


Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	<b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	<b>15/07/2025</b>	<b>03.0</b>	<b>1 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		



# AL-PRO-0000-MW-REP-00006

## Ajudas à navegação

03.0	15/07/2025	Revisão com comentários AdA	PRO	GSI	ACE
02.0	07/05/2025	Revisão com comentários AdA	PRO	GSI	ACE
01.0	17/02/2025	Documento inicial	PRO	GSI	ACE
<b>Rev.</b>	<b>Dados</b>	<b>Descrição</b>	<b>Criado</b>	<b>Revisto</b>	<b>Aprovado</b>



Editado para:

<b>Informação</b>		<b>Compra</b>	
<b>Aprovação</b>	X	<b>Construção</b>	
<b>Pedido de licitação</b>		<b>Conforme construído</b>	

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>2 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## Conteúdo

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização .....	4
1.2. Objetivo deste documento .....	4
<b>2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>7</b>
3.1. Documentos do projeto .....	7
3.2. Normativa e recomendações internacionais.....	7
<b>4. REQUISITOS TÉCNICOS PARA O SISTEMA DE AJUDA À NAVEGAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
4.1. Elementos de sinalização .....	8
4.2. Boia de marcação.....	9
4.3. Cor.....	10
4.4. Tope da boia .....	11
4.5. Alcance nominal das luzes.....	11
4.6. Carácter rítmico das luzes .....	11
<b>5. CÁLCULO DO EQUIPAMENTO DE AMARRAÇÃO DAS BÓIAS .....</b>	<b>12</b>
5.1. Dados de partida .....	12
5.2. Carga horizontal .....	12
5.3. Carga vertical .....	13
5.4. Carga de prova da corrente .....	14
5.5. Reserva de flutuabilidade da boia.....	14
5.6. Raio de oscilação .....	15
5.7. Peso da ancoragem .....	15
<b>6. BALIZAMENTO DURANTE A FASE DE OBRAS .....</b>	<b>17</b>
<b>7. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA AJUDAS FLUTUANTES.....</b>	<b>18</b>
<b>8. MANUTENÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>9. CONCLUSÕES .....</b>	<b>20</b>



Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>3 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## Ilustrações

Ilustração 1. Membros nacionais do IALA (Fonte: IALA)	5
Ilustração 2. Regiões do sistema de balizagem marinho da IALA	6
Ilustração 3. Ubicação marca especial para as tomadas de água.	8
Ilustração 4. Ubicação marca especial para o sistema difusor.	9
Ilustração 5. Esquema e vista dimensionada da boia EBM18 (Fonte: MSM)	10
Ilustração 6. Exemplo de bóias de marcação especial	10
Ilustração 7. Ancoragem intermédia (Fuente: IALA Directric 1066)	12
Ilustração 8. Esboço das dimensões da corrente	14
Ilustração 9. Exemplo de bóias de marcação especial para a fase de obras	17

## Tabelas

Tabela 1. Coordenadas da localização das bóias	8
Tabela 2. Características da boia EBM18.	9
Tabela 3. Dados de base	12
Tabela 4. Resultados das cargas horizontais obtidas.	13
Tabela 5. Resultados do raio de oscilação para as bóias de sinalização	15
Tabela 6. Disponibilidade e categoria de tipo de ajudas.	18

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>4 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

# 1. INTRODUÇÃO

A região do Algarve tem vindo a sofrer, ao longo dos últimos anos, de uma seca prolongada associada a uma situação de escassez hídrica que é já considerada estrutural. Assim, apesar da disponibilidade de água em Portugal ser acima da média europeia, o abastecimento de água em Portugal, nomeadamente na região do Algarve, está sob stress, e espera-se que o problema aumente com as alterações climáticas. Por estes motivos o Plano Regional de Eficiência Hídrica da Região do Algarve, elaborado em 2020 pela APA e pela Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), identificou como medida estrutural possível para reforçar a capacidade de produção de água, a criação de um sistema de dessalinização na região do Algarve, com o objetivo de assegurar uma origem alternativa e fiável para o abastecimento de água potável à região do Algarve.



## 1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização

O Sistema de Dessalinização a implementar na Fase 1 (Ano 0) permitirá a produção de  $500 \text{ L/s} = 1800 \text{ m}^3/\text{h} = 43.200 \text{ m}^3/\text{dia} = 16 \text{ hm}^3/\text{ano}$  de água potável. O sistema ficará preparado para ser ampliado no futuro (Fase 2 – Ano Horizonte), através da instalação dos equipamentos necessários na EE1 e EDAM, para a produção de  $750 \text{ L/s} = 2.700 \text{ m}^3/\text{h} = 64.800 \text{ m}^3/\text{dia} = 24 \text{ hm}^3/\text{ano}$  de água potável. Toda a construção civil, captação, condutas de água bruta e água tratada e restantes infraestruturas serão desde já executadas para a Fase 2.

O dimensionamento da EDAM terá em conta que, na Fase 1, o caudal de produção de água potável poderá variar entre o caudal nominal do Ano 0 e um caudal mínimo de 25% deste valor. Será ainda tido em conta que, após ampliação, a variação de caudal de água tratada será entre 25% do caudal do Ano 0 e o caudal nominal do Ano HP.

## 1.2. Objetivo deste documento

Este relatório contém a justificação e a descrição das ajudas à navegação a instalar para a sinalização marítima das obras marítimas do Sistema de dessalinização do Algarve.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>5 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO



Este projeto foi feito seguindo as recomendações da Associação Internacional de Sinalização Marítima (I.A.L.A.) à qual Portugal pertence como membro nacional.

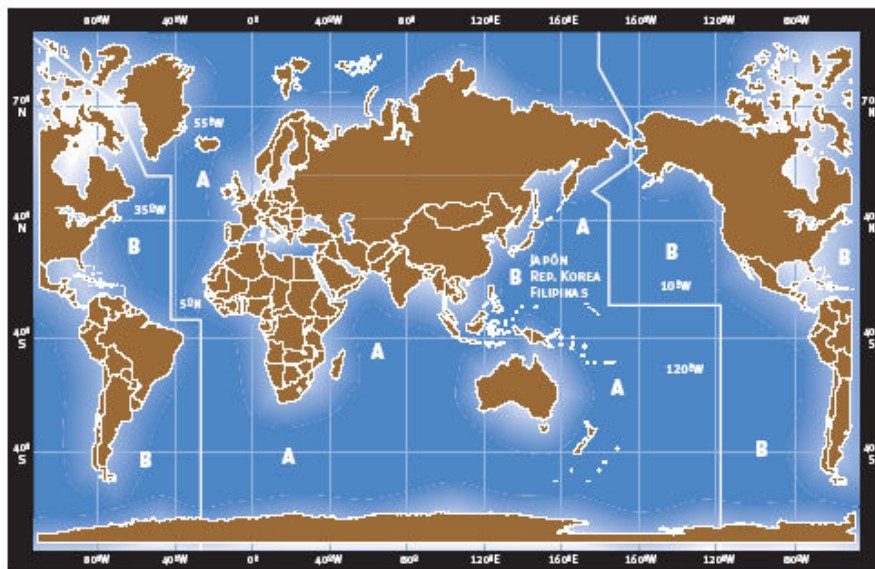


*Ilustração 1. Membros nacionais do IALA (Fonte: IALA)*

No Sistema de Balizagem<sup>1</sup> da IALA existem 6 tipos de marcações que podem ser utilizadas em combinação. Podem ser facilmente distinguidas pelo marinheiro, uma vez que as suas características são reconhecíveis à primeira vista. As marcações laterais são diferentes para as regiões A e B, como mostra a figura abaixo, enquanto os outros cinco tipos de marcações utilizadas no sistema são idênticos em ambas as regiões. Como se pode ver, Portugal pertence à região A. (ver Ilustração 2).





<sup>1</sup> Este sistema estabelece normas aplicáveis a todas as marcações, fixas ou flutuantes (exceto faróis, luzes de sector e linhas de corrente), destinadas principalmente a indicar os limites dos canais de navegação, os perigos naturais e outros obstáculos, tais como naufrágios, novos perigos ou zonas com uma configuração especial.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>6 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		



*Ilustração 2. Regiões do sistema de balizagem marinho da IALA*

Cada país, por sua vez, desenvolve as suas próprias regras de balizagem no âmbito deste quadro regulamentar, com base nas normas de boas práticas e na experiência adquirida. O Regulamento de Balizagem Marítima Nacional - Portaria 177/2016, adota o Sistema de Balizagem Marítima da IALA, respeitante à região A.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	<b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	<b>15/07/2025</b>	<b>03.0</b>	<b>7 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

### 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

#### 3.1. Documentos do projeto





Este documento faz referência aos seguintes documentos do projeto:

- AL-ACE-0000-MW-CRT-00001. Base de conceção
- AL-ACE-0000-MW-REP-00001. Relatório do estudo metoceanográfico
- AL-ACE-0000-MW-DWG-00014. Sistema de captação e rejeição de água do mar - Sistema de balizagem

#### 3.2. Normativa e recomendações internacionais

As bóias e os sinais marítimos devem cumprir os requisitos das autoridades da IALA, sendo os seguintes os principais a ter em conta na conceção e fornecimento do equipamento a instalar:

- IALA/AISM Navguide: IALA Aids to Navigation Manual, Ed 9.0 2023.
- Diretriz IALA 1066: Conceção de amarrações para ajudas à navegação flutuantes.
- IALA Recommendation nº E110 for rhythmic characters of lights on aids to navigation, Dec 2005.
- 1043 Light sources used in visual aids to navigation, Dec 2004.
- Directriz IALA 1064: Integrated Power Systems Lantern.
- Regulamento de Balizagem Marítima Nacional - Portaria 177/2016

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>8 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## 4. REQUISITOS TÉCNICOS PARA O SISTEMA DE AJUDA À NAVEGAÇÃO

A fim de avisar os navios e os barcos de pesca da presença das obras marítimas da nova EDAM do Algarve, estas serão sinalizadas.

### 4.1. Elementos de sinalização

A sinalização das obras marítimas será efetuada através da instalação de uma marcação especial nas proximidades das torres de captação e do tramo difusor. O objetivo de uma marcação especial é alertar os navios da presença de um elemento que pode afetar a navegação e para realçar a necessidade de consultar a carta náutica, onde pode se encontrar qual é o elemento subaquático que pode afetar a sua navegação nas proximidades da marca.

Para o efeito, serão instaladas bóias com marcação diurna e nocturna nas coordenadas indicadas na Tabela 1, na Ilustração 3 e na Ilustração 4.

Estrutura	Coordenada X	Coordenada Y
Tomada	-53,94	-289632,51
Rejeição	-3623,19	-288442,03

Tabela 1. Coordenadas da localização das bóias

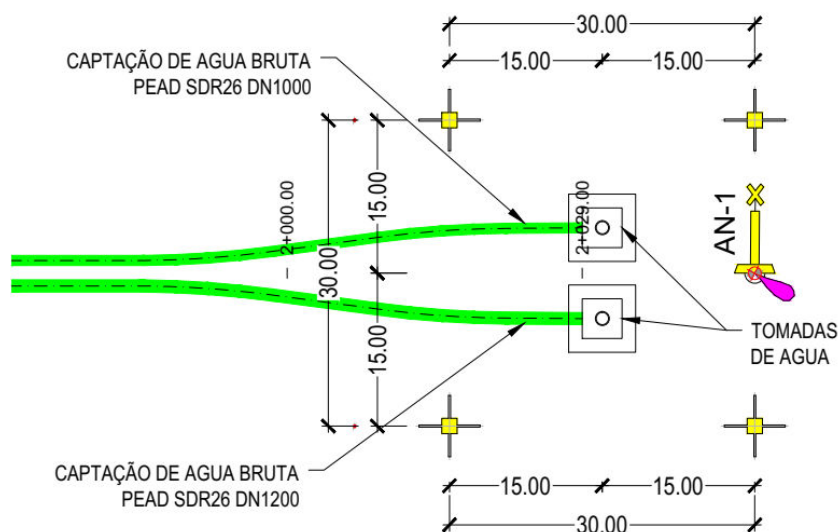





Ilustração 3. Ubicação marca especial para as tomadas de água.



Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto n.º	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>9 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

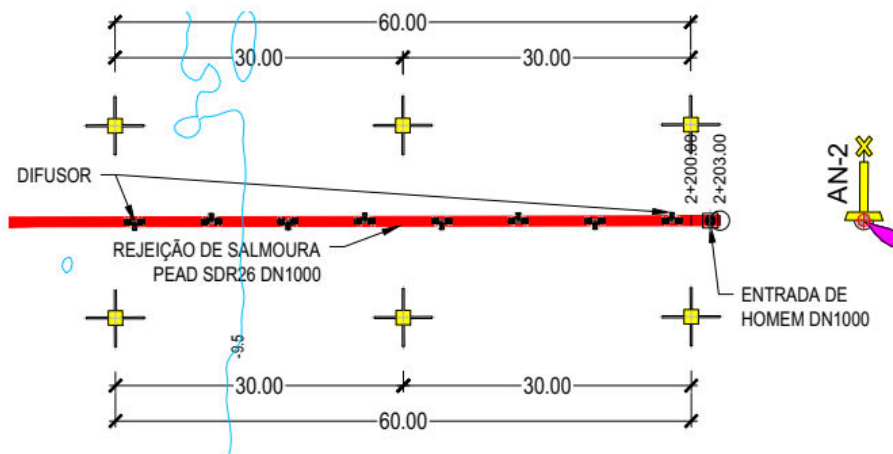


Ilustração 4. Ubicação marca especial para o sistema difusor.

O desenho AL-PRO-0000-MW-DWG-0014. Sistema de captação e rejeição de água do mar - Sistema de balizagem apresenta uma proposta de boia e dos acessórios a instalar, embora estas características devam ser determinadas pelo fornecedor em função do sistema final a instalar.

#### 4.2. Boia de marcação




Seguindo as recomendações da IALA e o Regulamento de Balizagem Marítima Nacional, a boia para a instalação da marca especial permite qualquer tipo de forma, desde que cumpra os requisitos de visibilidade, não fora confundível com outros tipos de marcações e seja de cor amarela.

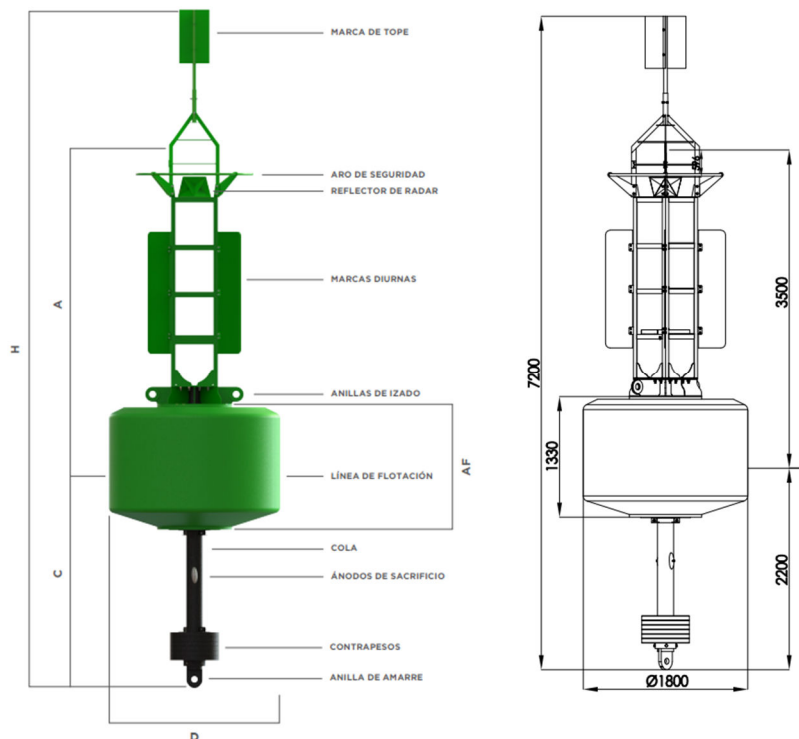
A conceção da boia dependerá do fornecedor na fase de aquisição. Na fase de engenharia, é proposta uma boia do tipo EBM18, fabricada pela MSM (Mediterráneo Señales Marítimas) ou similar.

Esta boia tem as seguintes características:

Variável	Símbolo	Valor
Diâmetro	D	1.8 m
Altura focal	A	3.5 m
Altura flutuador	AF	1.33 m
Calado	C	2.22 m
Altura total	H	7.2 m
Volume do flutuador	-	3.1 m³
Peso total	-	1145 kg
Cadeia máxima	-	1200 kg

Tabela 2. Características da boia EBM18.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data	Rev.	Pág.
		<b>15/07/2025</b>	<b>03.0</b>	<b>10 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		



*Ilustração 5. Esquema e vista dimensionada da boia EBM18 (Fonte: MSM)*

#### 4.3. Cor



A boia de marcação especial deve satisfazer os requisitos da IALA e do Regulamento de Balizagem Marítima Nacional no que respeita à cor da boia. Neste aspeto, as bóias de marcação especial, os topos e as luzes devem ser de cor amarela, como mostram, a título de exemplo, as imagens seguintes:



*Ilustração 6. Exemplo de bóias de marcação especial*

As cores são adequadas se cumprirem as seguintes recomendações das normas acima referidas:

- E106 Recommendation for the use of retro-reflecting material on aid to navigation marks within the IALA Maritime Buoyage System, May 1998.
- E108 Surface Colours used as Visual Signals on Aids to Navigation, May 2004.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>11 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

- 1015 For painting aids to navigation buoys, May 2001.

#### **4.4. Tope da boia**

O tipo, a cor e a disposição das marcações especiais são determinados em conformidade com IALA Maritime Bouyage System e o Regulamento de Balizagem Marítima Nacional

- As bóias de marcação especial devem ter uma marca superior com a forma de um “X”.
- O braços do “X” devem estar diagonalmente contidos num quadrado de comprimento lateral de cerca de 33% do diâmetro da boia na linha de água
- A largura dos braços do “X” deve ser aproximadamente 15% do comprimento do lado do quadrado.

#### **4.5. Alcance nominal das luzes**

O alcance nominal é a distância de que pode ser vista a luz quando a visibilidade meteorológica é de 10 milhas náuticas, o que equivale a um fator de transmissão de  $T = 0,74$ . O alcance nominal é geralmente o valor utilizado na documentação oficial, como cartas náuticas, listas de luzes, etc.

Este alcance nominal pressupõe que a luz é observada contra um fundo escuro, sem iluminação de fundo.

Para os sinais que serão instalados neste projeto, o alcance nominal deve ser de pelo menos 3 milhas náuticas. Este é considerado um alcance adequado para a balizagem deste tipo de estruturas offshore (configurações especiais de segunda ordem).




#### **4.6. Carácter rítmico das luzes**

As marcas luminosas deverão ter qualquer dos seguintes ritmos, conforme o indicado pelas recomendações da IALA (pode se consultar E110 Recommendation for rhythmic characters of lights on aids to navigation, dic 2005):

- Luz de grupo de ocultação
- Luz intermitente isolada
- Luz de grupo intermitente complexa
- Luz de sinal Morse, exetuando as letras A e U.

Seguindo estas recomendações, é selecionado um sistema de luz intermitente isolada de período 2,5 s FI(2,5), nas tomadas de água e de 3 s FI(3) para o sistema difusor.

Conforme ao Regulamento de Balizagem Marítima Nacional o ritmo pode ser qualquer um, exceto os reservados para as marcas cardeais, as marcas de perigo isolado e as marcas de águas limpas.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto n.º	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>12 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## 5. CÁLCULO DO EQUIPAMENTO DE AMARRAÇÃO DAS BÓIAS

Esta secção descreve a metodologia seguida e os resultados obtidos para o cálculo dos elementos do trem de ancoragem (corrente e peso próprio), de acordo com a Diretriz IALA n.º1066 sobre o projeto de ancoragens para ajudas à navegação flutuantes.

### 5.1. Dados de partida

Os seguintes parâmetros de conceção, obtidos dos documentos do projeto expostos na secção 3.1, foram utilizados para o cálculo do sistema de amarração

Parâmetro	Valor	
	Captação	Rejeição
Velocidade de corrente	0,5 m/s	0,5 m/s
Velocidade do vento (Tr = 100 anos)	22,5 m/s	22,5 m/s
Altura de onda (Tr = 100 anos)	5,83 m	5,28 m
Periodo das ondas	10 s	10 s
Profundidade da água no local (maré alta)	14,50 m	15,40 m

Tabela 3. Dados de base

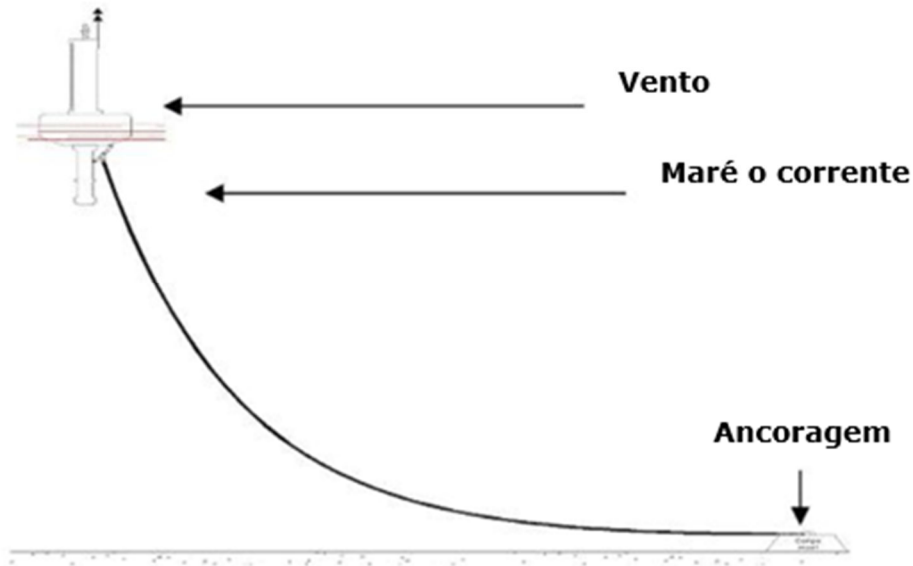




Ilustração 7. Ancoragem intermédia (Fuente: IALA Directric 1066)

### 5.2. Carga horizontal

As cargas de vento e corrente ( $T_{ho}$ ) na área da secção da boia exposta às condições extremas de vento e correntes são calculadas a partir da seguinte formulação:

$$T_{ho} = F_w + F_d$$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>13 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

$$F_w = \frac{1}{2} \rho_w V_w^2 A_w C_w$$

$$F_d = \frac{1}{2} \rho_d V_d^2 A_d C_d$$

Onde:

- $T_{ho}$ : carga horizontal devida ao vento e as correntes (conjuntamente) (N).
- $F_w$ : carga devida ao viento (N)
- $F_d$ : carga devida às correntes (N).
- $\rho_w, \rho_d$ : densidade do ar e da água ( $\text{kg/m}^3$ ).
- $V_w, V_d$ : velocidade máxima do viento e das correntes (m/s).
- $A_w, A_d$ : zonas da secção da boia expostas ao vento e às correntes ( $\text{m}^2$ ).
- $C_w, C_d$ : coeficientes de resistência aerodinâmica e hidrodinâmica (-).

Aplicando os parâmetros de projeto estabelecidos, obtêm-se os seguintes valores:

Parâmetro		Valor	
		Captação	Rejeição
Carga devida ao viento (N)	$F_w$	1.139,67	1.139,67
Carga devida às correntes (N)	$F_d$	99,02	99,02
Carga horizontal devida ao vento e as correntes(N)	$T_{ho}$	1.238,69	1.238,69

Tabela 4. Resultados das cargas horizontais obtidas.

### 5.3. Carga vertical



A carga vertical é obtida através da aplicação da seguinte fórmula:

$$T_{v0} = \frac{pgH \sqrt{4T_{h0}^2 + (pgL)^2 - (pgH)^2}}{2\sqrt{(pgL)^2 - (pgH)^2}} - \frac{pgL}{2}$$

Onde:

- $p$ : massa submersa por unidade de comprimento da corrente ( $\text{kg/m}$ ).
- $L$ : comprimento da corrente suspensa (m)
- $H$ : profundidade máxima no local da boia (m).

É considerada uma corrente sem contorno de grau 2, tipo 5/8, com um diâmetro de 16 mm, um comprimento interno de 64 mm (T) e uma largura interna de 25,6 mm (B1) (ver figura abaixo).

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>14 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

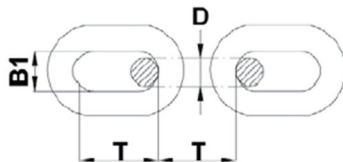


Ilustração 8. Esboço das dimensões da corrente

O peso no ar desta corrente é de 5,2 kg/m, com uma carga de rutura de 132,3 kN e uma carga de prova de 66,2 kN.

Se o tipo de ancoragem é um tipo intermédio, como foi considerado neste estudo, então o comprimento da corrente suspensa é obtido seguindo a fórmula:

$$L = \sqrt{H \left( H + \frac{2T_{ho}}{pg} \right)}$$

O comprimento obtido é de 39,36 m para à marcação da tomada e de 39,78 m para à do difusor. Com estes comprimentos a carga vertical que sustenta a corrente é de 0 kN.

#### 5.4. Carga de prova da corrente

Para verificar o tamanho da corrente, deve se verificar que a carga de ensaio é superior à carga aplicada, considerando a seguinte expressão:

$$R_{c,k} \geq 5 \left( pgH + \sqrt{T_{ho}^2 + T_{v0}^2} \right)$$





Onde:

- $R_c$ : carga de ensaio da corrente (kN), igual a 132,3 kN, como acima referido.
- $g$ : aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>).

Através da fórmula exposta, é obtido um máximo de  $R_c = 10,78 \text{ kN} < R_{c,k}(132,3 \text{ kN})$ , para a cadeia da ancoragem da localização do difusor, pelo que a cadeia selecionada é adequada para a ancoragem do balizamento.

#### 5.5. Reserva de flutuabilidade da boia

A flutuabilidade de reserva deve ser suficiente para garantir que a boia não seja submersa pelas ondas normais e para proporcionar uma plataforma de trabalho segura a flutuar. A flutuabilidade de reserva é calculada pela fórmula:

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>15 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

$$R_b = U - \frac{M_b + m_c L + \frac{T_{v0}}{g}}{\rho_w}$$

Onde:

- $R_b$ : volume da flutuabilidade de reserva (m<sup>3</sup>).
- $U$ : volume total do flutuador da boia (m<sup>3</sup>).
- $M_b$ : massa da boia (kg).
- $m_c$ : massa linear submersa da corrente (kg/m).

Com os dados da boia utilizada (EBM18), a corrente selecionada (5/8) e os resultados apresentados nas secções anteriores, obtém-se uma reserva de flutuabilidade  $R_b=1,81$  m<sup>3</sup>, para as duas marcações analisadas.

## 5.6. Raio de oscilação

O raio de oscilação delimita a área ao redor do ponto de fundeio onde o corpo flutuante pode se mover devido a forças externas, como o vento, correntes marítimas e o mar. O raio de oscilação é calculado pela fórmula:

$$R_m = \frac{T_{h0}}{pg} \cosh^{-1} \left( \frac{pgH_m}{T_{h0}} + \frac{\sqrt{T_{h0}^2 + T_{v0}^2}}{T_{h0}} \right) - \frac{T_{h0}}{pg} \sinh^{-1} \left( \frac{T_{v0}}{T_{h0}} \right)$$

Onde:

- $R_m$ : raio máximo de oscilação em m.
- $H_m$ : profundidade mínima de ancoragem

Isto dá um raio máximo de oscilação de:

Parâmetro	Valor	
	Captação	Rejeição
Raio de oscilação (m) $R_m$	36,79	36,87

Tabela 5. Resultados do raio de oscilação para as bóias de sinalização



## 5.7. Peso da ancoragem

A massa mínima da ancoragem é calculada pela seguinte expressão:

$$M \geq K \frac{T_{h0} \delta}{g(\delta - \rho_w) \tan \Phi} + \frac{T_{v0}}{g}$$

Onde:

$M$ : massa da ancoragem (kg).

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	<b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	<b>15/07/2025</b>	<b>03.0</b>	<b>16 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		





$K$ : coeficiente de seguridade, igual a 1.5.

$\delta$ : densidade média da ancoragem (2400 kg/m<sup>3</sup>).

$\Phi$  : ângulo de atrito interno do fundo do mar para a areia, considera-se o seguinte 35°.

Isto significa que os blocos devem ter uma massa de 0,47 toneladas. Este peso mínimo pode ser obtido com blocos de betão de 0,6 m cúbico.

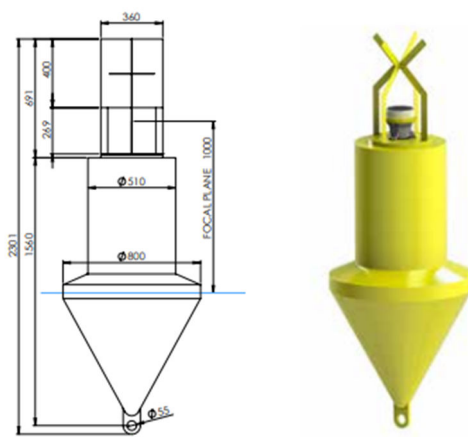


Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data	Rev.	Pág.
		<b>15/07/2025</b>	<b>03.0</b>	<b>17 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## 6. BALIZAMENTO DURANTE A FASE DE OBRAS



Durante os trabalhos marítimos na fase de obras, será necessário sinalizar as zonas de trabalho, como o trecho de escavação da vala. Além do balizamento próprio das embarcações que executam os trabalhos, recomenda-se delimitar temporariamente a zona de trabalho com bóias de marcações especiais.

Propõem-se bóias de polietileno de média densidade, de tamanho médio e formato cilíndrico, para a instalação da marca de topo correspondente à marca especial (cruz). No caso de previsão de trabalhos noturnos ou da necessidade de manter a sinalização durante a noite, as bóias deverão estar equipadas com lanterna autónoma, adequada para a emissão de lampejos com o carácter rítmico necessário.



*Ilustração 9. Exemplo de bóias de marcação especial para a fase de obras*

O número de boias a instalar dependerá da extensão da zona com trabalhos simultâneos, sendo proposto em cada fase das obras o número necessário para a correta sinalização dos trabalhos.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>18 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## 7. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO PARA AJUDAS FLUTUANTES



A disponibilidade de uma ajuda flutuante é a principal medida de desempenho determinada pela IALA. Os objetivos recomendados de disponibilidade são indicados na tabela a seguir:

Tipo de ajuda (exemplos apenas)	Objetivo de disponibilidade	
Ajudas flutuantes à navegação consideradas de importância primária para a navegação	Categoria 1	pelo menos 99.8%
Ajudas flutuantes à navegação consideradas de importância para a navegação	Categoria 2	pelo menos 99%
Ajudas flutuantes à navegação consideradas de menor importância para a navegação do que as Categorias 1 ou 2	Categoria 3	pelo menos 97%
Marcas diurnas e marcas de topo	O objetivo de disponibilidade atribuído às ajudas flutuantes à navegação, conforme o Sistema de Balizagem Marítima da IALA, também deve ser aplicado à marca de topo	

*Tabela 6. Disponibilidade e categoria de tipo de ajudas.*

Onde, a disponibilidade é definida como a probabilidade de que uma ajuda à navegação ou um sistema de ajudas à navegação, conforme definido pela Autoridade Competente, esteja desempenhando sua função especificada em qualquer momento aleatório. Isso é expresso como uma porcentagem do tempo total em que uma ajuda à navegação ou um sistema de ajudas à navegação deve estar desempenhando sua função especificada.

As marcas especiais descritas anteriormente neste documento deverão atender, pelo menos, à **Categoria 2 de disponibilidade**.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	<b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	<b>15/07/2025</b>	<b>03.0</b>	<b>19 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		



## 8. MANUTENÇÃO

O cronograma de manutenção da instalação proposto pelo FORNECEDOR incluirá, no mínimo:

- Reposição do eletrólito.
- Verificação do estado geral e do nível de carga das baterias, tensão de circuito aberto e carregado, medição da densidade (em baterias com eletrólito líquido).
- Aparência das placas e depósitos de sedimentos quando a carcaça for transparente.
- Inspeção para possíveis corrosões, especialmente nas conexões entre as células e nos terminais de saída, descoloração dos encapsulantes, delaminações e sujeira.
- Verificação de que a corrente em carga corresponde ao valor calculado.
- Verificação das conexões e do estado dos cabos.
- Verificação de que mudanças no entorno não provoquem sombras sobre os painéis (vegetação, novas construções, etc.).
- Limpeza de rotina e proteção dos terminais das baterias.
- Uma inspeção visual e limpeza serão suficientes como manutenção dos módulos.

A frequência de visitas de manutenção de uma vez por ano deve ser suficiente. Caso haja uma atividade industrial muito intensa, grande presença de aves ou o vento carregue poeira ou areia, um maior número de visitas deve ser planejado. Recomenda-se programar duas visitas por ano em áreas muito quentes para repor o eletrólito.

- Uma boa prática em novas instalações é programar duas visitas por ano:
  - Uma no outono para garantir que a bateria esteja totalmente carregada e o campo solar em bom estado.
  - Outra na primavera para corrigir quaisquer danos do inverno, repor o eletrólito e assegurar que as baterias serão carregadas adequadamente no verão.
- Pode-se reduzir para uma inspeção anual após uma estação.
- A experiência nos dirá se os períodos de manutenção podem ser estendidos.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto <b>Sistema de dessalinização na região do Algarve</b>	Data <b>15/07/2025</b>	Rev. <b>03.0</b>	Pág. <b>20 de 20</b>
Código AdA <b>AL-ACE-0000-MW-REP-00006</b>		Código ACE <b>AL-PRO-0000-MW-REP-00006</b>		

## 9. CONCLUSÕES

O sistema de sinalização marítima para as obras de dessalinização no Algarve foi projetado conforme as normas da IALA, bem como o Regulamento de Balizagem Marítima Nacional, levando em consideração as especificações técnicas para a boia e seu sistema de iluminação, assim como o cálculo do trem de fondeo, que inclui a corrente e o peso da âncora. O projeto define a boia a ser utilizada e a configuração do seu ancoramento, considerando as condições ambientais extremas. No entanto, as características finais da cadeia de ancoragem e do bloco, como a resistência à carga e a flutuabilidade, devem ser validadas pelo fornecedor, garantindo que atendam aos requisitos técnicos e de segurança necessários para o bom funcionamento do sistema de sinalização e a segurança da navegação na região.

**Esta sinalização deverá ser validada pela Capitanía Marítima, bem o sistema de balizagem permanente, bem como o balizamento durante a fase de obras.**