuais manutenções dos *gliders* ou de qualquer outro equipamento que necessite de reparação.

Por fim, o subconjunto da viga extensível foi integrado para facilitar o lançamento dos *gliders* no oceano e a sua posterior recolha, minimizando o risco de danos aos equipamentos e garantindo precisão nas operações, reduzindo também o esforço físico dos operadores, evitando a necessidade de movimentar os *gliders* manualmente. Os desenhos técnicos necessários para o fabrico das peças e para a integração nos subconjuntos do projeto estão detalhadamente apresentados no Apêndice A.

Durante o desenvolvimento do projeto, a empresa acompanhou e aprovou as soluções implementadas até o momento, validando a eficácia das escolhas feitas, garantindo então que o projeto fosse conduzido de acordo com as expectativas e com as necessidades da organização.

Assim, o anteprojeto cumpre os objetivos definidos, oferecendo uma solução prática e eficiente para as operações subaquáticas. A estrutura modular e adaptável do contentor permite a sua utilização em diferentes embarcações, aumentando a flexibilidade e o potencial de aplicação desta solução.

## 9.2 Desenvolvimentos Futuros

Embora o presente anteprojeto tenha atingido os principais objetivos estabelecidos, proporcionando uma solução inicial para o sistema de armazenamento, lançamento e recolha dos *gliders* subaquáticos, ainda são necessários desenvolvimentos futuros para completar o projeto.

Uma das áreas críticas que requer atenção é o dimensionamento detalhado dos componentes do sistema, de forma a garantir a integridade física e estrutural dos mesmos. Até ao momento, o projeto seguiu uma abordagem conservadora, com alguns componentes sobredimensionados por razões de segurança. No entanto, para garantir a eficiência e a sustentabilidade do sistema, será necessário realizar cálculos rigorosos que determinem as forças aplicadas em cada ponto crítico e identificar os casos de carga mais desfavoráveis. Esta análise permitirá aperfeiçoar os componentes, reduzindo o excesso de material sem comprometer a segurança ou funcionalidade.

Além disso, será necessário aprofundar o estudo das condições operacionais, de modo a garantir que o sistema consiga suportar as diversas exigências durante o lançamento e a recolha dos *gliders* em diferentes cenários ambientais, incluindo variações de clima e agitação marítima.

Existem várias melhorias que podem ser implementadas e algumas ideias que necessitam ser repensadas, como é o caso da ligação da pega à viga. A estrutura atualmente utilizada, bem como a ligação por soldadura, requerem um estudo mais aprofundado para avaliar a possibilidade de suportar adequadamente as forças envolvidas ou se será necessário reconsiderar a forma como a viga é estruturada. Além disso, o batente e a chapa de travamento também apresentam potencial para otimização. Tal como estão projetados, existe a possibilidade do batente se deformar ao longo do tempo devido às sucessivas colisões com a chapa. A própria chapa deve ser submetida a vários cálculos para avaliar a sua resistência, determinando se é necessário torná-la mais robusta. Uma das soluções pode passar pelo aumento da sua largura, de forma a distribuir melhor a força de impacto por uma área maior.

Outro ponto importante a desenvolver são os desenhos técnicos dos componentes sendo que os desenhos apresentados nesta dissertação são provisórios ou de anteprojeto. Estes desenhos ainda precisam de ser ajustados para a sua aplicação em contexto de fabrico, incorporando um maior número de tolerâncias, ajustes e detalhes específicos necessários para a sua produção. Esta fase será essencial para garantir que todos os elementos sejam fabricados com a precisão necessária, assegurando o correto funcionamento e longevidade do sistema.

Com o desenvolvimento futuro destas áreas, o sistema estará plenamente preparado para entrar numa fase de produção e implementação, assegurando a sua eficácia nas missões oceânicas para as quais foi concebido.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J. M. Lourenço. *The NOVAtesis L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Template User's Manual*. NOVA University Lisbon. 2021. URL: <https://github.com/joaomlourenco/novathesis/raw/main/template.pdf> (ver p. i).
- [2] *BFS Container Sales*. Acedido em 14 de maio de 2024. URL: <https://shre.ink/8sWA> (ver pp. 1, 10).
- [3] *National Oceanographic Center-Gliders*. Acedido em 21 de janeiro de 2024. URL: <https://noc.ac.uk/facilities/marine-autonomous-robotic-systems/gliders> (ver p. 5).
- [4] H. V. da Silva. «Desenvolvimento de um sistema de lançamento e recolha dos AUVs SEACON através dos submarinos da classe TRIDENTE». Em: (2017). URL: <http://hdl.handle.net/10400.26/21016> (ver p. 5).
- [5] *IGP - SeaExplorer ALSEAMAR*. Acedido em 11 de dezembro de 2023. URL: <e/uw-fahrzeuge/alseamar-alcen/glider/sea-explorer/> (ver p. 6).
- [6] *SEAEXPLOREOR ALSEAMAR*. Acedido em 27 de janeiro de 2024. URL: <https://www.alseamar-al%20cen.com/products/underwater-glider/seaexplorer> (ver p. 6).
- [7] T. Huynh et al. «Development of Recovery System for Underwater Glider». Em: *Journal of Marine Science and Engineering* 10 (10 2022-10), p. 1448. ISSN: 2077-1312. DOI: [10.3390/jmse10101448](https://doi.org/10.3390/jmse10101448) (ver p. 7).
- [8] K. J. Kristinsson. «LAUNCH AND RECOVERY OF GAVIA AUV». Tese de mestrado. School of Science e Engineering, Reykjavik University, 2011 (ver p. 7).
- [9] N. S. W. LTD. *NAUTICEXPO Arco de popa para navio*. Acedido em 10 de janeiro de 2024. URL: <https://www.nauticexpo.com/pt/prod/north-sea-winch/product-51095-471547.html> (ver p. 8).
- [10] Y. CRANE e W. SYSTEMS. *NAUTICEXPO Arco de popa para navio de pesquisa oceanográfica*. Acedido em 10 de janeiro de 2024. URL: <https://www.nauticexpo.com/pt/prod/ymv-crane-and-winch-systems/product-63904-504703.html> (ver p. 8).

- [11] J. Walsh. *Preparing a Glider for Deployment: A Step-By-Step Guide*. Acedido em 13 de janeiro de 2024. 2021-11. URL: <https://www.fisheries.noaa.gov/science-blog/preparing-glider-deployment-step-step-guide> (ver p. 11).
- [12] A. G. Santos. «O Projeto de Produtos Únicos Desenvolvidos em Empresas de Pequena Dimensão». Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2010 (ver pp. 12, 14).
- [13] N. Cross. *Engineering Design Methods – Strategies for Product Design*. John Wiley & Sons Ltd, 2008. ISBN: 978-0-470-51926-4 (ver p. 13).
- [14] N. M. Roozenburg e J. Eekels. *PRODUCT DESIGN: Fundamentals and Methods*. 1995. ISBN: 0-471-95465-9 (ver pp. 14, 15).
- [15] N. P. Suh. *Axiomatic Design: Advances and Applications*. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN: 978-0-19-513466-7 (ver pp. 18, 19).
- [16] N. P. Suh. «Axiomatic design theory for systems». Em: *Research in Engineering Design* 10 (1998), pp. 189–209 (ver p. 19).
- [17] B. Onarheim. «Creativity from constraints in engineering design: Lessons learned at Coloplast». Em: *Journal of Engineering Design* 23 (2012), pp. 323–336 (ver p. 20).
- [18] L.-C. Chen e L. Lin. *Constraints Modeling in Product Design*. Vol. 13. *Journal of Engineering Design*, 2002, pp. 205–214 (ver p. 20).
- [19] F. E. M. e Sousa. «Uma Proposta Metodológica para Seleção de Parâmetros de Projeto com Base no Conflito com os Constrangimentos - Aplicação a Produtos Únicos». Em: (2021-07) (ver p. 20).
- [20] P. Gu e M. Hashemian. *A constraint-based system for concurrent product desing*. Vol. 3. *Concurrent Eng, Res. Applic.*, 1995, pp. 177–186 (ver p. 20).
- [21] *Hardcase With Wheels And Telescope Handle*. Acedido em 30 de maio de 2024. URL: <https://www.voostore.com/fi/pussit/hard-case/hardcase-with-wheels-and-telescope-handle> (ver p. 25).
- [22] H. Group. *ABSORVEDOR C/CORDA*. Acedido em 12 de junho de 2024. URL: <https://hrgroup.pt/absorvedor-c-corda-bif-1-00mts-gancho-50mm-abe-363?search=corda%20dupla&page=2> (ver p. 28).
- [23] Nortek. *Autonomia marinha*. Acedido em 16 de março de 2024. URL: <https://www.nortekgroup.com/pt/applications/autonomia-marinha> (ver p. 29).
- [24] ABERMOVE. *PLATAFORMAS ELEVATÓRIAS DE TESOURA*. Acedido em 12 de abril de 2024. URL: <https://abermove.com/pt/products/working-systems/scissors-lift-platforms/> (ver p. 29).
- [25] leroymerlin. *Guias, compassos, correções e amortecedores*. Acedido em 17 de junho de 2024. URL: <https://www.leroymerlin.pt/produtos/ferragens/ferragens-para-moveis/guias-compassos-corredicas-e-amortecedores/> (ver p. 33).

- [26] COFORJA. *Gato de Desengate Rápido*. Acedido em 15 de abril de 2024. URL: <https://coforja.com.br/produto/gato-de-desengate-rapido-gdr/> (ver p. 45).
- [27] K. J. Kristinsson. «Launch and recovery of GAVIA AUV». Em: (2011-10) (ver p. 45).
- [28] M. E. H. LTDA. *TANQUE RETANGULAR EM PP*. Acedido em 21 de maio de 2024. URL: <https://mixture.ind.br/tanque-retangular-2/> (ver pp. 46, 86).
- [29] jiukuangsteel. *316 Marine Stainless Steel Pipe*. Acedido em 12 de junho de 2024. URL: [https://www.jiukuangsteel.com/products/stainless\\_steel\\_products/stainless\\_steel\\_pipe/marine\\_stainless\\_steel\\_pipe.html#c2Cp8eE\\_anchor](https://www.jiukuangsteel.com/products/stainless_steel_products/stainless_steel_pipe/marine_stainless_steel_pipe.html#c2Cp8eE_anchor) (ver p. 61).
- [30] igus. *casquilhos autolubrificados com flange*. Acedido em 29 de junho de 2024. URL: [https://www.igus.pt/product?artNr=A180FM-0810-10&utm\\_term=&utm\\_campaign=&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&hsa\\_acc=6606969388&hsa\\_cam=18006341008&hsa\\_grp=&hsa\\_ad=&hsa\\_src=x&hsa\\_tgt=&hsa\\_kw=&hsa\\_mt=&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwi\\_exBhA8EiwA\\_kU1MvidjaAZrfTCYV61mTcGUDFUcinhvLnTz8MuzBxp8Mqdn1M-1bydbRoCYVsQAvD\\_BwE](https://www.igus.pt/product?artNr=A180FM-0810-10&utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=6606969388&hsa_cam=18006341008&hsa_grp=&hsa_ad=&hsa_src=x&hsa_tgt=&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwi_exBhA8EiwA_kU1MvidjaAZrfTCYV61mTcGUDFUcinhvLnTz8MuzBxp8Mqdn1M-1bydbRoCYVsQAvD_BwE) (ver p. 63).
- [31] mercainox. «Tubo Quadrado». Em: (). Acedido em 12 de junho de 2024. URL: <https://mercainox.pt/produto/tubo-quadrado/> (ver p. 64).
- [32] L. V. da Cunha. *Desenho Técnico*. Ed. por GULBENKIAN. 11ª ed. 1999, pp. 1–866. ISBN: 972-31-0225-0 (ver p. 65).
- [33] masterferro. *Viga Perfil IPN*. Acedido em 12 de junho de 2024. URL: <https://www.masterferro.pt/pt/catalogo/go/perfil-ipn> (ver p. 76).
- [34] Worten. *Guincho*. Acedido em 10 de abril de 2024. URL: [https://www.worten.pt/produtos/guincho-eletrico-de-800kg-1700lbs-e-carrinho-eletrico-1t-2200lbs-220v-vevor-mrkean-0840349950822?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwgdayBhBQEiwAXhMxtqlpoguA3XSQ-VamSCK77FrOU2FfpnTqqQxl9PSG27Nji4Y2RWyAKBoCWiqQAvD\\_BwE](https://www.worten.pt/produtos/guincho-eletrico-de-800kg-1700lbs-e-carrinho-eletrico-1t-2200lbs-220v-vevor-mrkean-0840349950822?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwgdayBhBQEiwAXhMxtqlpoguA3XSQ-VamSCK77FrOU2FfpnTqqQxl9PSG27Nji4Y2RWyAKBoCWiqQAvD_BwE) (ver p. 76).
- [35] Rodalgés. *Rodas e Rodizios*. Acedido em 10 de junho de 2024. URL: <https://www.rodalges.pt/pt/catalogo/rodas-e-rodizios/blickle/> (ver p. 79).
- [36] HIDROMARINHA. *Freios Exteriores em INOX*. Acedido em 11 de junho de 2024. URL: <https://www.hidromarinha.pt/artigos?id=2180&p=4> (ver p. 80).
- [37] wovar. «Olhal sobre placa em aço inoxidável». Em: (). Acedido em 12 de junho de 2024. URL: <https://www.wovar.pt/olhal-sobre-placa-aco-26mm/> (ver p. 85).
- [38] A. International. *Worldwide Guide to Equivalent Nonferrous Metals and Alloys*. 4th Edition. ASM International, 1026. ISBN: 978-0-87170-741-3 (ver pp. 95–97).

- 
- [39] F. Ostovan et al. «On the role of molybdenum on the microstructural, mechanical and corrosion properties of the GTAW AISI 316 stainless steel welds». Em: *Journal of Materials Research and Technology* 13 (2021), pp. 2115–2125. ISSN: 2238-7854. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.05.095>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S223878542100538X> (ver p. 95).
- [40] R. T. Quevedo. *Poliâmidas*. Acedido em 21 de julho de 2024. 2016. URL: <https://www.infoescola.com/quimica/poliamidas/> (ver p. 97).
- [41] *Poliuretanos*. Acedido em 21 de julho de 2024. URL: <https://poliuretanos.com.br/Cap6/624mp.htm> (ver p. 97).
- [42] ecycle. *Poliuretano: o que é, impactos e descarte*. Acedido em 21 de julho de 2024. URL: <https://www.ecycle.com.br/poliuretano/> (ver p. 97).
- [43] neuplast. *POLIPROPILENO: CONHEÇA AS CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS DESSE MATERIAL*. Acedido em 21 de julho de 2024. URL: <https://www.neuplast.com.br/blog/polipropileno-conheca-as-caracteristicas-e-vantagens-desse-material/> (ver p. 98).

## DESENHOS TÉCNICOS

Nos desenhos técnicos presentes nestes anexos, cada peça está identificada por uma nomenclatura específica, composta pela sigla do projeto, seguida de um código numérico no formato SALR. xx . yy.

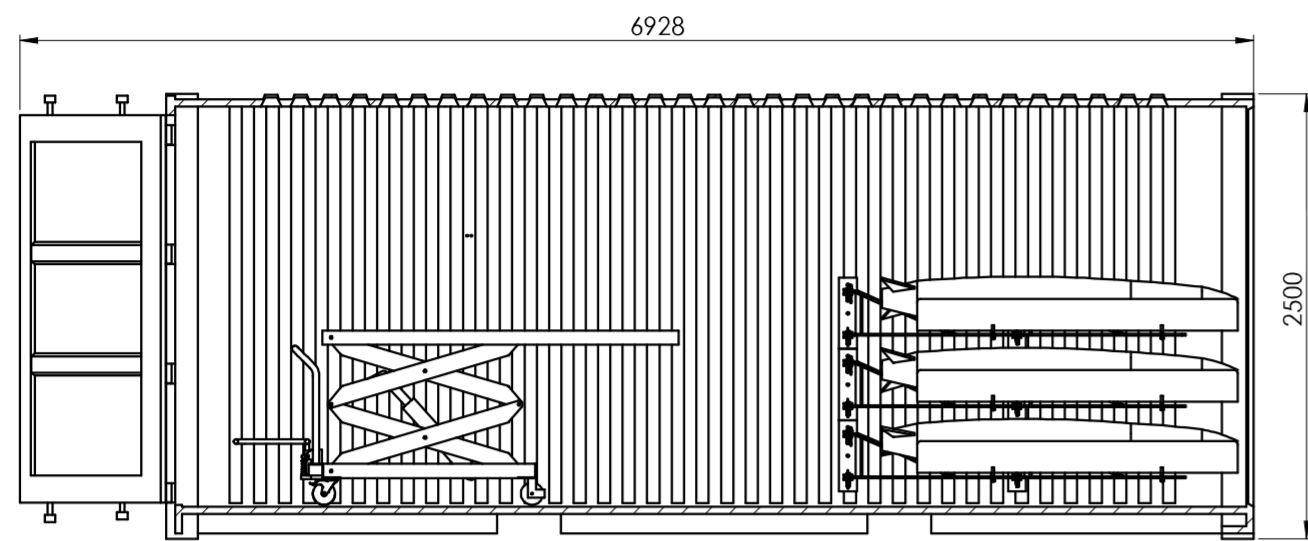
- A sigla SALR refere-se ao *Sistema de Armazenamento, Lançamento e Recolha*.
- O primeiro número após a sigla (xx) indica o subconjunto ao qual a peça pertence. Por exemplo, o código .02 indica que a peça faz parte do subconjunto 2.
  - **Exceção:** o código .01 não refere um subconjunto, mas sim o conjunto geral.
- O segundo número (yy) identifica o número específico da peça dentro do subconjunto. Por exemplo, no código SALR.04.03, a peça faz parte do subconjunto 4 e é a peça número 3 desse subconjunto.
- Os desenhos SALR.01.05, SALR.01.06, SALR.01.07, SALR.01.08 e SALR.01.09 não são desenhos de subconjuntos, mas sim de peças independentes que pertencem ao conjunto geral.
- O desenho SALR.012 representa o mesmo conjunto geral identificado por SALR.01, mas com a viga estendida e o paralelogramo aberto, ilustrando uma configuração diferente do sistema.

Esta nomenclatura tem o objetivo de organizar e identificar facilmente as peças, facilitando a compreensão do seu posicionamento dentro do sistema.

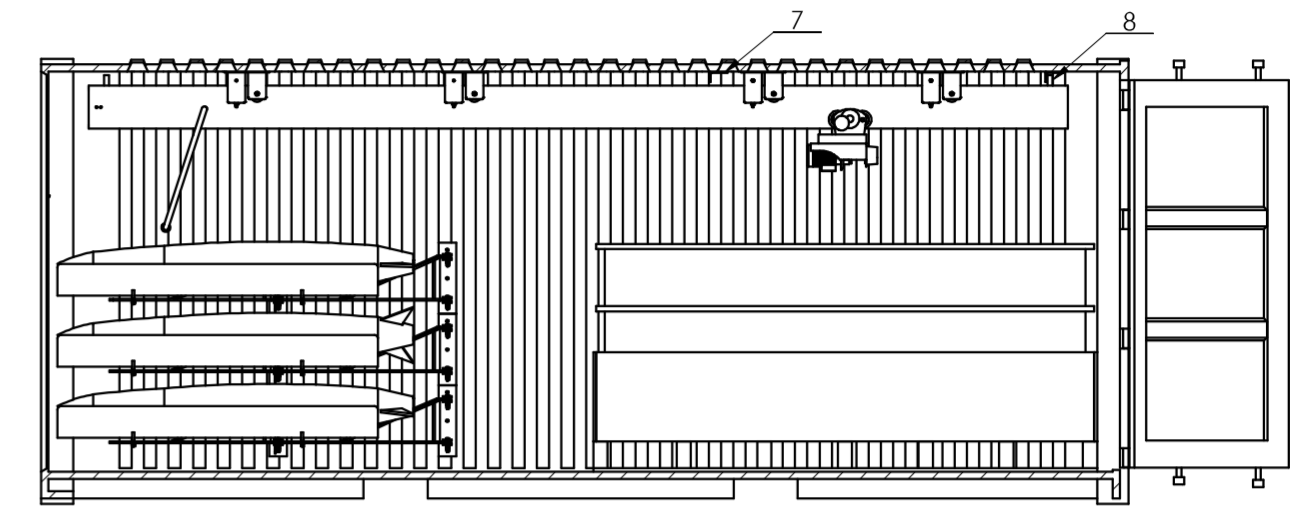
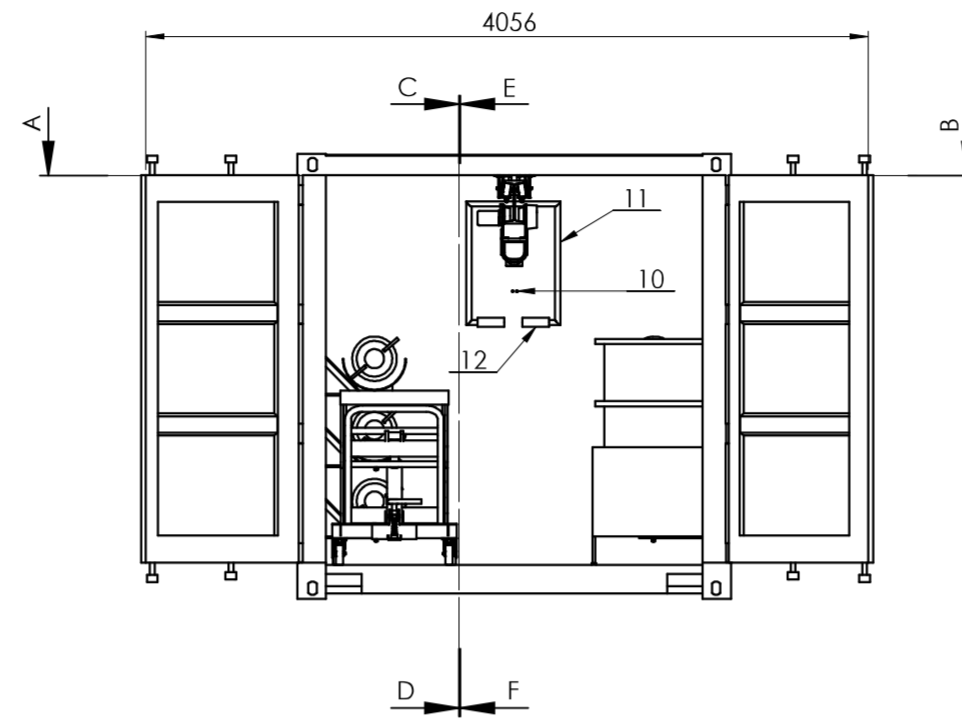
É importante salientar que apesar do esforço para seguir as normas ISO no que diz respeito à escala dos desenhos técnicos, dois deles não estão em conformidade com a escala normalizada. O desenho do subconjunto do **Suporte da Viga** foi representado com uma escala de 1:3, e o desenho de **Conjunto Geral** com uma escala de 1:30.

Estas alterações foram necessárias para garantir a clareza dos detalhes nos desenhos. Utilizar as escalas normalizadas resultaria em representações excessivamente pequenas, tornando difícil a leitura e compreensão dos detalhes, ou ultrapassaria as dimensões da folha, comprometendo a apresentação.

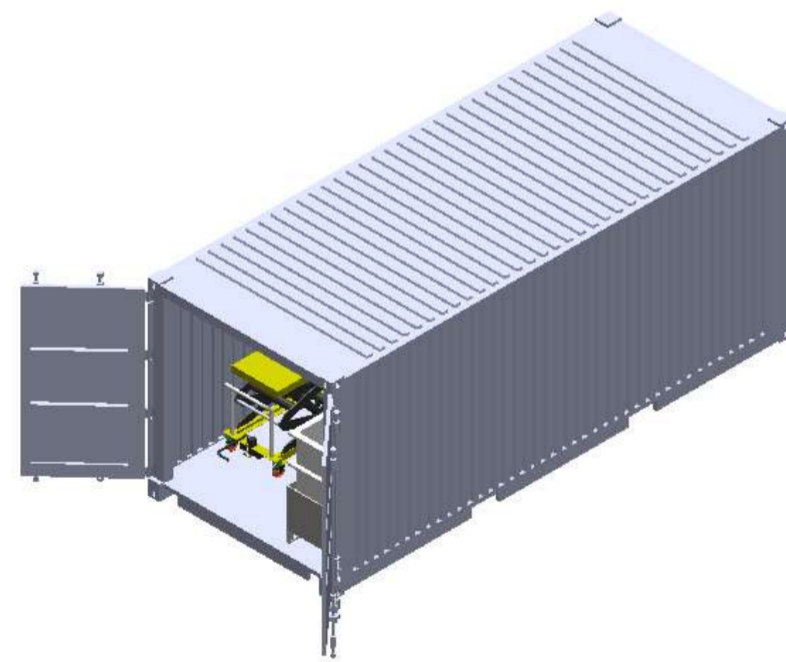
## **A.1 Desenho Técnico de Conjunto Geral**



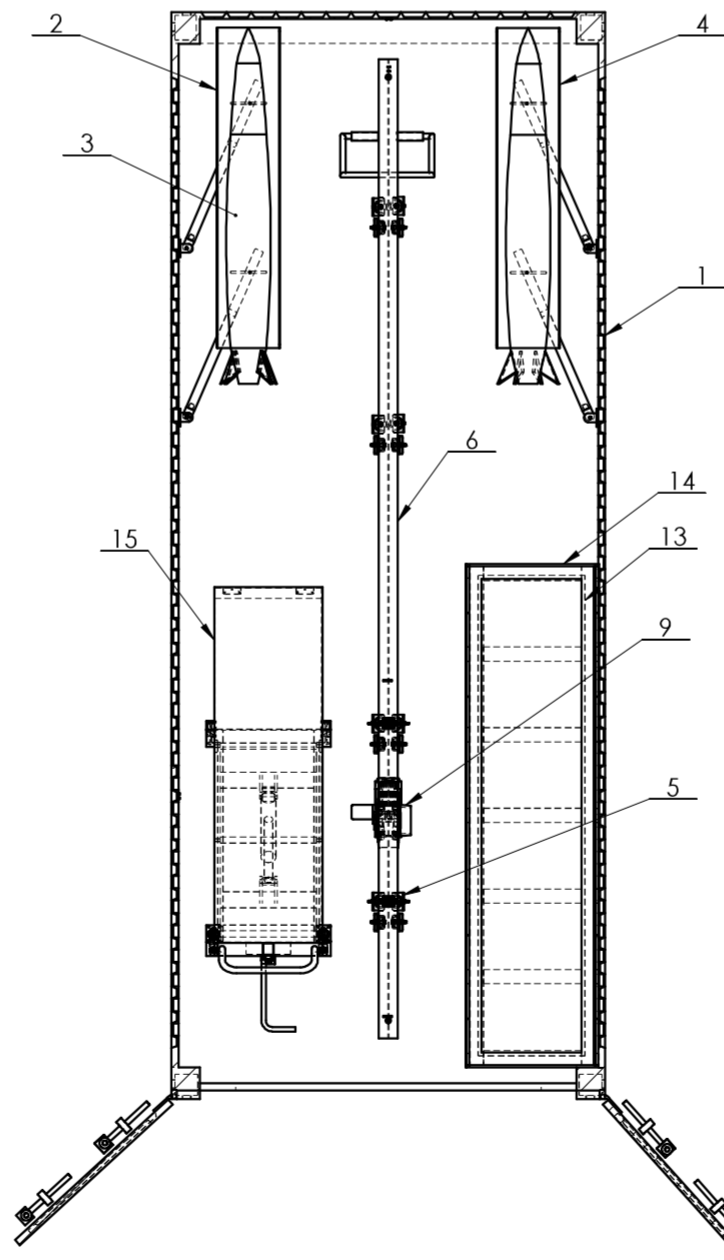
CORTE E-F



CORTE C-D



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:30



CORTE A-B

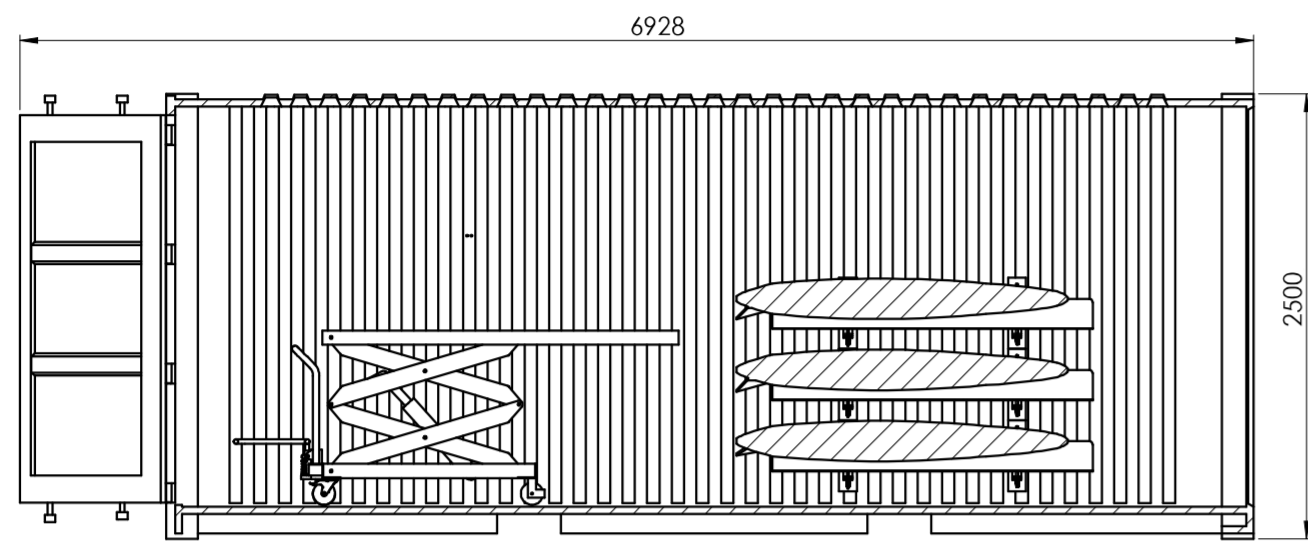
1	Plataforma Elevatória			15						
1	Suporte Piscina	SALR.03	AISI 316	14					601 kg	
1	Piscina			13						
2	Pneu Pega	SALR.04.10	Poliuretano	12					106 kg	
1	Pega		AISI 316	11					14.9 kg	
4	Olhal		AISI 316	10						
1	Guincho Elétrico		A36	9						
2	Batente		AISI 316	8					0,18 kg	
2	Chapa Batente	SALR.04.08	AISI 316	7					0,46 kg	
1	Viga		AISI 316	6					202 kg	
4	Suporte Viga	SALR.04		5					5,6 kg	
3	Paralógogram (direito)		AISI 316	4					54,6 kg	
6	Glíder			3						
3	Paralógogram (esquerdo)	SALR.02	AISI 316	2					54,6 kg	
1	Contendor			1						

Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI-ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES
----	------------	------------------------------	----------	---------	--	------	-------------

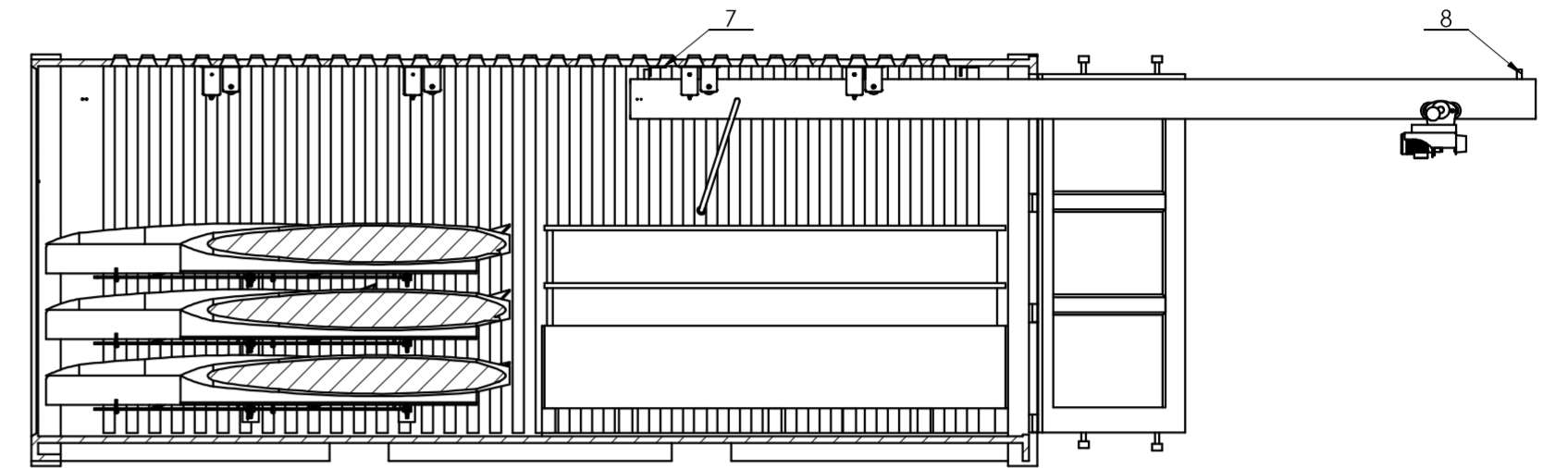
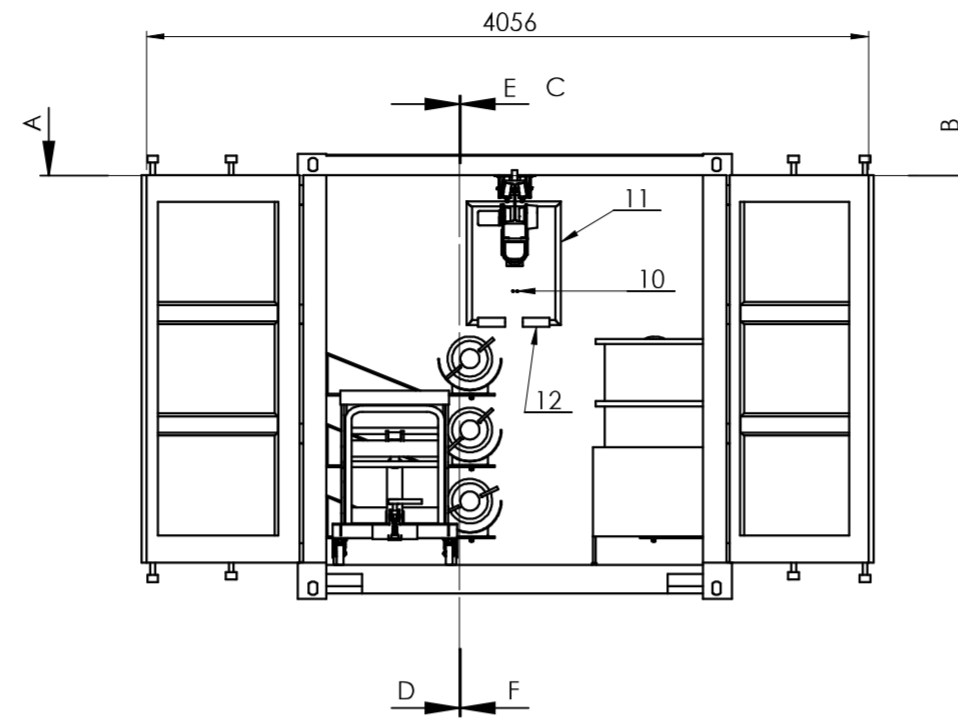
PROJ.	2024-07-01		FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA DEMI 2023-2024	CARLOTA GOUVEIA Nº 58162 MIEMc
DES.	2024-08-11			

ESCALA	1:30	SISTEMA DE ARMAZENAMENTO LANÇAMENTO E RECOLHA DE GLIDERS	SALR.01
TOLERAN.	NP-265		
	-Médio		

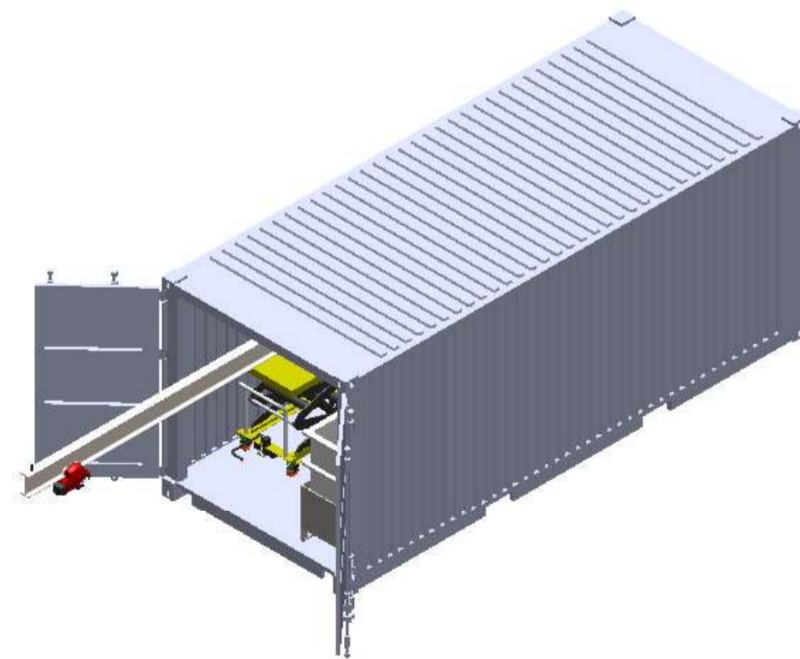
## **A.2 Desenho Técnico de Conjunto Geral - Viga e Paralelogramo esticados**



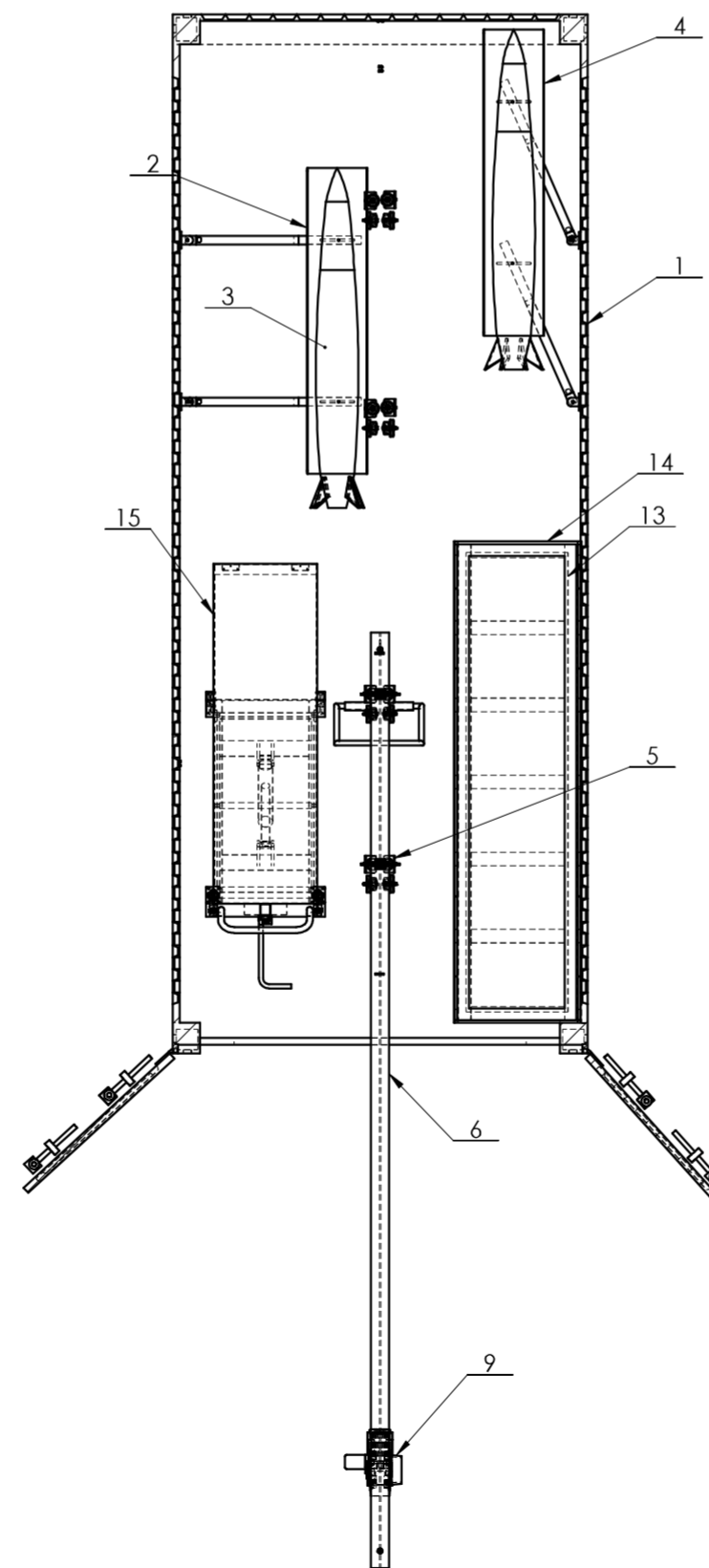
CORTE E-F



CORTE C-D



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:30



CORTE A-B

1	Plataforma Elevatória			15		601 kg	
1	Supporte Piscina	SALR.03	AISI 316	14			
1	Piscina			13			
2	Pneu Pega	SALR.04.10	Poliuretano	12		106 kg	
1	Pega		AISI 316	11		14.9 kg	
4	Olhal		AISI 316	10			
1	Guincho Elétrico		A36	9			
2	Batente		AISI 316	8		0.18 kg	
2	Chapa Batente	SALR.04.08	AISI 316	7		0.46 kg	
1	Viga		AISI 316	6		202 kg	
4	Supporte Viga	SALR.04		5		5.6 kg	
3	Paralelogramo (direito)		AISI 316	4		54.6 kg	
6	Glíder			3			
3	Paralelogramo (esquerdo)	SALR.02	AISI 316	2		54.6 kg	
1	Contentor			1			
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI-ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES

PROJ. 2024-07-01  
DES. 2024-08-11  
ESCALA 1:30  
TOLERAN. NP-265  
-Médio

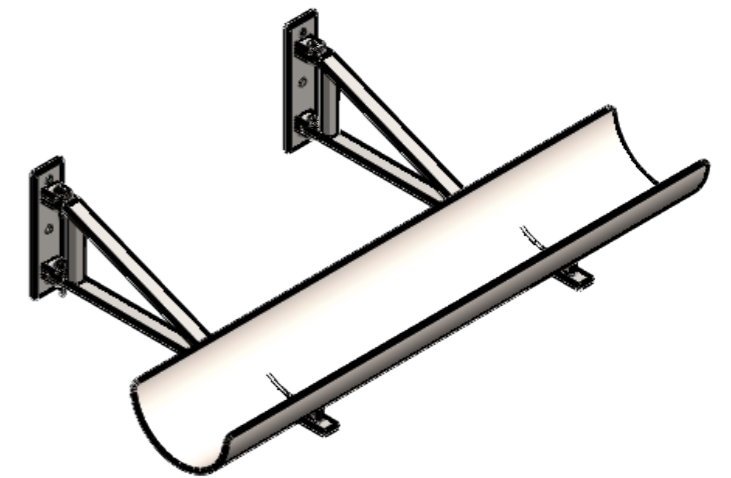
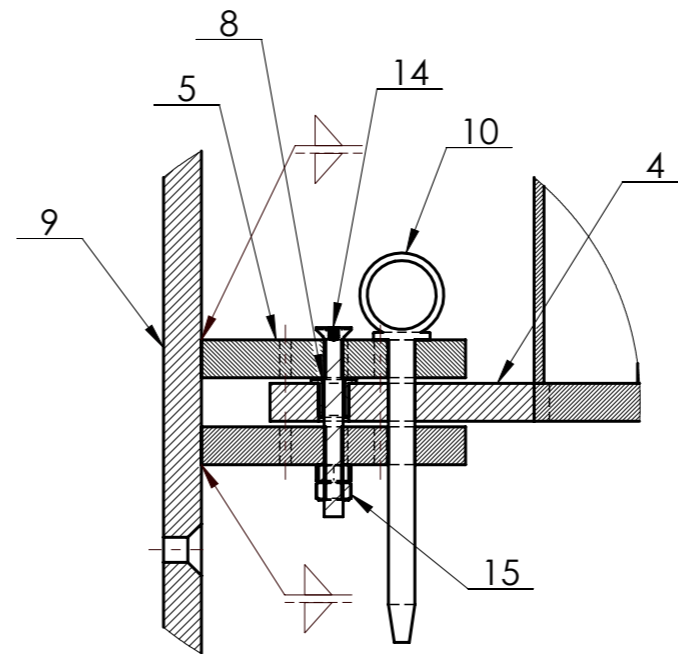
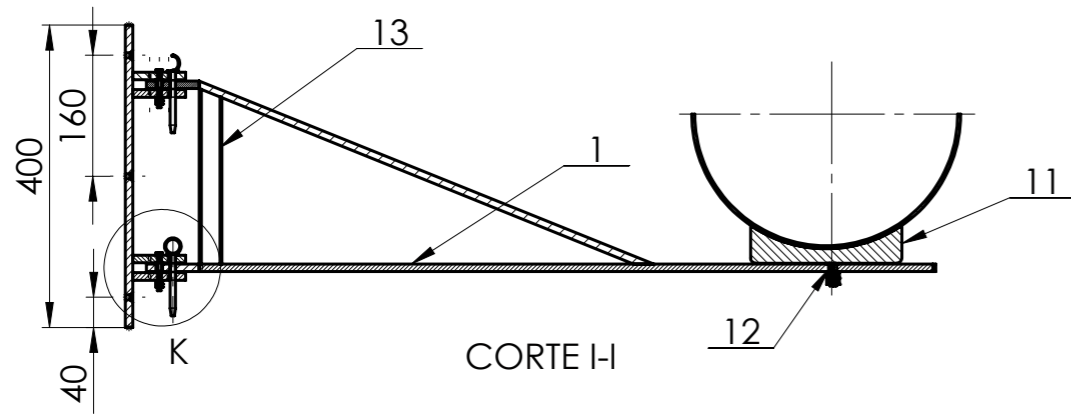
FCT FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
DEMI 2023-2024

CARLOTA GOUVEIA  
Nº 58162 MIEMc

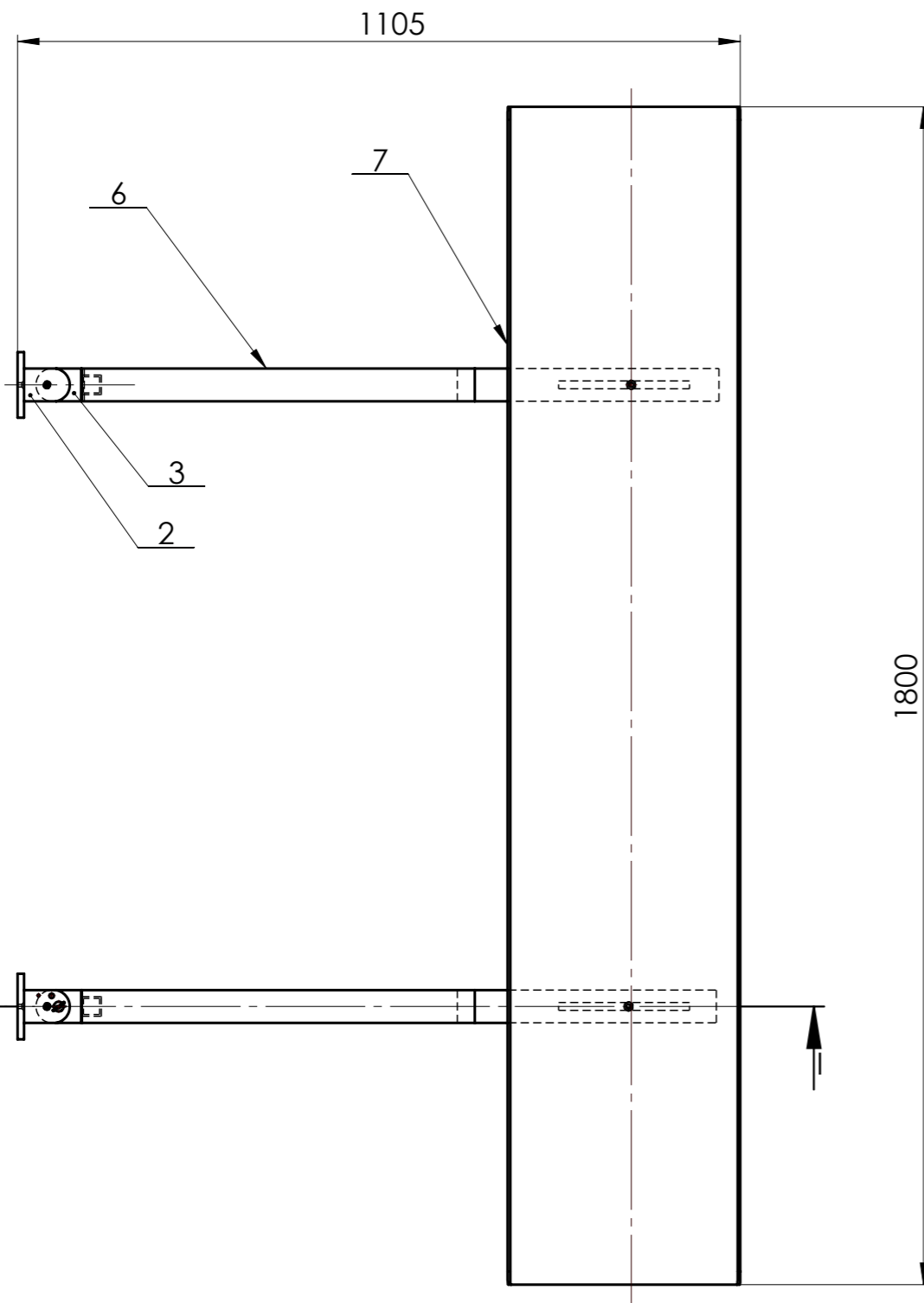
SISTEMA DE ARMAZENAMENTO  
LANÇAMENTO E RECOLHA DE  
GLIDERS ABERTO

SALR.012

### **A.3 Desenho Técnico de Subconjunto do Paralelogramo**



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:20



8	Porca M5		AISI 316	15				
3	Parafuso M5		AISI 316	14				
2	Trave Triângulo	SALR.02.06	AISI 316	13			0,5 kg	
2	Veio Semi-roscado	SALR.02.03	AISI 316	12			0,04 kg	
2	Suporte Berço	SALR.02.02	AISI 316	11			0,55 kg	
2	Pino	SALR.02.11	AISI 316	10			0,03 kg	
2	Chapa Parede	SALR.02.13	AISI 316	9			3,07 kg	
6	Casquilho		Nylon 101	8			0,003 kg	
1	Berço	SALR.02.01	AISI 316	7			31,2 kg	
2	Barra Topo Triângulo	SALR.02.05	AISI 316	6			2,35 kg	
4	Aba 4f	SALR.02.08	AISI 316	5			0,24 kg	
2	Aba Triângulo 2f	SALR.02.09	AISI 316	4			0,24 kg	
2	Aba Triângulo 1f	SALR.02.10	AISI 316	3			0,25 kg	
4	Aba 1f	SALR.02.07	AISI 316	2			0,25 kg	
2	Barra Base Triângulo	SALR.02.04	AISI 316	1			3,73 kg	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ		PESO	OBSERVAÇÕES

PROJ. 2024-07-01  
DES. 2024-09-11



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

DEMI

2023-2024

CARLOTA GOUVEIA  
Nº 58162 MIEMc

ESCALA  
1:10

TOLERÂNCIA  
NP-265  
-Médio

PARALELOGRAMO

SALR.02

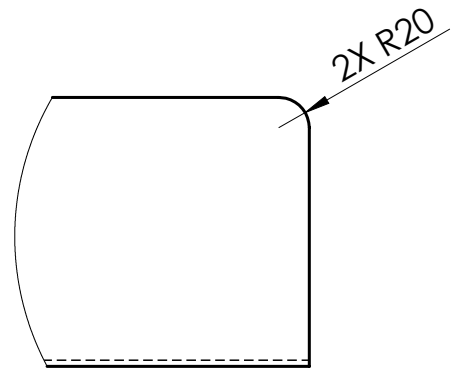
## **A.4 Desenho Técnico do Berço**

PROJ.	2024-05-13
DES.	2024-08-22

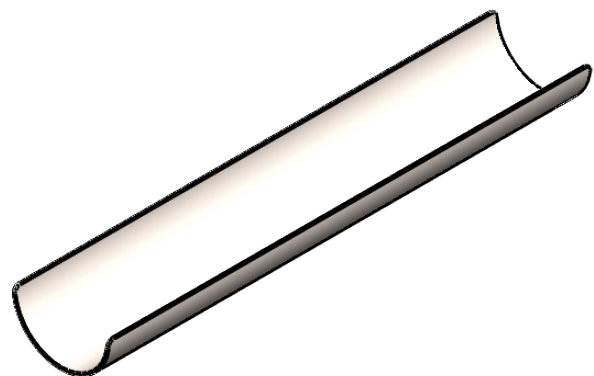
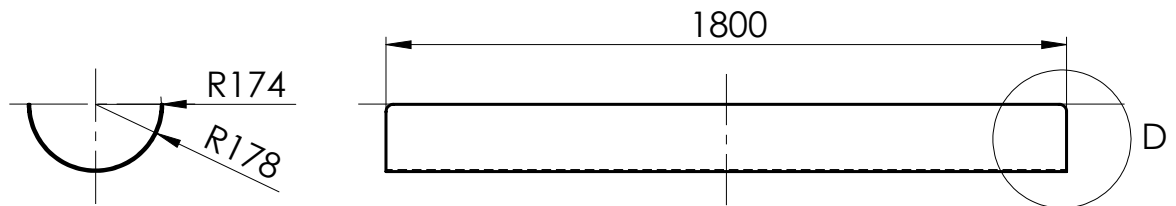


FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



PORMENOR D  
ESCALA 1 : 5

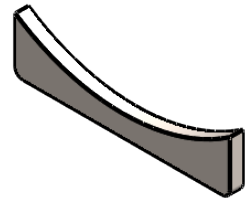
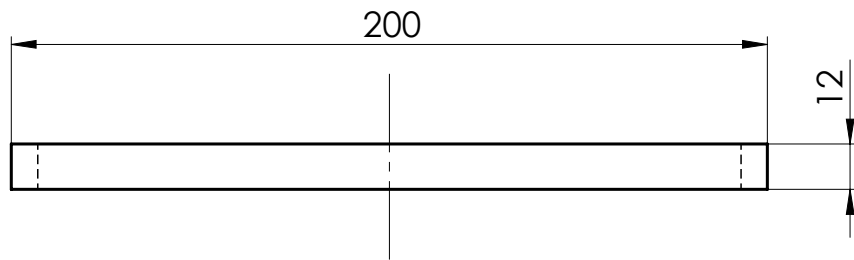
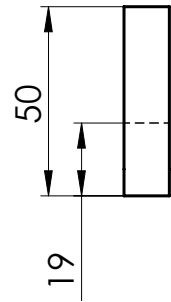
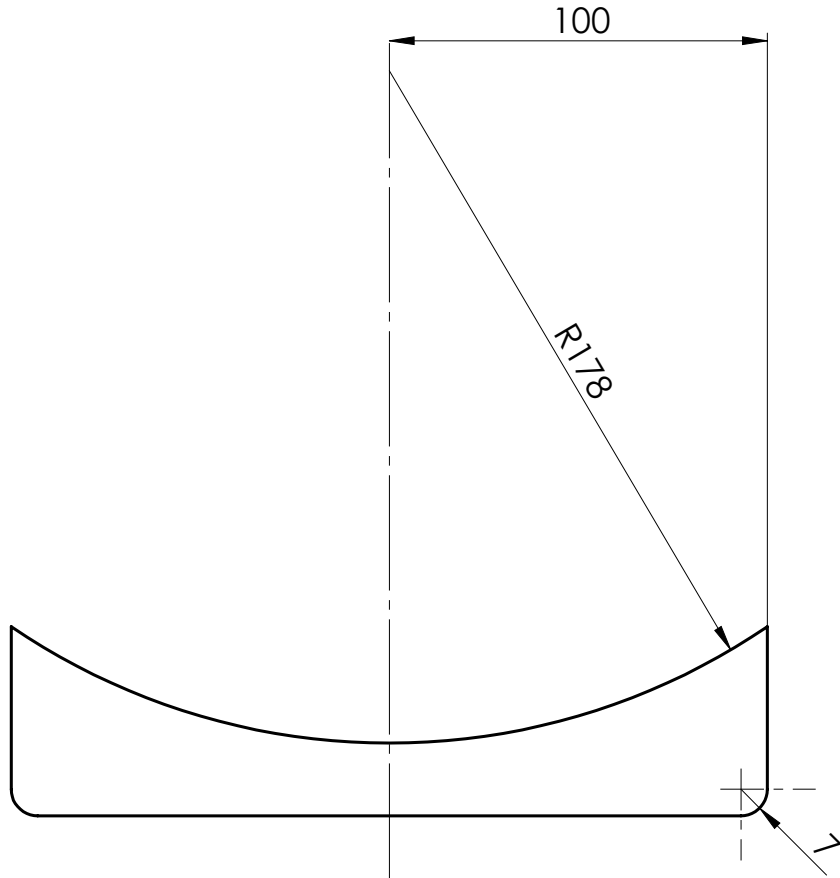


VISTA ISOMÉTRICA

	1:20	BERÇO	SALR.02.01					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

## **A.5 Desenho Técnico do Suporte Berço**

PROJ.		2024-05-25
DES.		2024-08-23

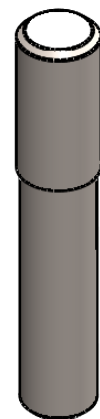
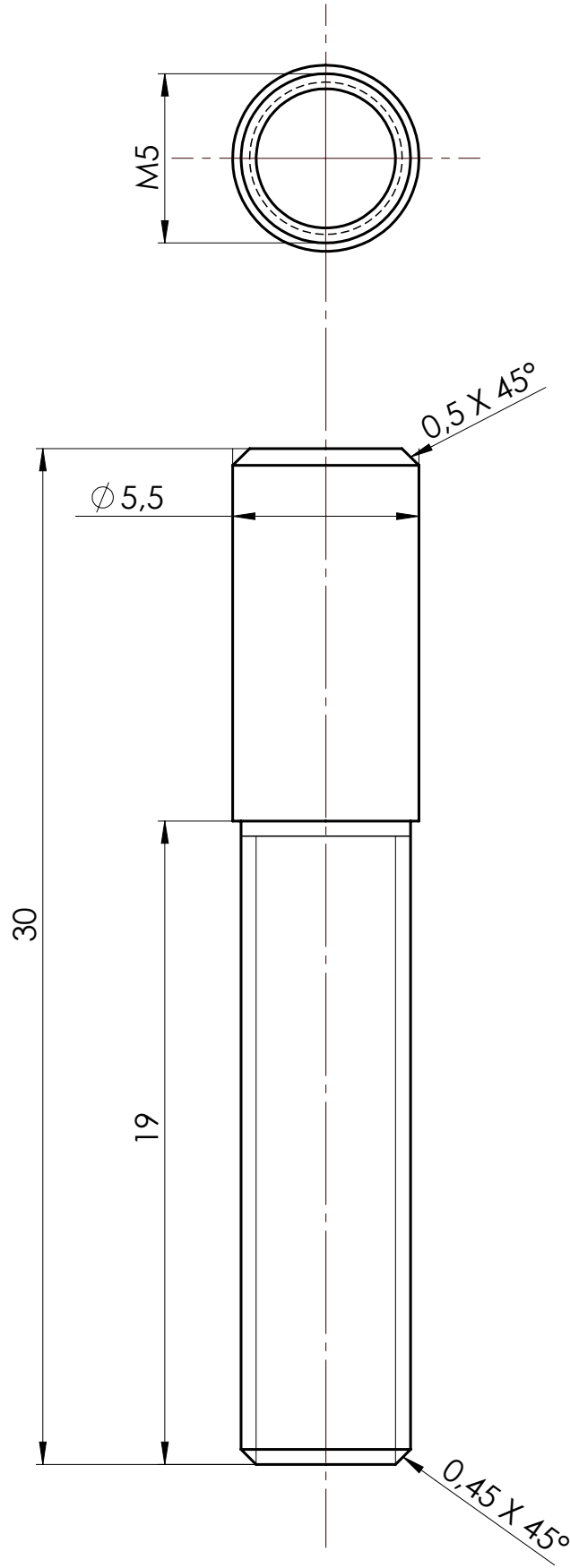


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:5

	1:2	SUPORTE BERÇO	SALR.02.02				
	TOLERÂNC. NP-265- Médio						

## **A.6 Desenho Técnico do Veio Semi-roscado**

PROJ.	2024-05-28
DES.	2024-09-05

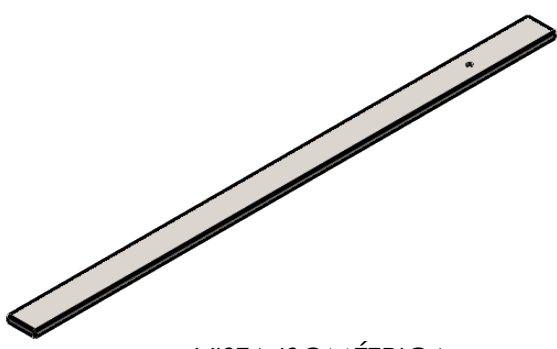
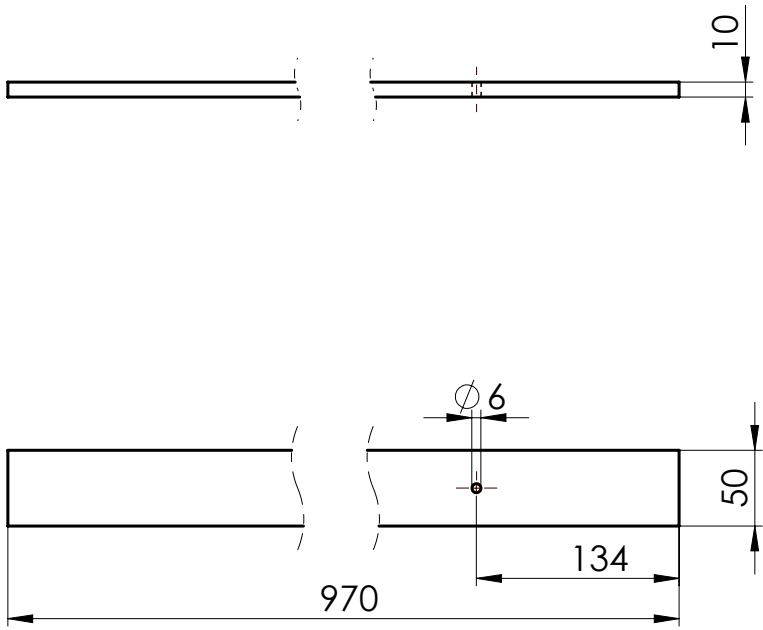


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 2:1

	5:1	VEIO SEMI-ROSCADO	SALR.02.03
	TOLERÁN. NP-265- Médio		

## **A.7 Desenho Técnico da Barra Base Triângulo**

PROJ.	2024-05-25
DES.	2024-09-05



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:10

	1:5	BARRA BASE TRIÂNGULO	SALR.02.04					
	TOLERÂNC. NP-265- Médio							

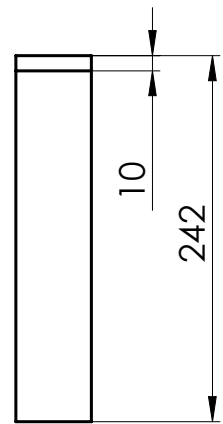
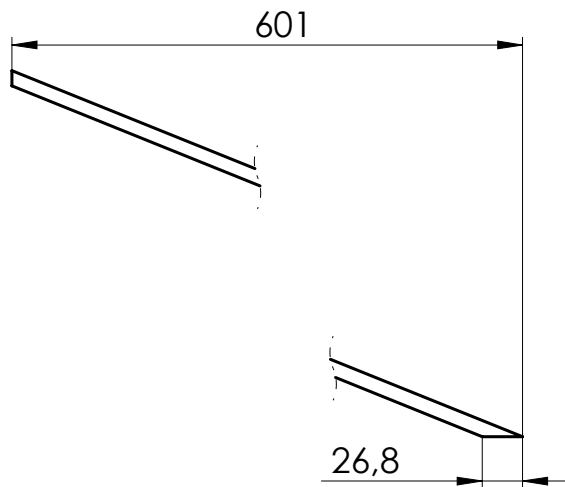
## **A.8 Desenho Técnico da Barra Topo Triângulo**

PROJ.	2024-05-13
DES.	2024-09-05



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc

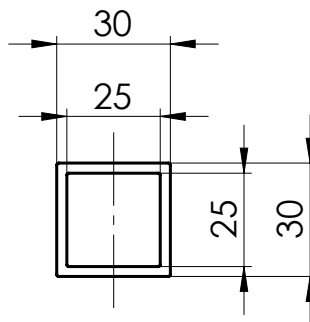
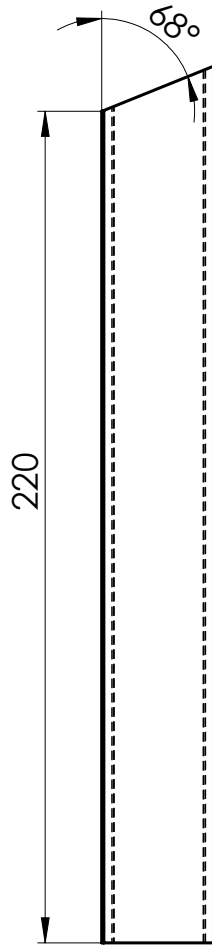


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:10

	1:5	BARRA TOPO TRIÂNGULO	SALR.02.05					
	TOLERÂNC. NP-265- Médio							

## **A.9 Desenho Técnico da Trave Triângulo**

PROJ.	2024-05-25
DES.	2024-08-22

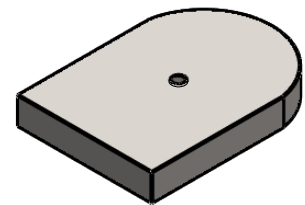
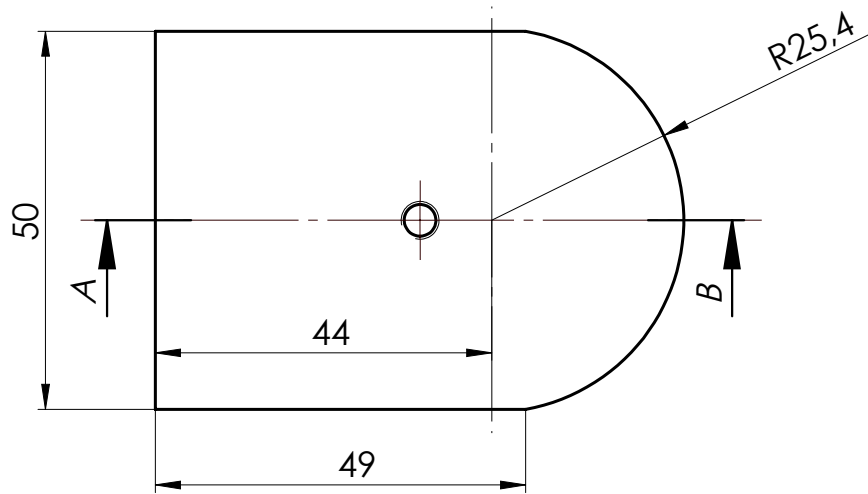
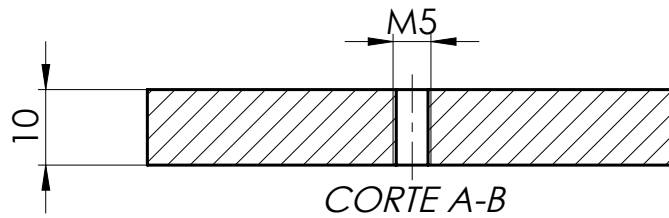


VISTA ISOMÉTRICA  
 ESCALA 1:5

	1:2	TRAVE TRIÂNGULO	SALR.02.06				
	TOLERÂNC. NP-265- Médio						

## **A.10 Desenho Técnico da ABA 1F**

PROJ.		2024-05-26
DES.		2024-09-04

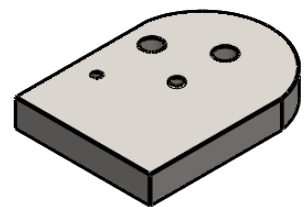
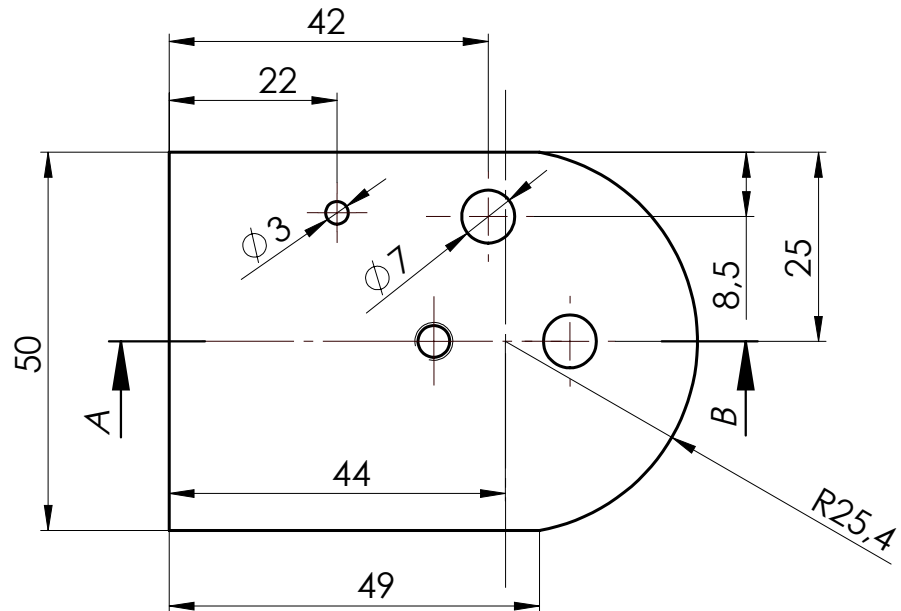
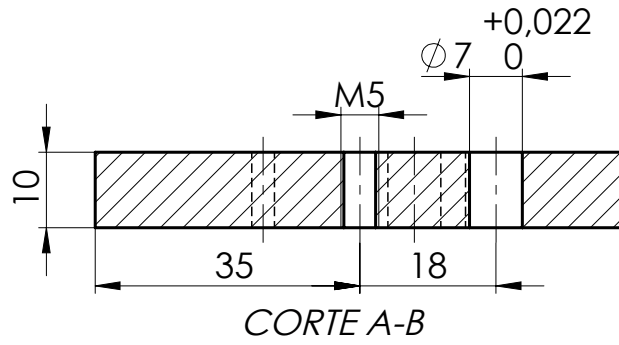


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

	1:1	<b>ABA 1F</b>	<b>SALR.02.07</b>					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

## **A.11 Desenho Técnico da ABA 4F**

PROJ.		2024-05-26
DES.		2024-09-04

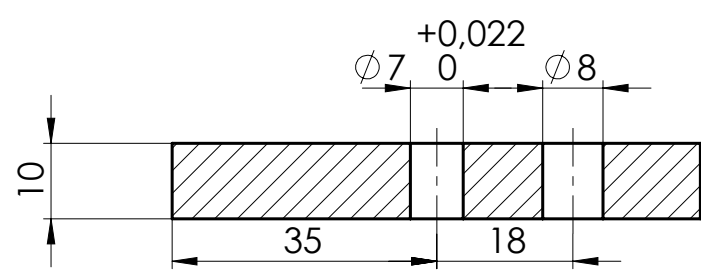


VISTA ISOMÉTRICA  
 ESCALA 1:2

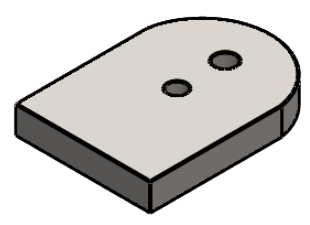
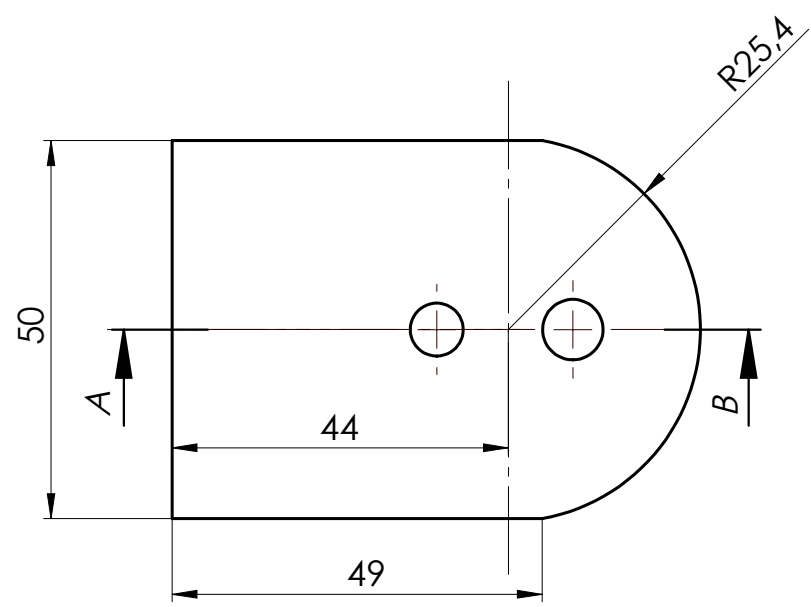
	1:1	ABA 4F	SALR.02.08
	TOLERÁN. NP-265- Médio		

## **A.12 Desenho Técnico da Aba Triângulo 2F**

PROJ.		2024-05-26
DES.		2024-09-04



CORTE A-B



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

1:1 TOLERÁN. NP-265- Médio	<b>ABA TRIÂNGULO 2F</b>	<b>SALR.02.09</b>					

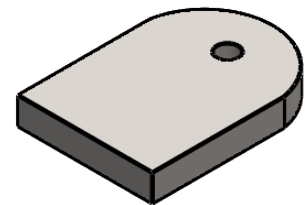
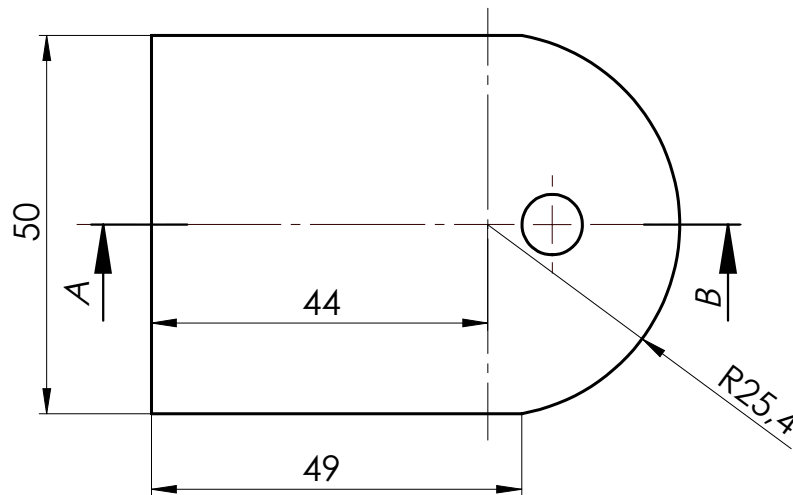
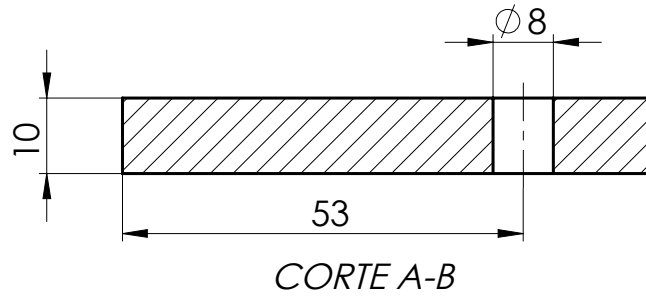
## **A.13 Desenho Técnico da Aba Triângulo 1F**

PROJ.	2024-05-26
DES.	2024-09-04



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

	1:1	ABA 1F TRIÂNGULO	SALR.02.10				
	TOLERÂNC. NP-265- Médio						

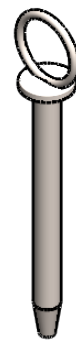
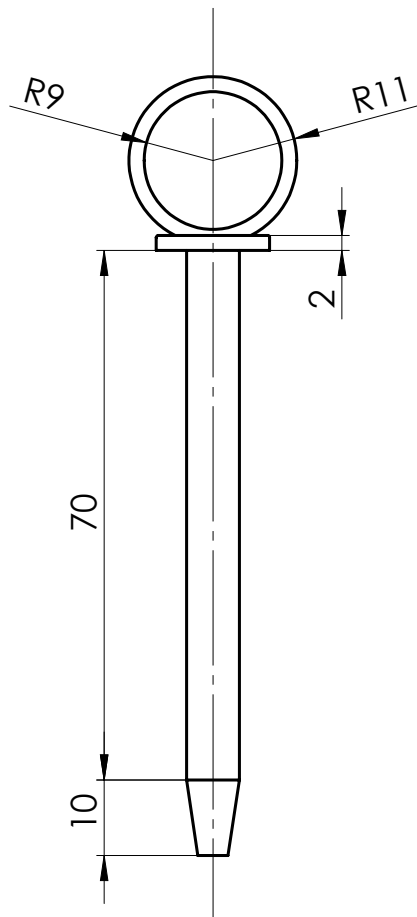
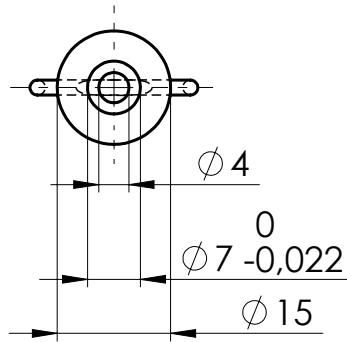
## **A.14 Desenho Técnico do Pino**

PROJ.	2024-06-01
DES.	2024-08-22



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

	1:1	PINO	SALR.02.11				
	TOLERÁN. NP-265- Médio						

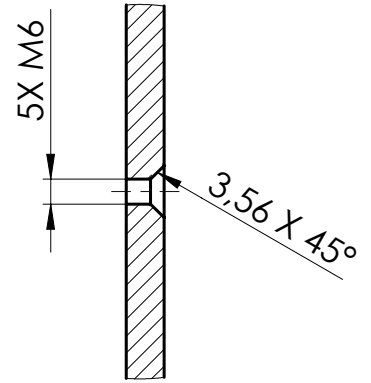
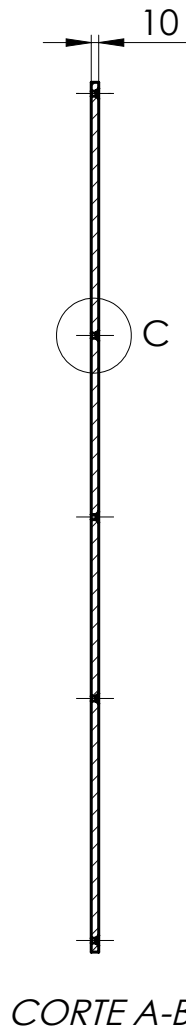
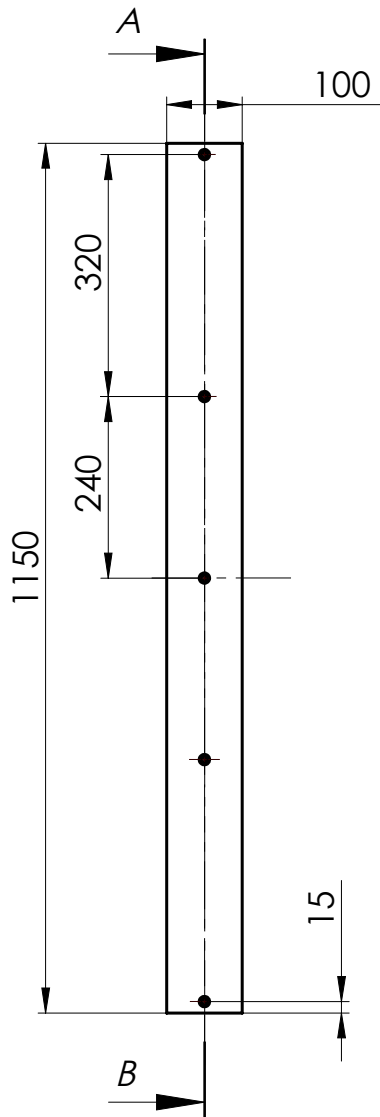
## **A.15 Desenho Técnico da Chapa Longa**

PROJ.		2024-05-28
DES.		2024-08-30



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



PORMENOR C  
ESCALA 1:2



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:20

	1:10
	TOLERAN.
	NP-265- Médio

CHAPA LONGA

SALR.02.12

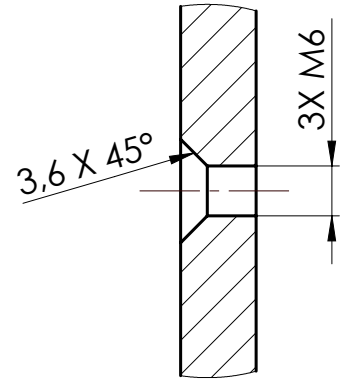
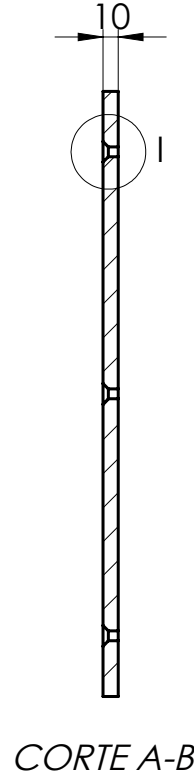
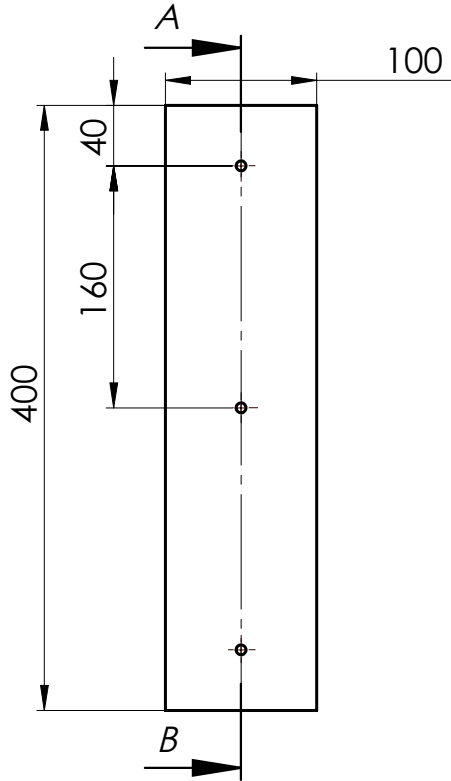
## **A.16 Desenho Técnico da Chapa Parede**

PROJ.		2024-05-28
DES.		2024-09-02



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



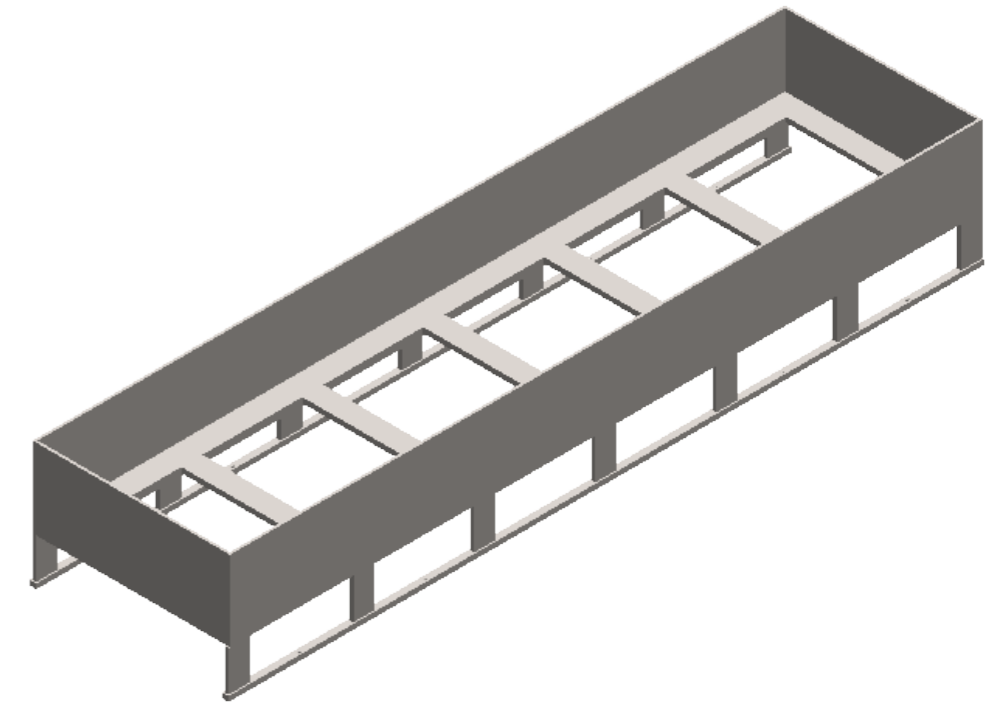
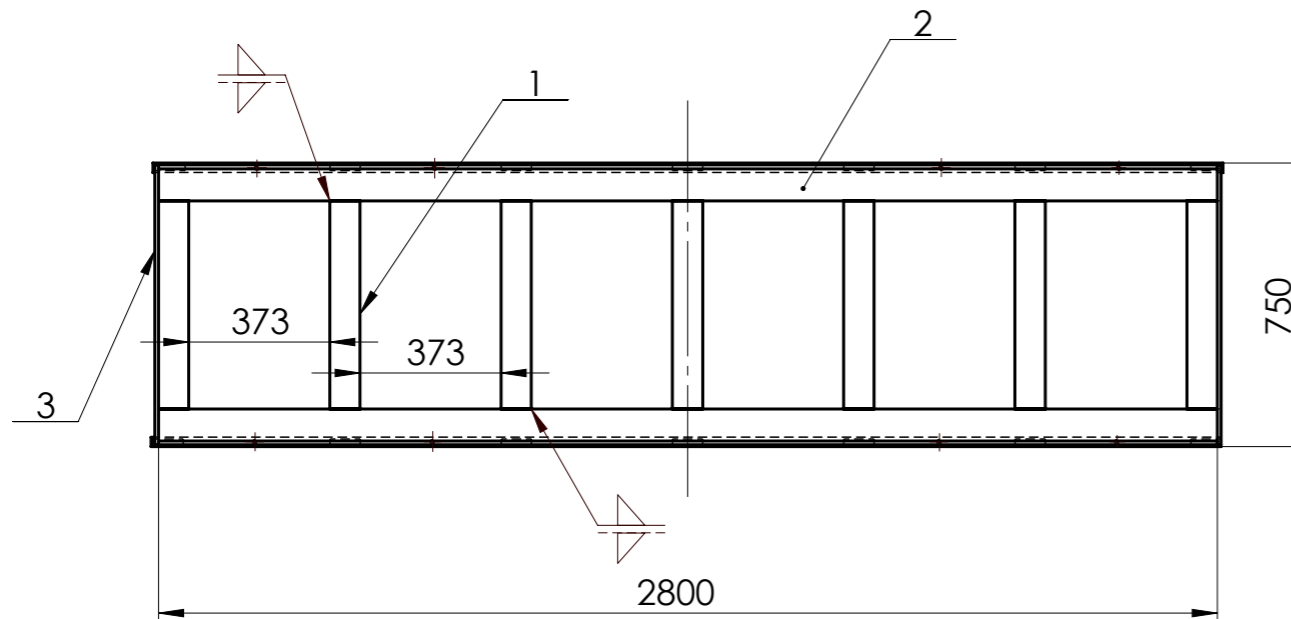
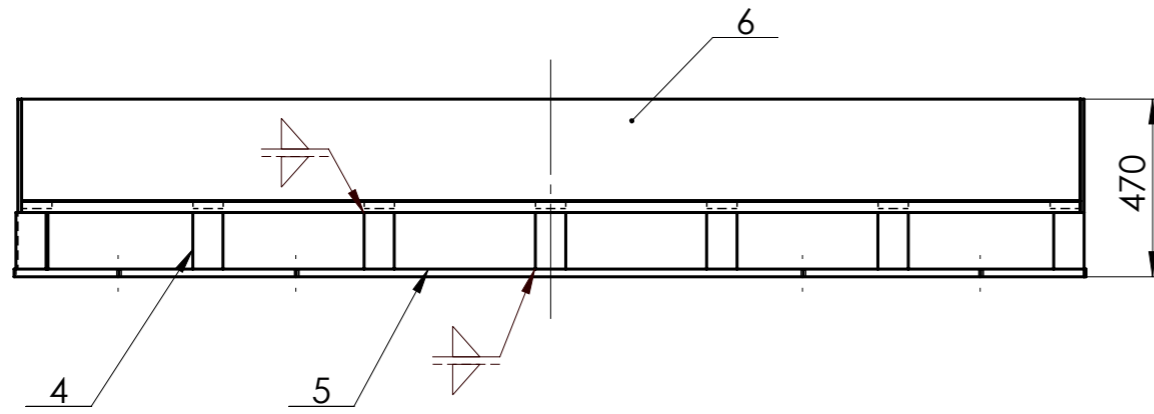
PORMENOR I  
ESCALA 1 : 1



VISTA ISOMÉTRICA

	1:5	CHAPA PAREDE	SALR.02.13
	TOLERÁN. NP-265- Médio		

## **A.17 Desenho Técnico de Subconjunto do Suporte Piscina**



VISTA ISOMÉTRICA

2	Barra "L" cima	SALR.03.05	AISI 316	6		11,2 kg	
2	Base Longa	SALR.03.05	AISI 316	5		10,9 kg	
14	Barra Lateral	SALR.03.04	AISI 316	4		1,39 kg	
2	Barra Lisa	SALR.03.02	AISI 316	3		32,7 kg	
2	Barra "L" baixo	SALR.03.01	AISI 316	2		213 kg	
7	Barra Apoio	SALR.03.03	AISI 316	1		6,8 kg	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES

PROJ.	2024-07-14
DES.	2024-09-11



CARLOTA GOUVEIA  
Nº 58162 MIEMc

ESCALA  
1:20  
  
TOLERÂNC.  
NP-265  
.Médio

SUPORTE PISCINA

SALR.03

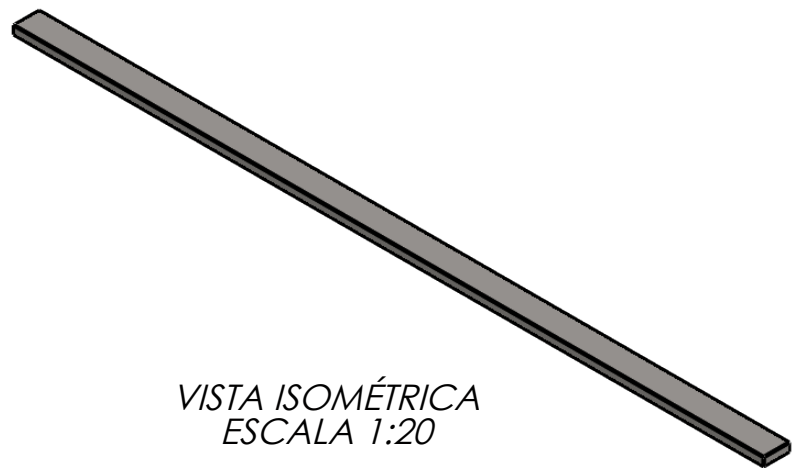
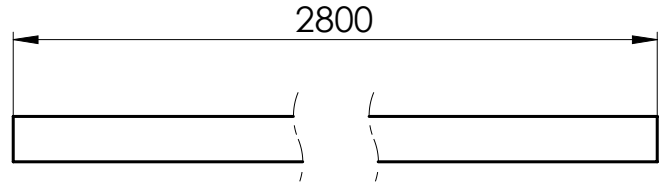
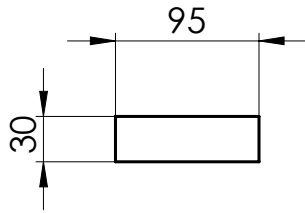
## **A.18 Desenho Técnico da Barra "L" Baixo**

PROJ.	2024-08-26
DES.	2024-09-06



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc

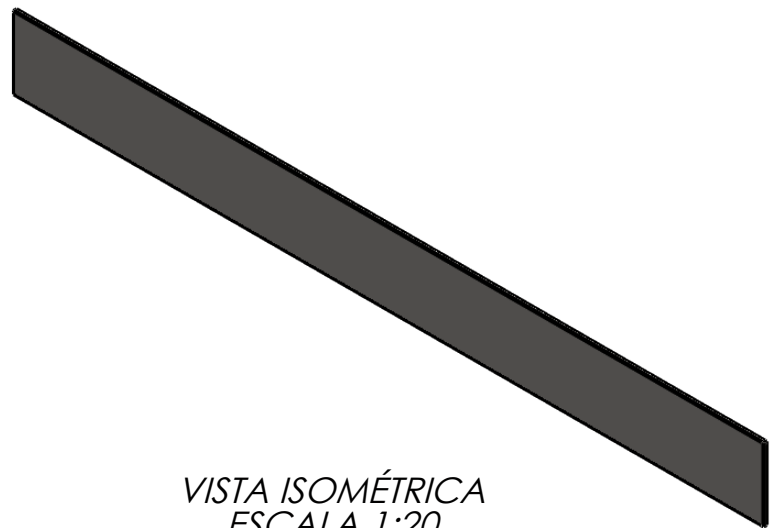
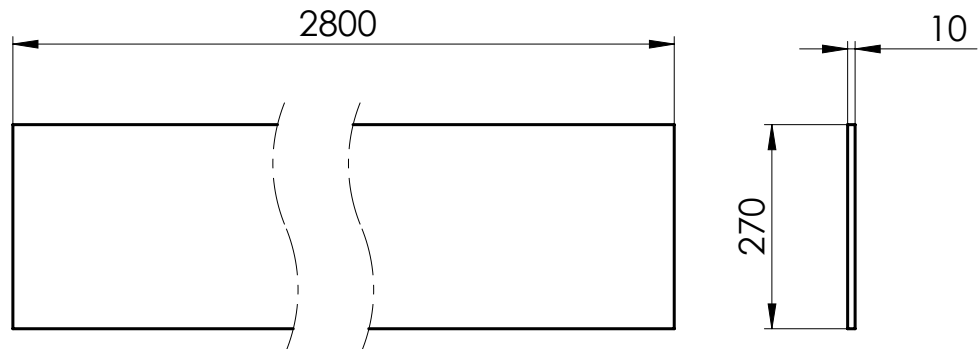


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:20

	1:5	BARRA L BAIXO	SALR.03.01					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

## **A.19 Desenho Técnico da Barra "L" Cima**

PROJ.	2024-05-25
DES.	2024-08-22



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:20

	1:10	BARRA L CIMA	SALR.03.02					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

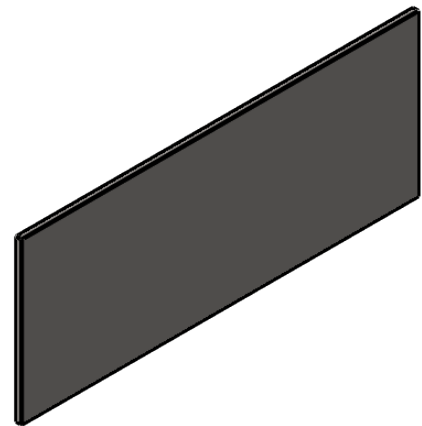
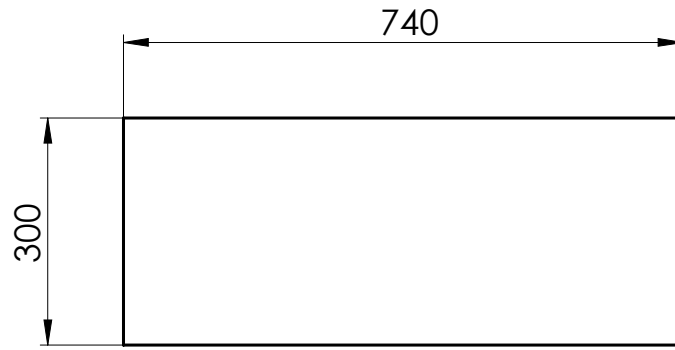
## **A.20 Desenho Técnico da Barra Lisa**

PROJ.	2024-08-26
DES.	2024-09-06



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA

	1:10	BARRA LISA	SALR.03.03					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

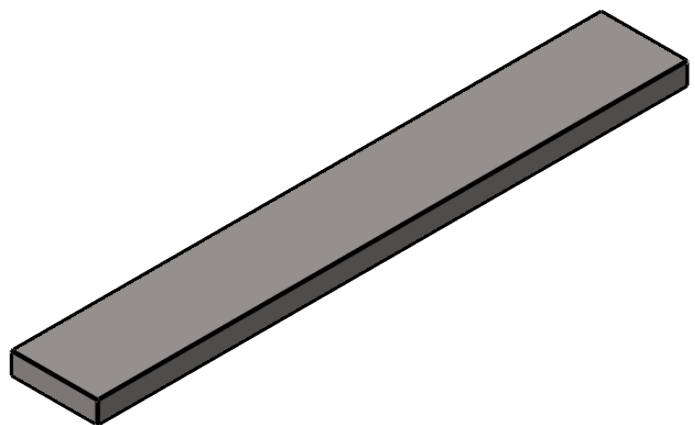
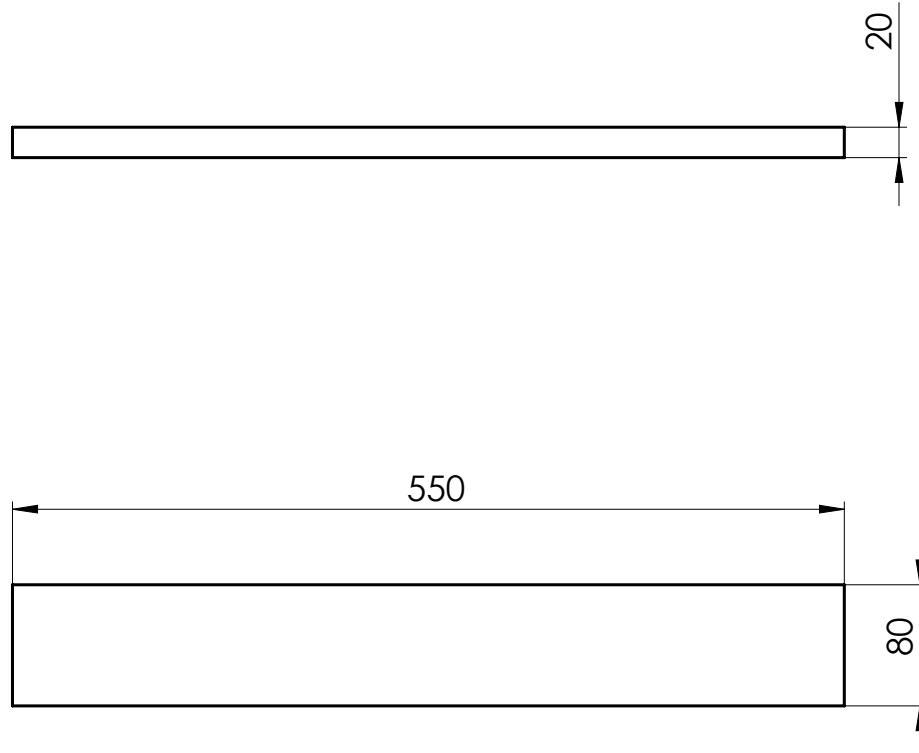
## **A.21 Desenho Técnico da Barra Apoio**

PROJ.		2024-08-26
DES.		2024-09-06



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA

	1:5	BARRA APOIO	SALR.03.04					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

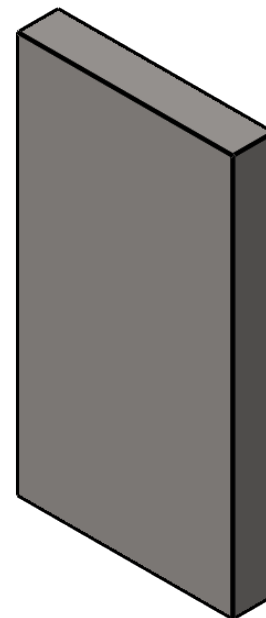
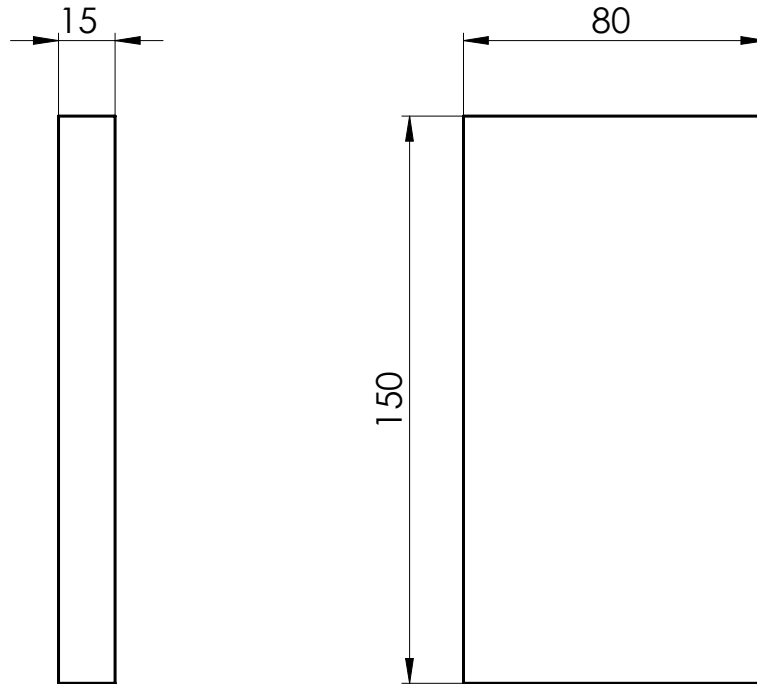
## **A.22 Desenho Técnico da Barra Lateral**

PROJ.	2024-08-26
DES.	2024-09-06



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA

	1:2		SALR.03.05
	TOLERÁN.		
	NP-265-	BARRA LATERAL	
	Médio		

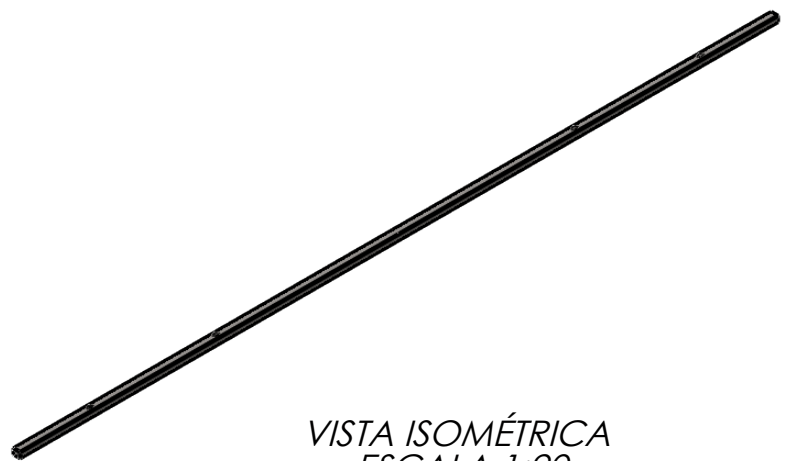
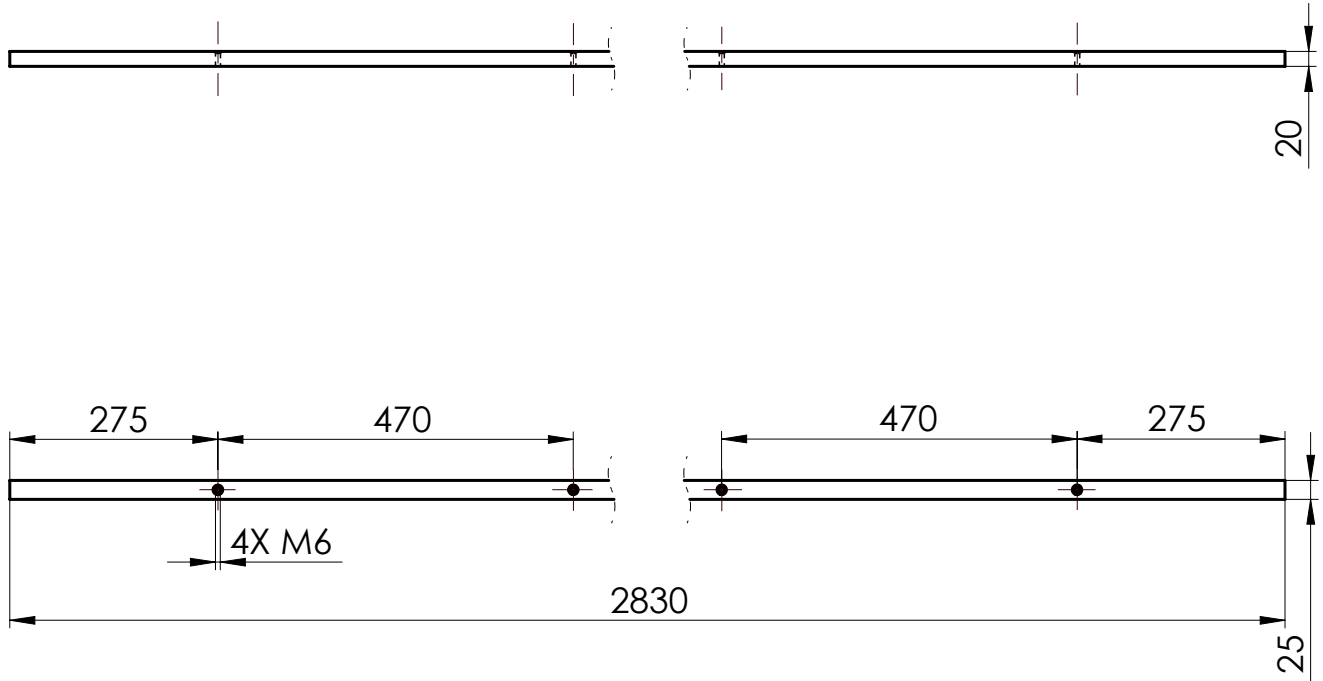
## **A.23 Desenho Técnico da Base Longa**

PROJ.	2024-08-26
DES.	2024-09-06



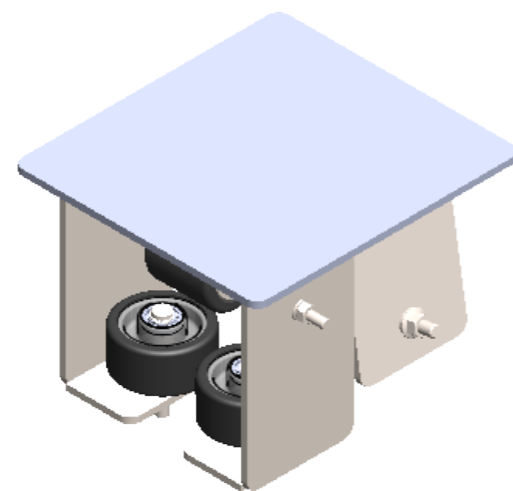
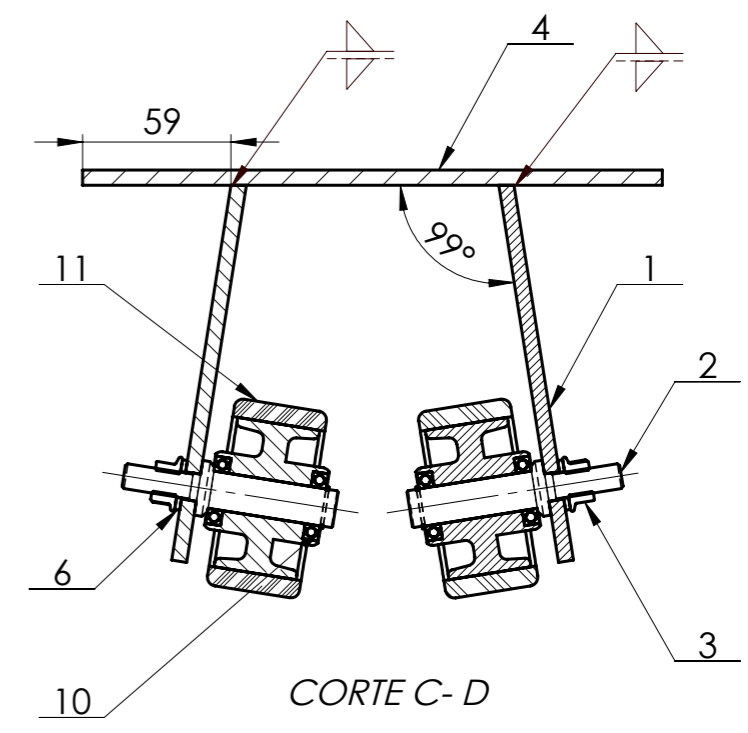
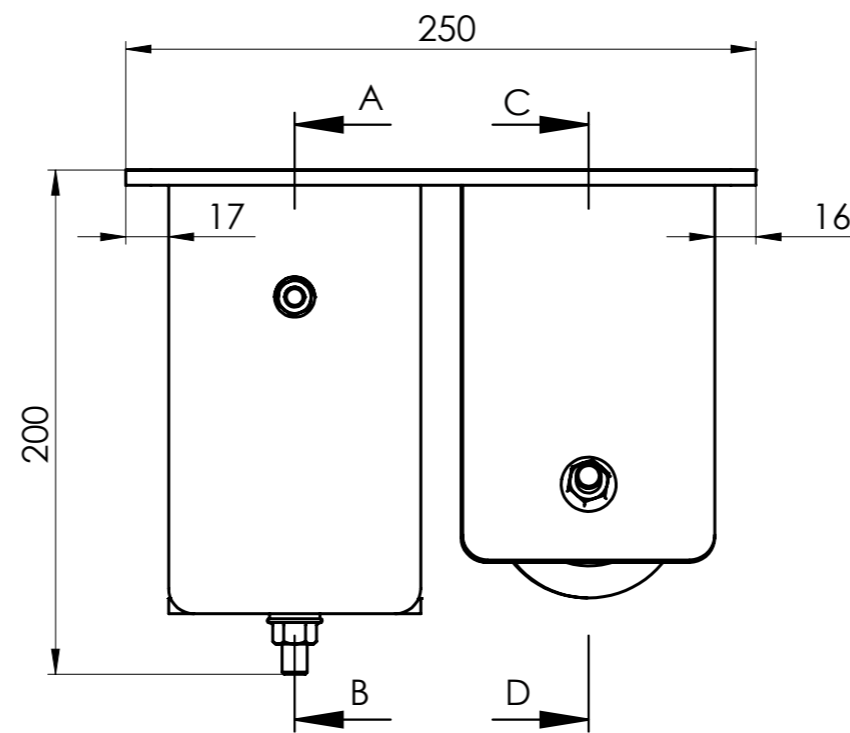
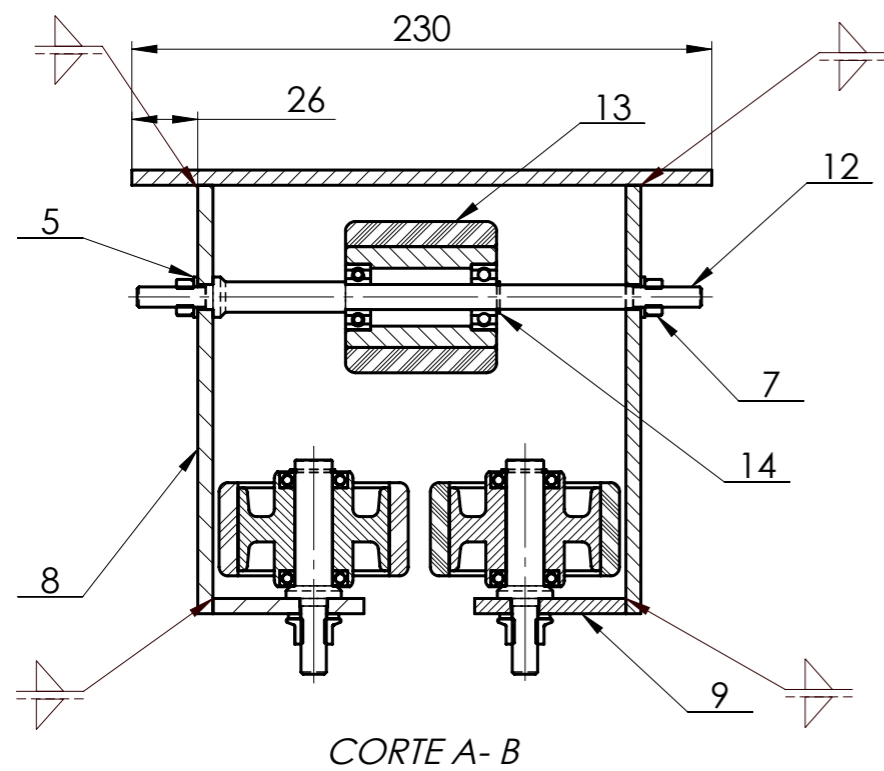
FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



	1:10	BASE LONGA	SALR.03.06
	TOLERAN. NP-265- Médio		

## **A.24 Desenho Técnico de Subconjunto do Suporte Viga**



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1 : 5

1	Freio Rolo			14			
1	Rolo		Poliuretano e Poliamida	13			
1	Eixo Rolo	SALR.04.05	AISI 316	12		0,14 kg	
4	Roda		Poliuretano e Poliamida	11			
4	Freio Roda			10			
2	Chapa Horizontal	SALR.04.04	AISI 316	9		0,27 kg	
2	Chapa Vertical	SALR.04.02	AISI 316	8		0,81 kg	
2	ISO - 4032 - M8 - W - N		AISI 316	7			
4	Washer ISO 7089 - 10		AISI 316	6			
2	Washer ISO 7089 - 8		AISI 316	5			
1	Chapa Teto	SALR.04.01	AISI 316	4		0,34 kg	
4	ISO - 4161 - M10 - N		AISI 316	3			
4	Eixo Roda	SALR.04.06	AISI 316	2		0,1 kg	
2	Chapa Diagonal		AISI 316	1		0,72 kg	
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº DA NORMA Nº DO DESENHO	MATERIAL	Nº REF.	PRODUTO SEMI ACABADO Nº DO MOLDE Nº DA MATRIZ	PESO	OBSERVAÇÕES

PROJ.	2024-07-14
DES.	2024-09-11



CARLOTA GOUVEIA  
Nº 58162 MIEMc

ESCALA  
1:3

TOLERÂNCIA  
NP-265  
.Médio

SUPORTE VIGA

SALR.04

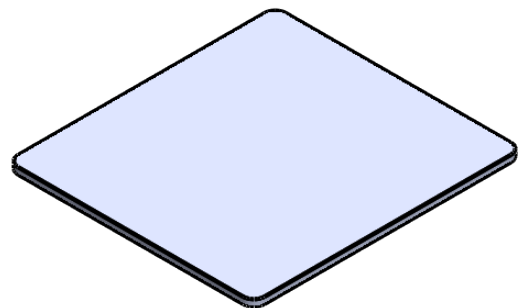
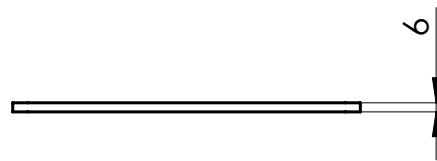
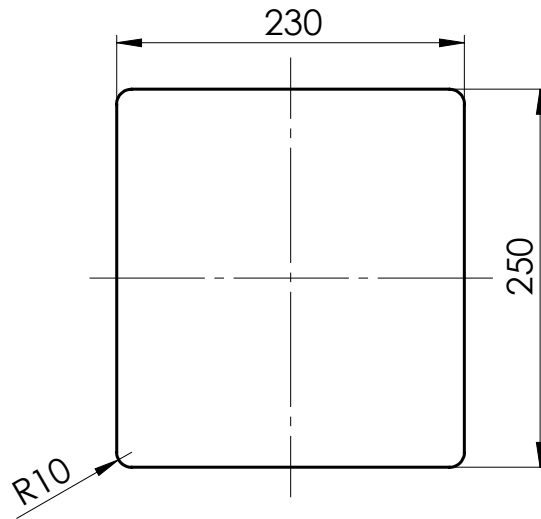
## **A.25 Desenho Técnico da Chapa Teto**

PROJ.	2024-06-10
DES.	2024-08-25



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc

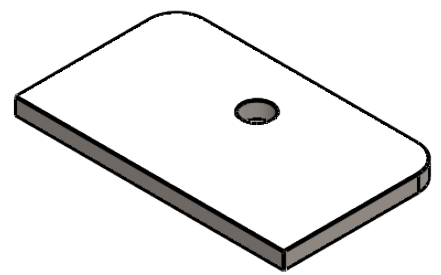
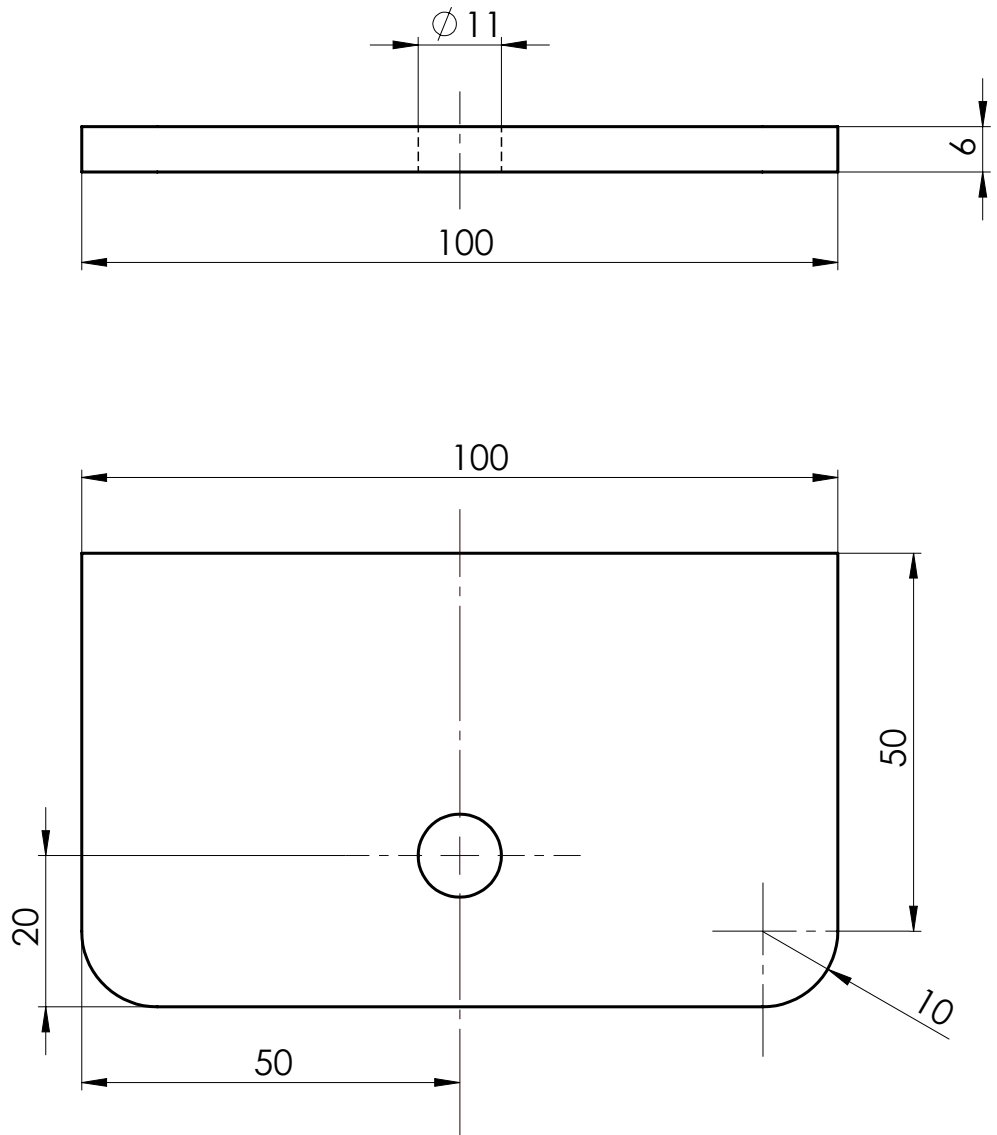


VISTA ISOMÉTRICA

	1:5	CHAPA TETO	SALR.04.01					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

## **A.26 Desenho Técnico da Chapa Horizontal**

PROJ.		2024-06-10
DES.		2024-09-06

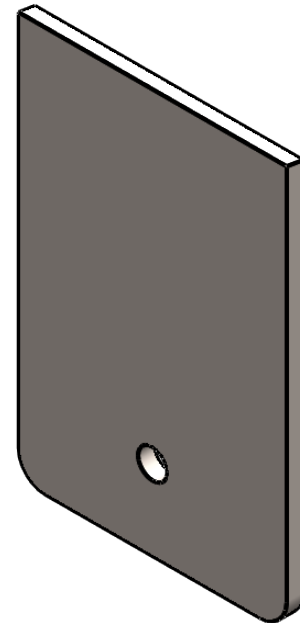
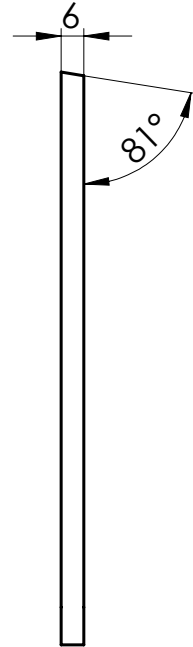
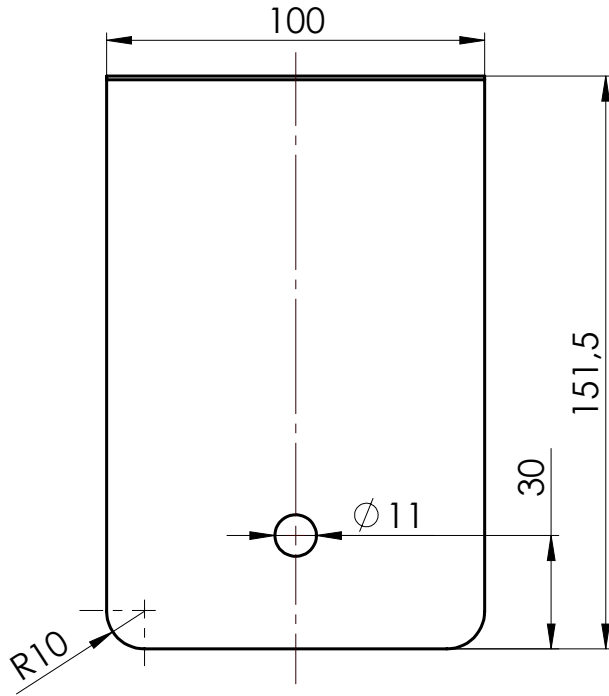


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

	1:1	CHAPA HORIZONTAL	SALR.04.02
	TOLERÁN. NP-265- Médio		

## **A.27 Desenho Técnico da Chapa Diagonal**

PROJ.	2024-06-10
DES.	2024-08-22



VISTA ISOMÉTRICA

	1:2	CHAPA DIAGONAL	SALR.04.03					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

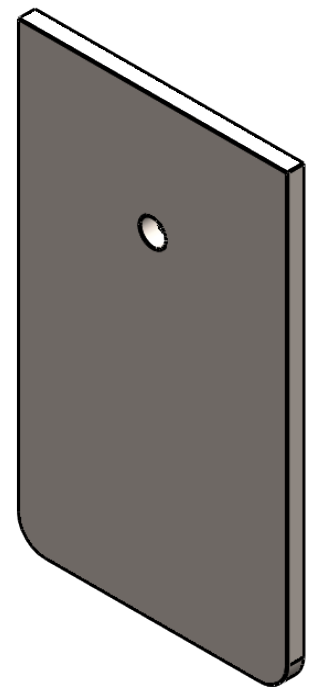
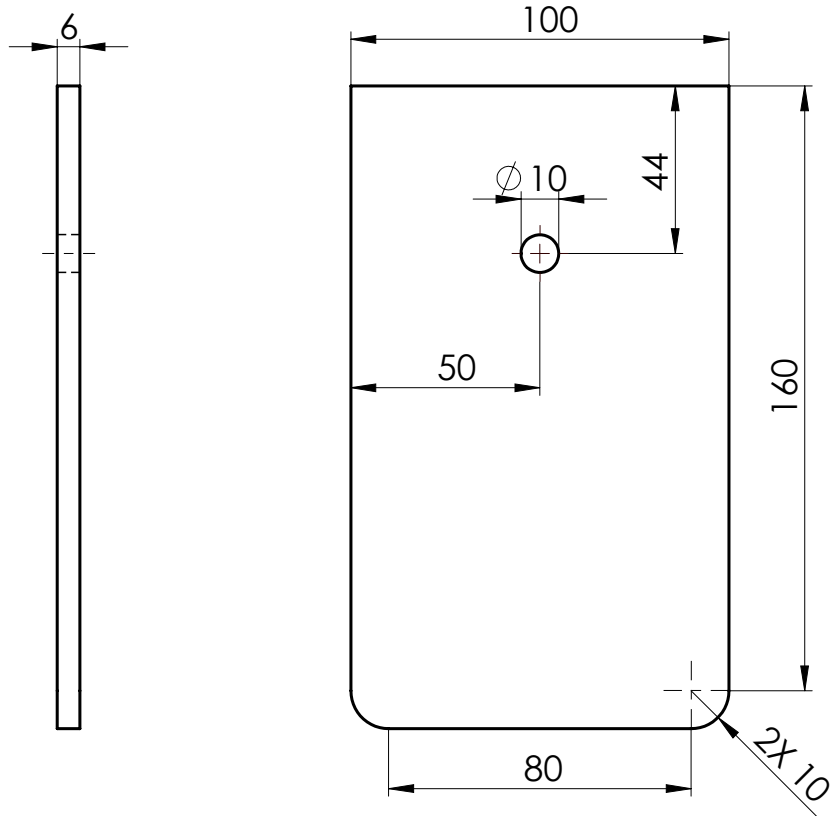
## **A.28 Desenho Técnico da Chapa Vertical**

PROJ.	2024-06-10
DES.	2024-09-06



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

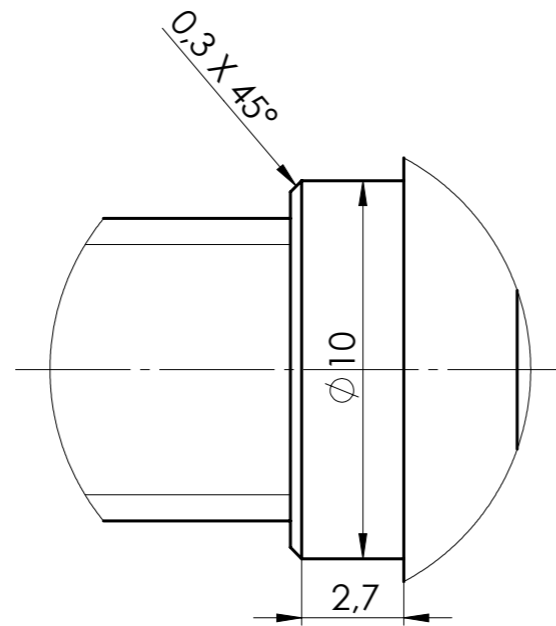
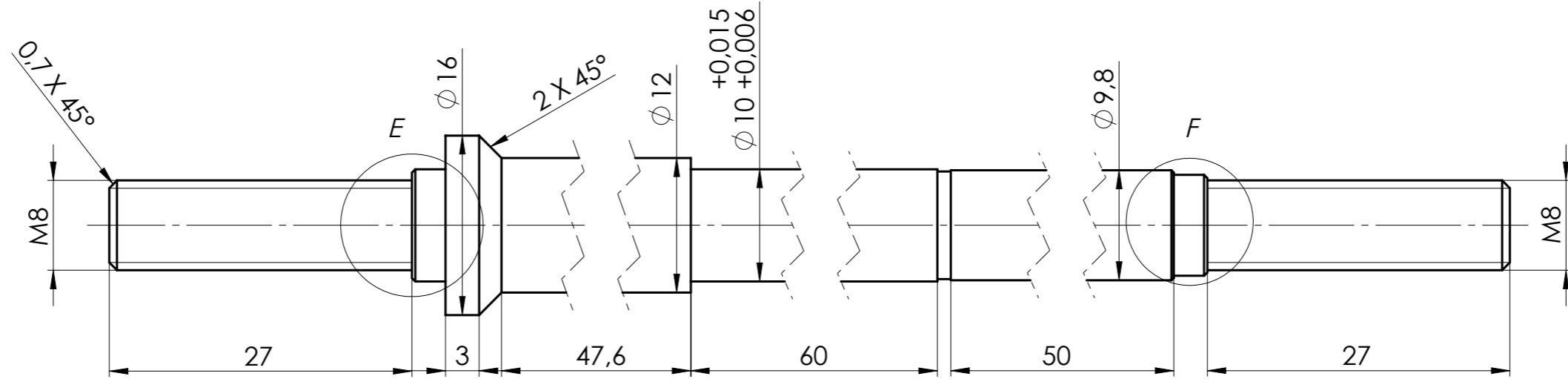
Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



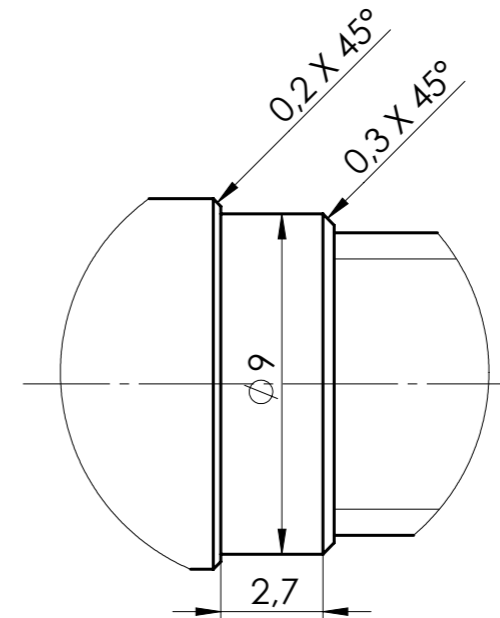
VISTA ISOMÉTRICA

	1:2	CHAPA VERTICAL	SALR.04.04					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

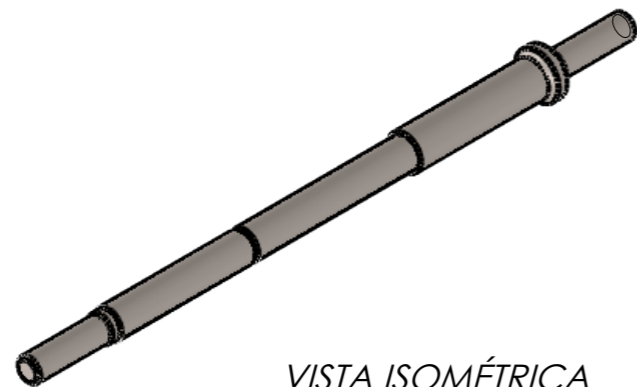
## **A.29 Desenho Técnico do Eixo do Rolo**




PORMENOR E  
ESCALA 5:1



PORMENOR F  
ESCALA 5:1

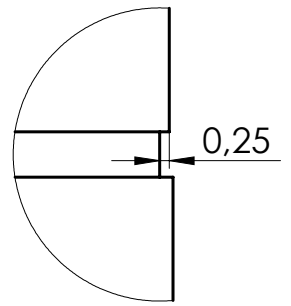
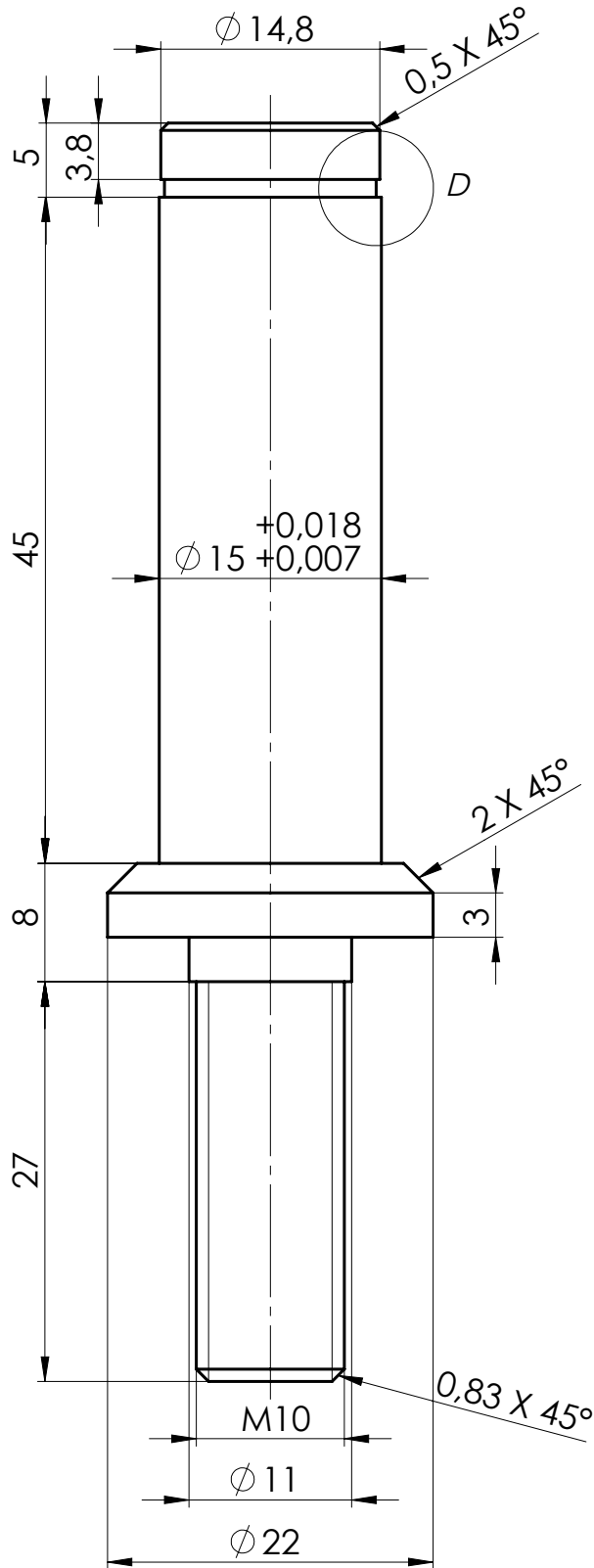


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

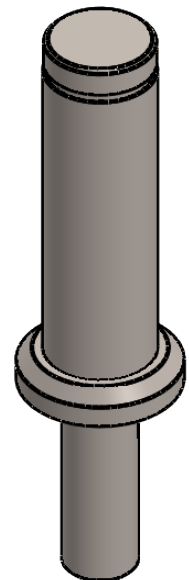
PROJ.		2024-06-16	 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA DEMI 2023-2024	CARLOTA GOUVEIA Nº 58162 MIEMc										
DES.		2024-09-11												
ESCALA		2:1	<b>EIXO ROLO</b>											
TOLERÁN.		NP-265												
		-Médio												
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														

## **A.30 Desenho Técnico do Eixo da Roda**

PROJ.	2024-06-13
DES.	2024-09-11



PORMENOR D  
 ESCALA 5 : 1

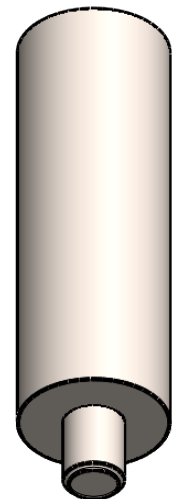
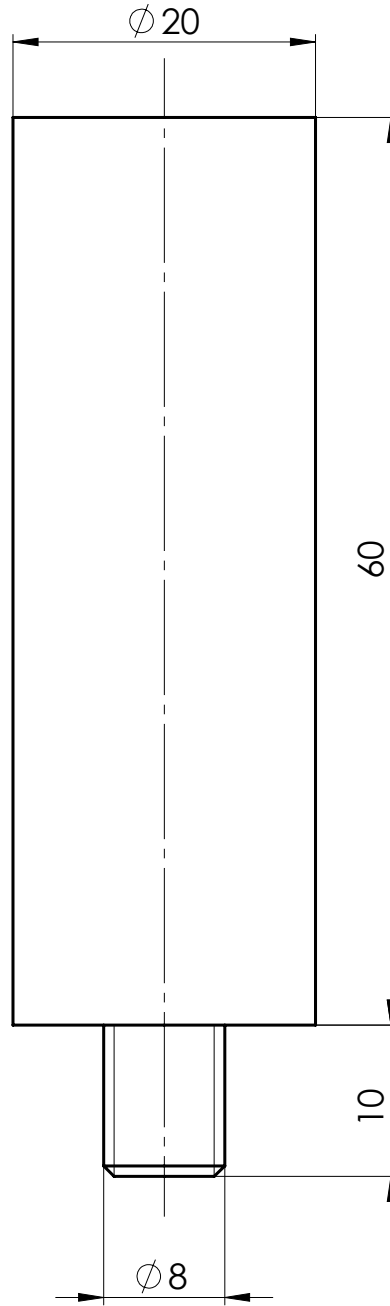


VISTA ISOMÉTRICA  
 ESCALA 1:1

TOLERÁN. NP-265- Médio	2:1	<b>EIXO RODA LATERAL</b>	SALR.04.06

## **A.31 Desenho Técnico do Núcleo Batente**

PROJ.	2024-06-15
DES.	2024-09-06

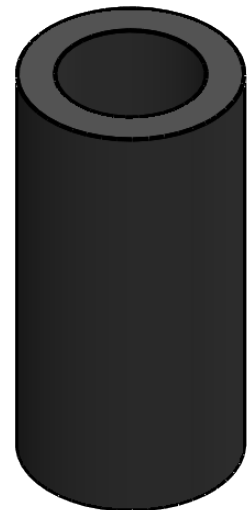
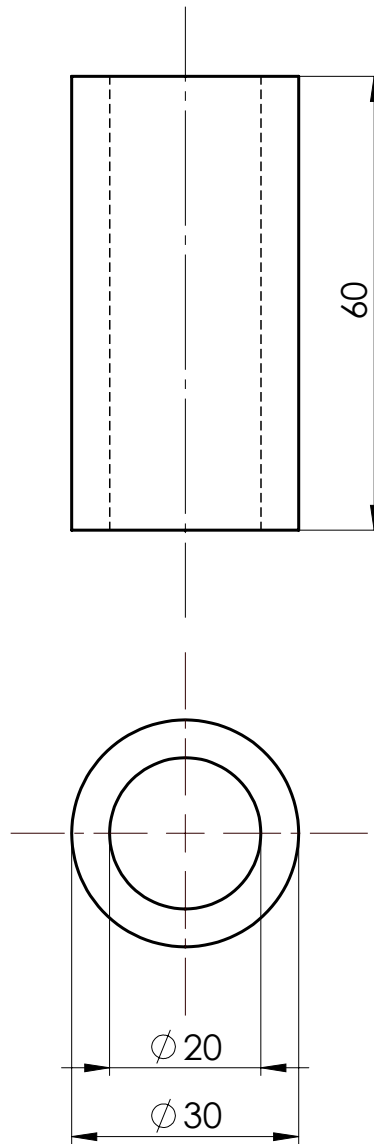


VISTA ISOMÉTRICA  
 ESCALA 1:1

	2:1	NÚCLEO BATENTE	SALR.01.05				
	TOLERÁN. NP-265- Médio						

## **A.32 Desenho Técnico do Rasto Batente**

PROJ.	2024-06-15
DES.	2024-09-06



VISTA ISOMÉTRICA

	1:1	<b>RASTO BATENTE</b>	<b>SALR.01.06</b>					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

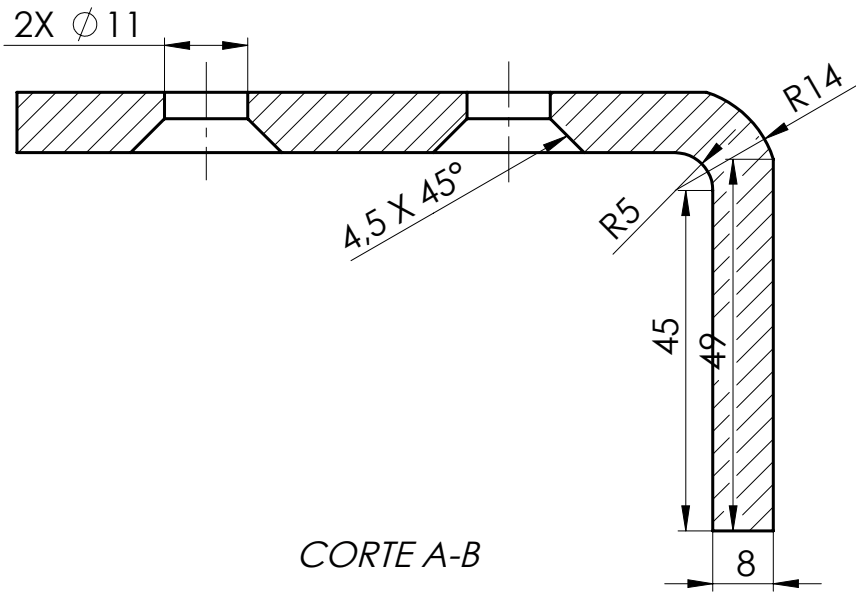
## **A.33 Desenho Técnico da Chapa de Travamento**

PROJ.	2024-06-15
DES.	2024-09-06

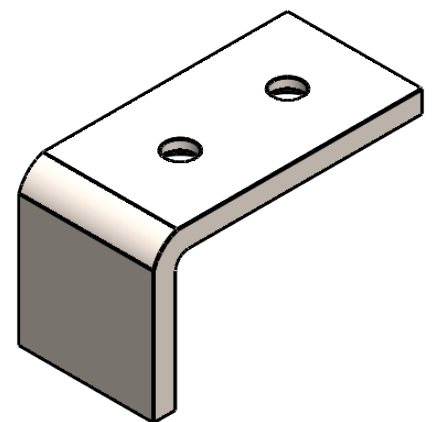
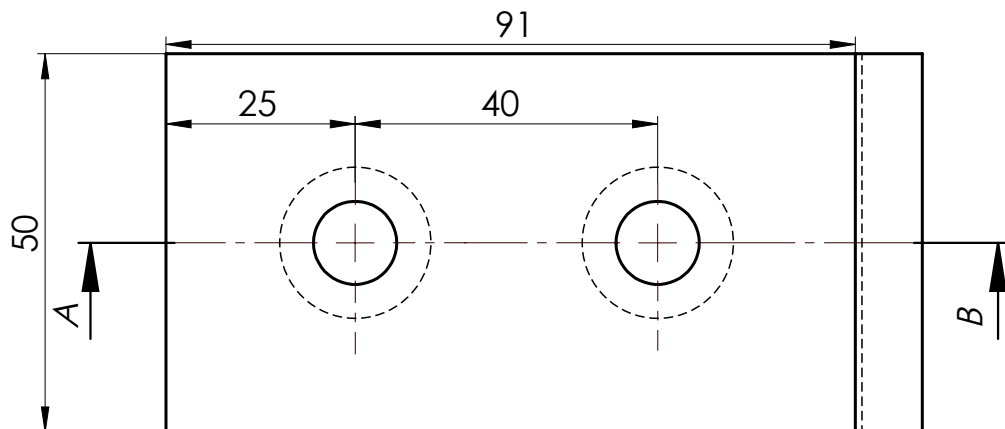


FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



CORTE A-B



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:2

	1:1	CHAPA BATENTE	SALR.01.07
	TOLERÁN. NP-265- Médio		

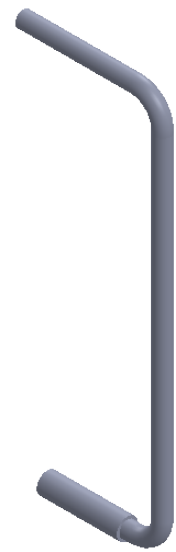
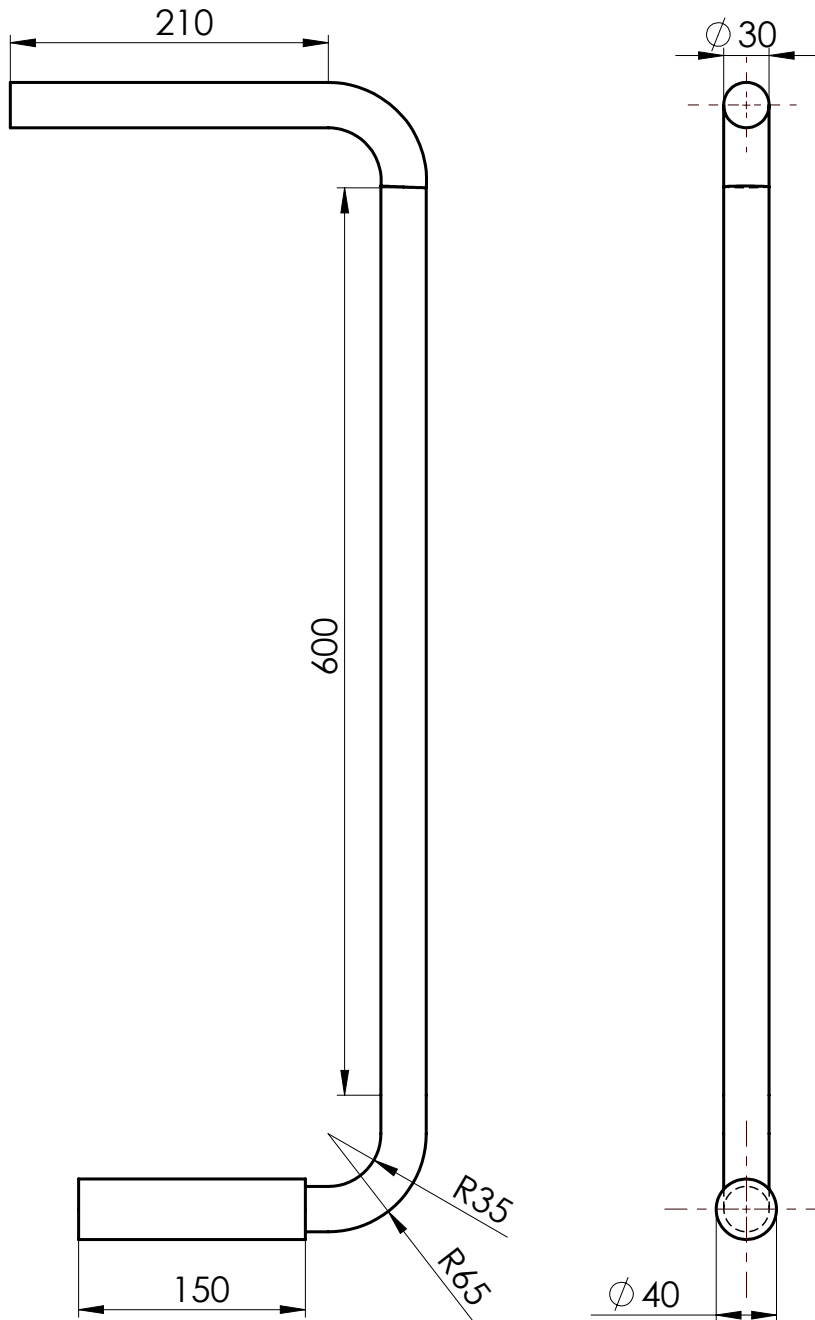
## **A.34 Desenho Técnico da Pega**

PROJ.		2024-09-26
DES.		2024-09-26



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1:10

	1:5	PEGA	SALR.01.08				
	TOLERÁN.						
	NP-265- Médio						

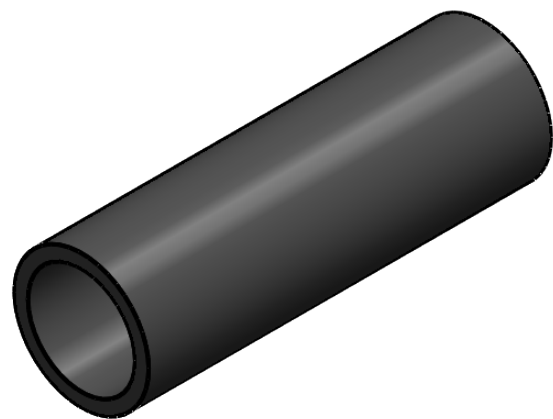
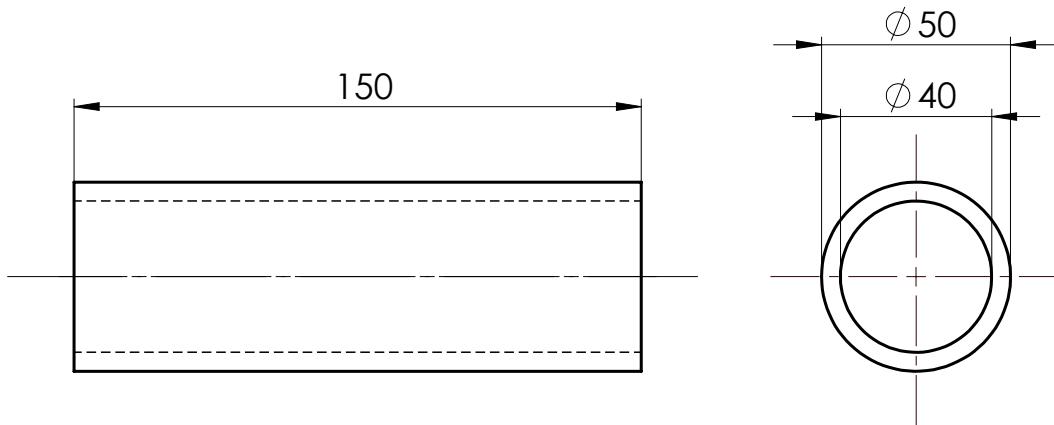
## **A.35 Desenho Técnico da Borracha Pega**

PROJ.	2024-06-15
DES.	2024-09-06



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
2023-2024

Carlota Gouveia  
nº 58162 MIEMc



VISTA ISOMÉTRICA

	1:2	PNEU PEGA	SALR.01.09					
	TOLERÁN. NP-265- Médio							

## I.1 Anexo - Ficha Técnica da corda biforcada




Ficha Técnica

Absorvedor C/ Corda Biforcada

**Ref<sup>o</sup>:** 30343.100

**Mod:** ABE 363 - 100102200014

**Revisão** 00



Especificações Técnicas	Normas e Simbologia
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorvedor de energia em forma de Y bifurcado com corda semi-estática.</li> <li>- Concebido para resistir às quedas.</li> <li>- Reduz o impacto da queda para menos de 6 kN.</li> <li>- Extremidades da corda cosidas e cobertas com material de polietileno, dedais resistentes à abrasão.</li> <li>- Ganchos com abertura de 50 mm.</li> </ul> <p>Para além dos modelos bifurcados de acordo com a norma VG11.063:2014, teste de resistência adicional para absorvedores de energia com 2 cordas bifurcadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso: 1,12 Kg;</li> <li>- Comprimento: 100cm (também disponível com 140 e 180 cm);</li> <li>- Diâmetro: 11mm;</li> <li>- Resistência estática: 25 kN</li> <li>- Vida útil (anos): 10 de uso + 2 de armazenamento</li> </ul> <p>- Componente/Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corda: Poliamida;</li> <li>- Absorvedor: Poliéster;</li> <li>- Conectores: Aço.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EN 355</li> <li>- EN 362</li> </ul> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; margin-top: 10px;">CE</div>
Campo de Aplicação	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para uso profissional geral em caso de risco de queda de altura.</li> </ul>	
Acessórios e Equipamentos Complementares	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requer outros elementos de protecção contra as quedas para a sua utilização (arnês, fixações, conectores, cordas, amortecedores...).</li> </ul>	

## I.2 Anexo - Ficha Técnica do tubo redondo

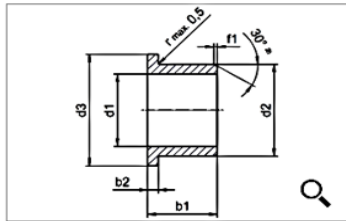
### PRODUCT DESCRIPTION

**316 Marine Stainless Steel Pipe** is widely used for marine applications. In Marine environment, marine Tube Material must be made clear as to whether the ss is submerged in seawater or is simply near enough to the seashore such that it can be attacked by the chloride present in seawater by splashing or carried by onshore breeze. 316L Stainless Steel Tube is typically considered the minimum grade for use in such a marine environment near the seashore.

Product name:	316 Marine Stainless Steel Pipe
Production technology:	Cold rolling or hot rolling
Steel Grade:	200Series;300Series;400Series
Standard:	AiSi, ASTM, BS, DIN, GB, JIS , etc.
Length:	1000-12000MM,Customizable
Wall Thickness:	1mm-150mm,customizable
Outer Diameter:	0.5mm-2500mm,customizable
Brand name:	JIUKUANG
Tolerance:	±1%
Sample:	Provided Within 3 Days
Application:	Industry,Construction, Ship Components
Processing Service:	Bending, Welding, Decoiling, Punching, Cutting
Surface:	BA/2B/#1/#3/#4/8K/HL/2D/1D/etc. Customizable
Shape:	Round; Square; Rectangular; Heterosexual ;Customizable

## I.3 Anexo - Ficha Técnica dos casquilhos

### iglidur® A180, casquilhos autolubrificados com flange, mm



1 de 2



- O produto universal em conformidade com a FDA
- O material iglidur® A180 está em conformidade com as normas da "Food and drug administration" (FDA) para contacto contínuo com alimentos
- Boa resistência a fluidos
- Para ambientes húmidos
- CO2 equivalent: per piece available

Artigo n.º.

A180FM-0608-06

Ø d1 [mm]

6,0

Diâmetro exterior d2 [mm]

8,0

Diâmetro da flange d3 [mm]

12,0

Comprimento do casquilho b1 [mm]

6,00

Espessura da flange b2 [mm]

1,00

Tolerância d1 do casquilho

+0,020 +0,068 mm, E10

**i** A tolerância d1 indicada ocorre automaticamente após a montagem à pressão

## I.4 Anexo - Ficha Técnica do tubo de secção quadrangular

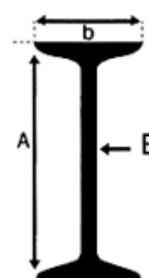
DIMENSÕES								
TOLERÂNCIA DE FABRICAÇÃO EN ISO 1127								
D2	± 1% do diâmetro exterior com o mínimo de ± 0.5 mm							
T3	± 10% da espessura com o mínimo de ± 0.2 mm							
Secção (mm)	Espessura (mm)							
	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5
10×10	0,294							
20×20	0,613	0,729	0,901	1,175				
22×22			0,995					
25×25	0,772	0,921	1,14	1,494	1,837	2,167		
30×30	0,932	1,112	1,379	1,814	2,236	2,645		
35×35	1,091	1,303	1,618	2,132	2,635	3,124		

## I.5 Anexo - Dimensões da viga Perfil IPN



## TABELA TÉCNICA

## PERFIL IPN



Tipo de aço: S 275 JR+AR.

Alma (A) (mm)	Banzo (b) (mm)	Espessura (E) (mm)	Massa Específica (kg/m)
80	42	3,9	5,950
100	50	4,5	8,320
120	58	5,1	11,200
140	66	5,7	14,400
160	74	6,3	17,900
180	82	6,9	21,900
200	90	7,5	26,300
220	98	8,1	31,100
240	106	8,7	36,200
260	113	9,4	41,900
280	119	10,1	48,000
300	125	10,8	54,200

## I.6 Anexo - Dimensões das rodas laterais



### Série POTH

Rodas com rasto em poliuretano termoplástico com centro da roda em nylon reforçado

📦 200–1 000 kg

Dureza do rasto e pneu

94 Shore A

Conservação do solo / funcionamento suave

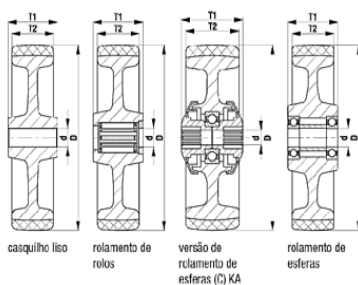
bom

Resistência ao rolamento

muito bom

Resistência à rutura

muito bom



Rodas	Ø roda (D) [mm]	Largura da roda (T2) [mm]	Capacidade de carga [kg]	Tipo de rolamento	Ø furo (d) [mm]	Comprimento do cubo (T1) [mm]
POTH 75/15G	75	37	200	furo liso	15	45
POTH 75/15R	75	37	200	rolos	15	45
POTH 100/12G	100	35	300	furo liso	12	45
POTH 100/15G	100	35	300	furo liso	15	45
POTH 100/12R	100	35	300	rolos	12	45
POTH 100/15R	100	35	300	rolos	15	45

5

## I.7 Anexo - Dimensões dos rolos



Série HTH, dimensões 60x35–82x65 mm

Rolo para porta-paletes com rasto em poliuretano Blickle Extrathane®, com centro da roda em metal

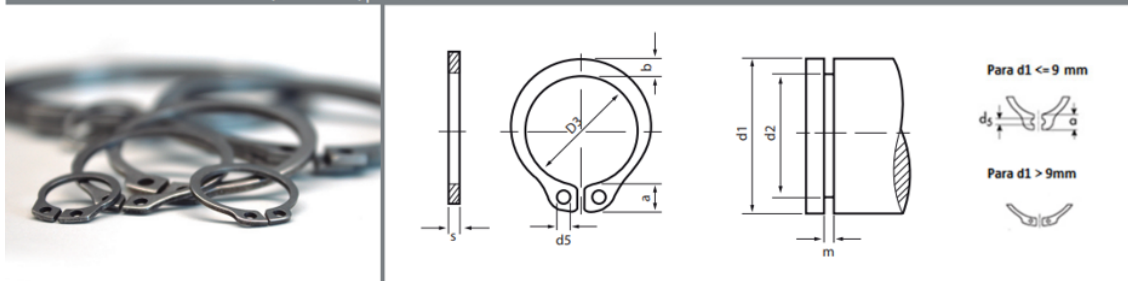
📦 220–850 kg



Rolos porta-paletes com rolamento esferas	Ø roda (D) [mm]	Largura da roda (T2) [mm]	Ø furo (d) [mm]	Aperto (T5) [mm]	Rolamento de esferas	Rolos porta-paletes sem rolamento esferas	Ø caixa do rolamento (S) [mm]	Profundidade caixa do rolamento (t) [mm]	Capacidade de carga [kg]
HTH 60x35/15-35K	60	35	15	35	6002 ZZ	RK-HTH 060x035/32x09-35-Z	32	9	220
HTH 60x60/10-56K	60	60	10	56	6200 2RS	RK-HTH 060x060/30x11-60-Z	30	11	400
HTH 75x40/20-40K	75	40	20	40	6204 ZZ	RK-HTH 075x040/47x14-40-Z	47	14	340
HTH 75x62/20-62K	75	62	20	62	6204 ZZ	RK-HTH 075x062/47x14-62-Z	47	14	510
HTH 75x75/20-75K	75	75	20	75	6204 ZZ	RK-HTH 075x075/47x14-75-Z	47	14	630
HTH 75x95/20-95K	75	95	20	95	6204 ZZ	RK-HTH 075x095/47x14-95-Z	47	14	800
HTH 80x30/12-27K	80	30	12	27	6201 ZZ	RK-HTH 080x030/32x12-30-Z	32	12	260

## I.8 Anexo - Ficha Técnica dos freios

Freio Exterior em Inox (DIN471) | Tabelas



Código	Descrição (D1 x s)	D1	D3	a max	b≈	d5 min	d2	m
FRI.471.003	FREIO EXTERIOR (471) INOX 003 x 0.40	3	2,70	1,90	0,80	1,00	2,80	0,50
FRI.471.004	FREIO EXTERIOR (471) INOX 004 x 0.40	4	3,70	2,20	0,90	1,00	3,80	0,50
FRI.471.005	FREIO EXTERIOR (471) INOX 005 x 0.60	5	4,70	2,50	1,10	1,00	4,80	0,70
FRI.471.006	FREIO EXTERIOR (471) INOX 006 x 0.70	6	5,60	2,70	1,30	1,20	5,70	0,80
FRI.471.007	FREIO EXTERIOR (471) INOX 007 x 0.80	7	6,50	3,10	1,40	1,20	6,70	0,90
FRI.471.008	FREIO EXTERIOR (471) INOX 008 x 0.80	8	7,40	3,20	1,50	1,20	7,60	0,90
FRI.471.009	FREIO EXTERIOR (471) INOX 009 x 1.00	9	8,40	3,30	1,70	1,20	8,60	1,10
FRI.471.010	FREIO EXTERIOR (471) INOX 010 x 1.00	10	9,30	3,30	1,80	1,50	9,60	1,10
FRI.471.011	FREIO EXTERIOR (471) INOX 011 x 1.00	11	10,20	2,20	1,80	1,50	10,50	1,10
FRI.471.012	FREIO EXTERIOR (471) INOX 012 x 1.00	12	11,00	3,30	1,80	1,70	11,50	1,10
FRI.471.013	FREIO EXTERIOR (471) INOX 013 x 1.00	13	11,90	3,40	2,00	1,70	12,40	1,10
FRI.471.014	FREIO EXTERIOR (471) INOX 014 x 1.00	14	12,90	3,50	2,10	1,70	13,40	1,10
FRI.471.015	FREIO EXTERIOR (471) INOX 015 x 1.00	15	13,80	3,60	2,20	1,70	14,30	1,10
FRI.471.016	FREIO EXTERIOR (471) INOX 016 x 1.00	16	14,70	3,70	2,20	1,70	15,20	1,10
FRI.471.017	FREIO EXTERIOR (471) INOX 017 x 1.00	17	15,70	3,80	2,30	1,70	16,20	1,10
FRI.471.018	FREIO EXTERIOR (471) INOX 018 x 1.20	18	16,50	3,90	2,40	2,00	17,00	1,30

## I.9 Anexo - Ficha Técnica dos olhais

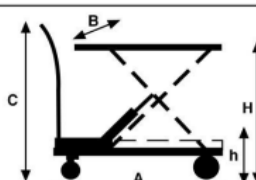


### Especificações do produto

Marca	Wovar
Número do artigo	WV006407
Código EAN	8720574791501
Cor	Aço inoxidável
Característica 1	Aço Inoxidável
Característica 2	Polido
Característica 3	Com 2 orifícios para parafuso
Material	Aço inoxidável

I.10 Anexo - Ficha Técnica da mesa hidráulica

## MESA HIDRÁULICA AY - 1000 MH 2035 mm.

<b>Capacidad máx:</b>	1000 kg.														
<b>Impulsos para Máx. altura</b>	55														
<b>Elevación máx.</b>	1400 mm.														
<b>Dimensiones mesa:</b>	2035 x 750 mm.														
<b>Diámetro rueda:</b>	Ø 180 mm.														
<b>Peso:</b>	198 kg.														
<b>Normativas:</b>	CE / GS / TÜV														
<b>Referencia:</b>	583940														
	<table border="1" style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Kg.</th> <th style="text-align: left;">mm.</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>H</th> <th>h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1000</td> <td></td> <td>2035</td> <td>750</td> <td>1000</td> <td>1400</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	Kg.	mm.	A	B	C	H	h	1000		2035	750	1000	1400	300
Kg.	mm.	A	B	C	H	h									
1000		2035	750	1000	1400	300									

## I.11 Anexo - Tolerâncias Fundamentais

731

Cota nominal (mm)		Qualidades e tolerâncias fundamentais																	
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
de	até	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	1	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	—	—	—	—	—
1	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	0,5	0,8	1,2	2,0	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18	30	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30	50	0,6	1,0	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50	80	0,8	1,2	2,0	3,0	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80	120	1,0	1,5	2,5	4,0	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120	180	1,2	2,0	3,5	5,0	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180	250	2,0	3,0	4,5	7,0	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250	315	2,5	4,0	6,0	8,0	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315	400	3,0	5,0	7,0	9,0	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400	500	4,0	6,0	8,0	10,0	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

! Esta Tabela, tal como as Tabelas 14.2 e 14.3, foi reproduzida da NP-189 (1962).



I.13 Anexo - Desvios de referência dos veios

TABELA 14.3

DESVIOS DE REFERÊNCIA DOS VEIOS\*

Valores em micra

Diâmetro mm	Posição, qualidade e desvio de referência																										
	todas as qualidades						todas as qualidades																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	x	y	z	aa	ab
da	db	dc	dd	de	df	dg	dh	di	dj	dk	dl	dm	dn	do	dp	dq	dr	ds	dt	du	dv	dx	dy	dz	daa	bab	cac
0 1	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+20	+20	+20	+26	+32	+40	+60
1 3	-270	-110	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+20	+26	+32	+40	+60
3 6	-270	-110	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-6	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	+23	+28	+35	+42	+50	+80
6 10	-280	-130	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-8	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	+28	+34	+42	+52	+67	+97
10 14	-290	-150	-95	-60	-40	-24	-16	-11	-6	-3	-6	-8	-11	-14	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	+33	+40	+50	+64	+90	+130
14 18	-300	-160	-110	-65	-40	-20	-10	-7	0	-4	-8	-11	-14	-18	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	+43	+51	+63	+73	+98	+148
18 24	-300	-170	-120	-80	-50	-25	-10	-9	0	-5	-10	-13	-16	-20	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+52	+61	+74	+88	+118	+160
24 30	-300	-180	-130	-90	-60	-30	-10	-10	0	-7	-12	-15	-18	-22	+2	0	+11	+20	+32	+41	+51	+61	+71	+86	+102	+136	+180
30 40	-300	-190	-140	-100	-70	-40	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
40 50	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
50 65	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
65 80	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
80 100	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
100 120	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
120 140	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
140 160	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
160 180	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
180 200	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
200 225	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
225 250	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
250 280	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
280 315	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
315 355	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
355 400	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
400 450	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200
450 500	-300	-200	-150	-110	-80	-50	-10	-10	0	-9	-15	-19	-23	-28	+2	0	+13	+23	+37	+47	+57	+67	+77	+94	+112	+148	+200

\* Esta tabela foi reproduzida da NP-189 (1962).  
 † O desvio de referência *di* é determinado a partir da expressão  $di = -0,5 IT$ ; o valor assim obtido só é arredondado, e então por defeito à unidade da ordem do último algarismo significativo de *IT*, se *IT* terminar em algarismo ímpar e tiver dois ou três algarismos significativos.  
 Exemplos: 1) desvio *ja*, qualidade 4, diâmetro 35 mm:  $di = -0,5 (IT = 7)$   
 2) desvio *ja*, qualidade 1, diâmetro 125 mm:  $di = -1,7 (IT = 3,5)$



2024 Anteprojeto de sistema de armazenamento, lançamento e recolha de sistemas robóticos subaquáticos Ana Carlota Gouveia

**NOVA**

NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY