

Cliente		Empreiteiro EPC			
		  			
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		05/05/2025	01.0	1 de 32
Código AdA			Código ACE		
AL-ACE-0000-PR-CRT-00003			AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

AL-ACE-0000-PR-CRT-00003

Caracterização química dos efluentes a rejeitar

01.0	05/05/2025	Caracterização química dos efluentes a rejeitar	NGA	GSI	ACE
Rev.	Dados	Descrição	Criado	Revisto	Aprovado

Editado para:

Informação		Compra	
Aprovação	X	Construção	
Pedido de licitação		Conforme construído	

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 2 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	4
1.1. Descrição geral do sistema de dessalinização	4
1.2. Objetivo deste documento	4
2. PROCESSOS DE TRATAMENTO	5
2.1. Dessalinização	5
2.2. Fluxo de Águas	6
2.2.1. Captação de água bruta no mar	7
2.2.2. Elevação e transporte de água bruta à EDAM	7
2.2.3. Pré-Tratamento	8
2.2.4. Microfiltros	9
2.2.5. Osmose inversa (OI)	9
2.2.6. Limpeza das membranas - Flushing e CIP	10
2.2.7. Pós-Tratamento - Remineralização	11
2.2.8. Desinfecção final	11
2.2.9. Reservatório de água tratada	11
2.2.10. Estação Elevatória de água tratada e conduta de ligação as SMAAA	12
2.2.11. Linha de lamas	12
2.2.12. Descarga da salmoura produzida na EDAM até ao mar, via conduta terrestre e emissário submarino	13
2.3. Manutenção de Equipamentos	14
2.3.1. Membranas de Osmose Reversa (OI):	14
2.3.2. Pré-filtros e Sistemas de Filtragem:	14
2.3.3. Bombas de Alta Pressão:	15
2.3.4. Sistemas de Controle e Monitoramento:	15
3. REAGENTES UTILIZADOS	16
3.1. Objetivos dos Reagentes	17
4. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS EFLUENTES	19
4.1. Identificação dos Efluentes	19
4.2. Salinidade	21
4.3. Reações Químicas	24
4.4. Subprodutos formados	26

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	3 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

4.4.1. Subprodutos da coagulação com cloreto férrico (FeCl_3)	27
4.4.2. Subprodutos do ajuste de pH com NaOH	27
4.4.3. Subprodutos da desinfecção com cloro gasoso (Cl_2)	28
4.4.4. Cloração (Cloración)	28
4.4.5. Descloração.....	29
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6. ANEXO I. AL-ACE-0000-PR-DWG-00001_01.1_ PR-22700-PS_ BALANÇO DE MASSA	32

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	4 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

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

O objetivo deste documento é caracterizar quimicamente os efluentes a rejeitar, para além do acréscimo de salinidade, considerando e explicitando todos os reagentes a utilizar e as reações químicas ao longo da captação, transporte, tratamento da água e manutenção dos equipamentos, bem como os subprodutos formados.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 5 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

2. PROCESSOS DE TRATAMENTO

2.1. Dessalinização

A dessalinização é, de facto, o processo de conversão da água do mar em água potável, através da remoção do sal e de outras impurezas nela presentes. Trata-se de uma técnica importante utilizada para enfrentar a escassez de água em zonas onde os recursos de água doce são limitados ou insuficientes.

A osmose inversa é o método mais comumente utilizado para a dessalinização.

Princípio do sistema de osmose inversa

A osmose é um fenómeno em que as moléculas se movem através de uma membrana semi-permeável porosa de uma região de menor concentração para uma região de maior concentração, sendo o objetivo da membrana igualizar as concentrações de ambos os lados. Este fluxo de partículas para a região de menor concentração é conhecido como pressão osmótica.

Na osmose inversa, é utilizada uma pressão superior à pressão osmótica, obtendo-se o efeito oposto. Quanto maior for a pressão aplicada, maior é o caudal de permeado que aumenta proporcionalmente.

Os fatores que afetam o processo de filtração por membranas são:

- A qualidade da água de entrada
- Os parâmetros de funcionamento da instalação (pressão e grau de conversão)
- Polarização da concentração

Componentes de um sistema de osmose inversa

- 1) Pré-tratamento: Proteção das membranas contra incrustações e incrustações:
 - Filtração (areia- antracite, carvão ativado, filtro de cartucho).
 - Dosagem de anti-incrustantes para evitar depósitos de cálcio ou de sulfato.
 - Ajuste do pH.
- 2) Bombas de alta pressão: geram a pressão necessária para superar a pressão osmótica.
- 3) Módulos de membrana RO: Contêm as membranas através das quais a água é filtrada.
- 4) Fluxos de permeado e concentrado: A água purificada é designada por permeado, enquanto o concentrado contém as substâncias retidas.
- 5) Sistemas de controlo e monitorização: Permitem o controlo da pressão, do caudal, da retenção de sal e de outros parâmetros de funcionamento.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 6 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

Módulos de membranas de Osmose Inversa específicas para água do mar

Em processos de osmose inversa, as membranas regularmente usadas são as compostas em camadas finas enroladas em espiral. Tais membranas consistem em folhas planas seladas em forma de envelope e enroladas em espiral.

As membranas estão compactadas em série no interior de um vaso pressurizado, o número de elementos de membranas pode variar entre 1 a 8 por vaso pressurizado.

O número total de membranas e de vasos de pressão, tal como seu arranjo dependem do fluxo de permeado e da pressão aplicada. Esta última é influenciada pela salinidade e pela temperatura.

2.2. Fluxo de Águas

La estação de dessalinização – EDAM é constituída por:

- Captação de água bruta no mar
- Elevação e transporte de água bruta à EDAM
- Pré- Tratamento:
 - Coagulação + Floculação + Flotação
 - Grupo eletrobomba de Estação Elevatória
 - Filtração multimédia em pressão
 - Microfiltros de cartuchos
- Osmose inversa
 - Racks do osmose inversa
 - Eletrobombas de alta pressão
 - Eletrobombas booster
 - Dispositivos de recuperação de energia
 - Sistema de limpeza das membranas de OI (CIP)
 - Reservatório de flushing
- Pós- Tratamento – Remineralização
 - Adição de CO₂ em linha
 - Filtros de calcite de fluxo ascendente em betão armado
- Reservatório de água tratada
- Estação Elevatória de água tratada e conduta de ligação as SMAAA
- Reservatório de neutralização de efluentes
- Linha de lamas
- Aprovisionamento, armazenamento, preparação e doseamento de reagentes
- Reservatório de salmoura

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 7 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

- Descarga de salmoura no mar
- Descarga de emergência da EDAM na ribeira de Quarteira

A linha de processo é a seguinte:

2.2.1. Captação de água bruta no mar

No início das condutas (câmara de admissão para a captação EE1) passarão por dois microtúneis de betão armado de 2200 mm de diâmetro exterior com 200 mm de espessura que albergarão no seu interior as condutas de PEAD de DN 1000 mm para a captação 1 e DN 1200 para a captação 2. A partir da profundidade de 4,6 mZH, as condutas serão colocadas numa vala que será preenchida após a instalação dos tubos. Assim, os tubos serão protegidos contra as ações hidrodinâmicas (ondas e correntes).

A configuração da tomada de água será constituída por condutas submarinas em PEAD que poderão operar isoladamente (uma de cada vez) ou em paralelo conforme os requisitos de caudal da EDAM. A captação é efetuada por duas estruturas de tomada de água, de fluxo horizontal, situadas no mar, a cerca de 2 km da costa a uma profundidade de -11,8m NMM (9,8m Zero Hidrográfico, ZH).

No trecho inicial da captação, com um comprimento de 564 m até atingir a cota de -6,6m NMM (4,6mZH), a conduta será executada por uma técnica de microtunelação, a partir da qual será colocada em vala no fundo marinho.

As condutas serão realizadas em PEAD maciço e SDR 26 ao longo de todo o seu comprimento. Na secção do túnel é o tubo de betão que suporta todas as cargas do terreno, portanto, mantém-se o mesmo SDR 26 para a conduta PEAD tanto na secção do túnel quanto na vala.

Na secção do microtúnel, a conduta PEAD é instalada num túnel de betão armado DN1800 mm.

2.2.2. Elevação e transporte de água bruta à EDAM

No sentido de elevar a água bruta até ao recinto da EDAM é necessário prever uma estação elevatória inicial (EE1). Nesta instalação, a água bruta do mar passa por uma primeira zona de tranquilização e repartição. Após a zona de tranquilização, a água do mar será repartida antes da entrada na etapa de gradagem, onde serão removidos os sólidos mais grosseiros. Após a gradagem, a água será encaminhada para o poço de aspiração dos grupos eletrobomba que constituem a EE1 propriamente dita.

A Estação Elevatória Inicial (EE1) albergará quatro (3 + 1) bombas centrífugas verticais de caudal unitário 1675 m³/h a 40 mca.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 8 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

Para limitar o desenvolvimento e fixação de macrofauna marinha no interior das condutas de água bruta, nas grelhas das tomadas de água, e também na EE1, a dosagem de hipoclorito de sódio foi planejada nas torres de captação e entrada EE1.

2.2.3. Pré-Tratamento

1) Coagulação + Floculação + Flotação

A água bruta proveniente da EE1 chegará à EDAM e passará pelo pré-tratamento. Como pré-tratamento, **foi concebido um sistema de coagulação + floculação + flotação**. A água bruta fluirá para uma primeira câmara de distribuição que, por sua vez, alimentará as câmaras de coagulação, 2 câmaras em funcionamento.

A injeção de reagentes, (ácido sulfúrico para ajuste do pH de coagulação e cloreto férrico como coagulante), será efetuada no tanque de coagulação.

Após a fase de coagulação, a água passa para um canal central para alimentar as 4 linhas de floculação (um total de 6, das quais apenas 4 estarão operacionais no ano 0).

A injeção (eventual) de floculante, será efetuada na entrada de cada linha de floculação.

Após a operação de floculação, a água entrará nos flotadores (um total de 6, das quais apenas 4 estarão operacionais no ano 0), numa primeira zona de reação, onde será feita a mistura entre a água afluenta e a água recirculada e pressurizada. Os flotadores serão equipados com ponte raspadora mecânica para remoção em contínuo das lamas flotadas que se acumulam na superfície.

2) Estação Elevatória de Água Flotada (EE2)

A água flotada será encaminhada para um reservatório, do qual aspirarão as bombas de pressurização, assim como as **bombas de elevação de água flotada** para a filtração multimédia.

3) Filtração multimédia

A água flotada afluirá a uma bateria de **filtros multimédia em pressão**.

Este sistema de filtração em pressão é constituído por uma bateria de dez (10) filtros para a situação Ano 0 e catorze (14) para a situação Ano HP, sendo o seu leito composto por uma camada de antracite, uma camada de areia siliciosa e uma camada suporte de cascalho.

A eventual injeção de cloreto férrico será efetuada num misturador estático a instalar no circuito comum de

alimentação da bateria de filtros.

A água filtrada proveniente de cada filtro será reunida numa conduta que seguirá até à operação unitária seguinte (microfiltração).

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	9 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

A lavagem dos filtros será efetuada em contracorrente através de salmoura e ar comprimido. Para este efeito, será construído um tanque de betão armado, a partir do qual as bombas de retrolavagem retirarão a salmoura.

A salmoura suja será encaminhada para o tanque de equalização e pré-sedimentação.

2.2.4. Microfiltros

Após a etapa de filtração multimédia, a água passará por uma etapa de **microfiltração**, cujo principal objetivo é o de proteger as membranas de Osmose Inversa (OI) contra os colóides e partículas de menor dimensão, que os filtros multimédia não conseguem reter.

Os microfiltros são verticais, com estrutura exterior em PRFV e interior constituído por filtros de cartuchos em polipropileno, bobinados com uma porosidade de 5 µm nominais.

A água proveniente de cada microfiltro será reunida numa conduta única (em PRFV ou outro material equivalente a aprovar pela Fiscalização) que seguirá então até à osmose inversa.

A injeção de bissulfito de sódio (para assegurar a inexistência de cloro na água que seguirá para as membranas

de OI) e de hidróxido de sódio (para ajuste do pH) será efetuada num misturador estático a instalar no circuito

comum de alimentação da bateria de microfiltros. O desindrustante é dosado depois dos filtros de cartucho antes da osmose inversa.

2.2.5. Osmose inversa (OI)

O sistema de **osmose inversa** é o **principal processo da planta**, pois é responsável por eliminar os sólidos dissolvidos totais (TDS) da água do mar. Este se divide em linhas independentes, cada uma composta pelos seguintes subsistemas:

- Estruturas de OI tubos de pressão e membranas
- Bombeamento de alta pressão
- Dispositivo de intercâmbio de energia e bombeamento de recirculação

A presente instalação inclui quatro (4) racks de OI para o ano 0 (produção total 500 L/s) e 6 racks de OI para o ano HP (produção total 750 L/s).

Cada rack de osmose inversa levará associado uma bomba de alta pressão com variador de frequência. Essas bombas regularão o volume variando a velocidade e darão a pressão requerida pelo sistema de membranas.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	10 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

A osmose inversa é um processo conduzido por pressão. A pressão necessária depende de parâmetros como a salinidade da água de entrada, sua temperatura, o tipo e configuração de membranas de OI selecionadas etc.

Cada rack de osmose inversa terá associado um dispositivo de recuperação de energia (ERD), destinado a pressurizar parte da água pré-tratada por aproveitamento da pressão no circuito de concentrado (salmoura) à que sai dos tubos de pressão da OI.

A água pressurizada pelo ERD será conduzida à Osmose Inversa por um conjunto de bombas (bombas booster) centrífugas de eixo horizontal (1 grupo eletrobomba por rack de OI).

A operação de **Osmose Inversa (OI)** recorrerá a **membranas semipermeáveis de compósito de poliamida**, agrupadas em envelopes, enrolados em bobinas (com um espaçador de alimentação entre envelopes) instaladas no interior de tubos de pressão.

A entrada de água em cada tubo de pressão far-se-á pela extremidade dianteira dos mesmos, sendo que a circulação da água em cada bobina (SWM – Sea Water Membrane) terá lugar no espaço criado entre os envelopes por um espaçador de alimentação existente entre os envelopes e que atua também como promotor de turbulência. Sob o efeito da pressão, o permeado migra através das membranas para o interior dos envelopes e, em seguida, segue em espiral para a saída, que é o tubo perfurado central existente no interior de cada bobina, onde é recolhido e transferido axialmente para a saída do tubo de pressão.

À medida que a água de alimentação avança ao longo do tubo de pressão (desde a extremidade dianteira até à extremidade oposta), a água que não atravessa as membranas e que permanece nos espaçadores de alimentação, vai aumentando a sua concentração em sais dissolvidos (concentrado), até que é finalmente recolhida na extremidade oposta do tubo de pressão, numa tubagem de recolha do concentrado.

É proposto um projeto de osmose inversa de um passo com uma taxa de conversão de 45%.

As **membranas são projectadas com 400 ft²** de área unitária de 8“ x 40”.

As membranas devem ser dispostas em conjuntos de sete (7) unidades em série num único tubo de pressão.

2.2.6. Limpeza das membranas - Flushing e CIP

Nos sistemas de osmose inversa podem distinguir-se dois tipos de limpeza das membranas:

- **Lavagem corrente** – ocorre na sequência de uma paragem de produção. Este tipo de lavagem deverá ser efetuada automaticamente sempre que haja a paragem de uma linha de osmose inversa.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 11 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

- **Lavagem química** – é geralmente efetuada 1 a 4 vezes por ano. Este tipo de lavagem deverá ser efetuada manualmente por ordem da equipa de operação.

O retorno da lavagem química deve ser corretamente neutralizado através da dosagem de meios ácidos ou básicos até se atingir um pH neutro.

Um reservatório de neutralização de efluentes do lavagem químico está disponível para este efeito.

2.2.7. Pós-Tratamento - Remineralização

A água proveniente das membranas de osmose inversa (permeado), apresenta um carácter agressivo (Índice de Langelier IL < -3 unidades de pH), pelo que é necessário proceder à sua remineralização e de forma a torná-la equilibrada do ponto de vista calco-carbónico e, consequentemente, apta para ser distribuída.

A qualidade da água a produzir deverá cumprir os valores paramétricos estabelecidos no Anexo I do Decreto-Lei n.º 69/2023, de 21 de agosto, nomeadamente no que se refere aos parâmetros microbiológicos, químicos e indicadores.

A remineralização será realizada por recurso a **filtros de calcite**, complementada com **adição de dióxido de carbono** e hidróxido de sódio. Está prevista uma linha de remineralização, com **capacidade para tratar 100% do caudal máximo de tratamento**. Será prevista uma bateria de filtros rápidos de calcite, gravíticos.

O caudal de água remineralizada deve ser de 1800 m³/h (500 l/s Fase 1 – ano 0).

A lavagem dos filtros de calcite será efetuada em contracorrente, através do uso de água permeada e ar comprimido.

2.2.8. Desinfecção final

A desinfecção final é efectuada através da dosagem de cloro gás.

2.2.9. Reservatório de água tratada

O armazenamento da água tratada produzida na EDAM será assegurado por **um reservatório em betão armado**, de planta retangular, dividido em duas células iguais com volume total de armazenamento 10.800 m³.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	12 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

2.2.10. Estação Elevatória de água tratada e conduta de ligação as SMAAA

Sé prevista uma estação elevatória (EE5) para **envio da água tratada até ao ponto de ligação ao SMAAA** (Adutor Oriental-Final). Sé prevista 3+1 eletrobomba de eixo horizontal para elevação de água final.

Da EE5, a água será transportada em conduta até ao ponto de ligação.

2.2.11. Linha de lamas

La linha de lamas é constituída pelos seguintes processos:

1) Tanque de equalização e pré-sedimentação de águas e salmoura sujas

Este tanque destina-se a receber:

- A salmoura suja proveniente da lavagem dos filtros multimédia.
- A água suja proveniente da lavagem dos filtros de calcite.
- As escorrências da desidratação de lamas.
- As descargas de fundo e de emergência dos diferentes órgãos da EDAM, com exceção dos vertidos de emergencia del água tratada y remineralizada.

Dois conjuntos de bombas são alimentados por este tanque:

Estação elevatória de escorrências: As lamas de fundo serão bombeadas para o tanque de lamas para serem enviadas para tratamento das lamas.

Estação elevatória de salmoura: O sobrenadante será extraído por intermédio de uma toma flutuante e será enviado para o reservatório de salmoura.

2) Tanque de equalização de lamas e estação elevatória de lamas

As lamas retiradas da flotação serão encaminhadas para um tanque de equalização e armazenamento de lamas, que receberá igualmente as lamas pré-sedimentadas do tanque de equalização e pré-sedimentação de águas e salmoura sujas.

3) Espessamento de lamas

O espessamento das lamas é efectuado num espessador por gravidade.

As lamas a espessar são previamente condicionadas por adição de uma solução aquosa de polímero aniónico.

4) Desidratação de lamas

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	13 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

A desidratação das lamas espessadas é efetuada em duas centrífugas a instalar no edifício de lamas. Cada centrífuga é alimentada por uma bomba volumétrica de parafuso, com capacidade ajustada à dimensão do equipamento de desidratação.

As lamas a desidratar são previamente condicionadas por adição de uma solução aquosa de polímero catiónico.

As lamas desidratadas é descarregadas para um correira transporadora, o qual, por sua vez, alimentará uma bomba de parafuso excêntrico, de forma a misturar as lamas desidratadas com cal sempre que a adição deste reagente, para fins de estabilização e/ou higienização, se torne necessária.

5) Armazenamento das lamas desidratadas

As lamas desidratadas e higienizadas são, por sua vez enviadas para umes silos de lamas situado no exterior do edifício de desidratação.

2.2.12. Descarga da salmoura produzida na EDAM até ao mar, via conduta terrestre e emissário submarino

2.2.12.1. Conduta terrestre (on shore)

O transporte da salmoura até ao mar será feito por **uma conduta (emissário) com origem no reservatório de salmoura na EDAM.**

A conduta terrestre de descarga da salmoura, com cerca de 2,6 km, será realizada em tubagem em PRFV DN1200.

2.2.12.2. Emissário submarino

No início da conduta (câmara de desgaseificação) passarão por um microtúnel de betão armado de 2200 mm de diâmetro exterior com 200 mm de espessura que albergarão no seu interior a condutas de PEAD de DN 1000 mm. A partir da profundidade de 5 mZH, a conduta serão colocada numa vala que será preenchida após a instalação dos tubos. Assim, o tubo serão protegidos contra as ações hidrodinâmicas (ondas e correntes).

Para á rejeição será instalada uma conduta de descarga, com difusores localizados offshore a uma profundidade entre -9,5 m e -9,67 m NMM (7,5-7,67m ZH), para o retorno comum do concentrado e dos efluentes do processo tratados na instalação.

O sistema de rejeição será composto por um tubo PEAD de DN 1000 mm com uma secção difusora formada por 8 bocais com DN 300 mm através dos quais a salmoura será descarregada.

A conduta serão realizada em PEAD maciço e SDR 26 ao longo de todo o seu comprimento. Na secção do túnel é o tubo de betão que suporta todas as cargas do terreno, portanto, mantém-se o mesmo SDR 26 para a conduta PEAD tanto na secção do túnel quanto na vala. Na secção do microtúnel, a conduta PEAD é instalada num túnel de betão armado DN1800 mm.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	14 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

Para mais detalhes sobre os fluxos de água, ver o desenho **AL-ACE-0000-PR-DWG-00001_01.1_ PR-22700-PS_ BALANÇO DE MASSAS** no Anexo I.

2.3. Manutenção de Equipamentos

Os processos de dessalinização, como a **osmose inversa (OI)**, dependem de uma série de equipamentos especializados. A **manutenção preventiva** e corretiva de todos esses equipamentos é fundamental para garantir o **funcionamento eficiente** da planta de dessalinização.

A seguir, descrevo os principais componentes:

2.3.1. Membranas de Osmose Reversa (OI):

- **Função:** As membranas de **osmose inversa (OI)** são os componentes centrais no processo de dessalinização.
- **Manutenção:** As membranas devem ser periodicamente limpas para remover depósitos de sais, cálcio, magnésio, biofouling (crescimento de microrganismos) e outros contaminantes. A limpeza pode ser feita com soluções químicas como ácidos, álcalis e desinfetantes, dependendo do tipo de depósito.

Bem como, a substituição das membranas quando a capacidade de remoção de sal diminui abaixo dos níveis aceitáveis.

- **Impacto da Manutenção:** A manutenção regular das membranas evita a redução da eficiência do processo e aumento do consumo de energia devido ao bloqueio das membranas. A falta de manutenção pode levar a uma diminuição da produção de água purificada e aumento do desperdício de energia.

2.3.2. Pré-filtros e Sistemas de Filtragem:

- **Função:** Antes de a água do mar passar pelas membranas de osmose reversa, ela é filtrada por **filtros multimédia** ou **filtros de cartucho**. Isso remove sólidos maiores, cloro e outros contaminantes que poderiam danificar as membranas.
- **Manutenção:** Substituição periódica dos cartuchos, limpeza dos filtros multimédia e monitoramento da qualidade da água para garantir que os filtros estejam funcionando corretamente.
- **Impacto da Manutenção:** Filtros mal mantidos podem levar a entupimentos e contaminação das membranas de OI, reduzindo a eficiência e a vida útil das membranas.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	15 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

2.3.3. Bombas de Alta Pressão:

- **Função:** As bombas de alta pressão são responsáveis por **forçar a água do mar** através das membranas de osmose reversa a uma pressão elevada, que é crucial para o processo de separação.
- **Manutenção:** As bombas requerem lubrificação regular, inspeções de pressão e vazamentos, e verificação da eficiência do motor.
- **Impacto da Manutenção:** A manutenção inadequada pode resultar em falhas mecânicas, como a queda de pressão, o que pode reduzir a produção de água tratada e aumentar o consumo de energia.

2.3.4. Sistemas de Controle e Monitoramento:

- **Função:** Equipamentos como **sensores de pH, medidores de condutividade e controladores de pressão** são usados para monitorar e ajustar continuamente os parâmetros do processo de dessalinização.
- **Manutenção:** A manutenção desses dispositivos envolve calibração regular, substituição de sensores danificados e verificação de alarmes para garantir que os parâmetros estejam dentro das faixas desejadas.
- **Impacto da Manutenção:** Se os sistemas de monitoramento não funcionarem corretamente, pode haver dificuldade em controlar os parâmetros operacionais, resultando em desempenho subótimo e possível comprometimento da qualidade do efluente.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	16 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

3. REAGENTES UTILIZADOS

Os seguintes reagentes químicos são dosados:

- Hipoclorito de sódio:
 - Ponto de injeção: Torres de tomada e entrada EE1
 - dosagem de 20 ppm (dose choque)
- Cloreto férrico como coagulante na EDAM:
 - Ponto de injeção: na entrada do DAF (coagulação) e na entrada dos filtros.
 - dosagem de 15 ppm para coagulação
 - dosagem de 1-5 ppm para filtração
- Ácido sulfúrico (solução a 98%) para ajustar pH da água bruta:
 - Ponto de injeção: no tanque de coagulação.
 - dosagem de 35 ppm
- Ácido sulfúrico para (solução a 98%) para neutralização:
 - Ponto de injeção: neutralização
 - dosagem de 1.225 mg/l
- Polieletrólito para floculação:
 - Ponto de injeção: no tanque de floculação
 - dosagem de 0,5-1 mg/l
- Bissulfito de sódio para osmose inversa:
 - Ponto de injeção: antes e depois dos filtros de cartucho antes da osmose inversa.
 - dosagem de 30 ppm
- Desincrustante (anti-scaling) para osmose inversa:
 - Ponto de injeção: depois dos filtros de cartucho antes da osmose inversa.
 - dosagem de 5 ppm
- Hidróxido de sódio para osmose inversa:
 - Ponto de injeção: depois dos filtros de cartucho antes da osmose inversa.
 - dosagem de 20 ppm
- Hidróxido de sódio para ajuste do pH da água do permeado:
 - Ponto de injeção: antes do reservatório de água tratada.
 - dosagem de 5 ppm
- Hidróxido de sódio para neutralização:
 - Ponto de injeção: neutralização
 - dosagem de 1.632 mg/l
- Calcite para Pós-tratamento:
 - dosagem de 60 mg/l

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	17 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

- Dióxido de carbono para Pós-tratamento:
 - Ponto de injeção: antes de a água entrar nos filtros de calcite.
 - dosagem de 27 mg/l
- Cloro gas para a desinfecção final da água tratada:
 - Ponto de injeção: antes do reservatório de água tratada.
 - dosagem de 1-2 mg/l
- Polímeros para linha de lamas:
 - Ponto de injeção: espessamento e desidratação
 - 2 Kgr poli/Tn MS (espessamento)
 - 2-9 Kgr poli/Tn MS (desidratação)
- Cal viva para linha de lamas:
 - dosagem de 75 Kg/Tn MS

3.1. Objetivos dos Reagentes

A função de cada reagente químico é a seguinte:

- **Hipoclorito de sódio- cloragem de choque**

Para limitar o desenvolvimento e fixação de macrofauna marinha no interior das condutas de água bruta, nas grelhas das tomadas de água, e também na EE1, a dosagem de hipoclorito de sódio foi planejada nos seguintes pontos:

- Torres de tomada
- Entrada EE1

- **Cloreto férrico**

O cloreto férrico é usado como coagulante na EDAM, é dosado na entrada do DAF (coagulação) e na entrada dos filtros. É útil na remoção de sólidos suspensos, como partículas de areia, algas e outros materiais orgânicos presentes na água do mar, além da redução de metais pesados.

A coagulação terá lugar em câmaras de mistura rápida, nas quais, por meio de agitação forçada, será promovida a dispersão homogénea dos reagentes na massa de água.

Na entrada dos filtros, a injeção de cloreto férrico será efetuada num misturador estático a instalar no circuito comum de alimentação da bateria de filtros.

- **Ácido sulfúrico**

O ácido sulfúrico é usado para ajustar o pH da água bruta (no tanque de coagulação), bem como para neutralizar um eventual efluente básico proveniente de lavagem CIP das membranas de OI.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	18 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

- **Polieletrólito**

O polieletrólito é usado como floculante na EDAM, no tanque de floculação.

- **Bissulfito de sódio**

A descloração com bissulfito de sódio é um processo químico utilizado para remover o cloro residual da água tratada. O bissulfito de sódio é dosado antes e depois dos filtros de cartucho antes da osmose inversa.

- **Desincrustante**

Para evitar a formação de incrustações nas membranas de osmose inversa, foi considerado um sistema de dosagem anti-incrustante (inibidor de incrustações). O desincrustante é dosado depois dos filtros de cartucho antes da osmose inversa.

- **Hidróxido de sódio - Ajuste de pH**

Um sistema foi planejado de armazenamento e dosagem de hidróxido de sódio é utilizada para ajustar o pH antes das membranas de osmose inversa.

Hidróxido de sódio também para ajuste do pH da água permeada. Para poder ajustar com precisão o valor de pH e LSI da água tratada, pode ser necessária, em alguns casos, a dosagem de hidróxido de sódio, bem como para neutralização de efluentes ácidos provenientes da lavagem CIP das membranas de OI.

- **Cloro gas**

Cloro gas é dosado para a desinfecção final da água tratada.

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 19 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

4. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS EFLUENTES

De acordo com o **desenho ANEXO I. AL-ACE-0000-PR-DWG-00001_01.1_ PR-22700-PS_ BALANÇO DE MASSA**, cada um dos efluentes a rejeitar referidos é caracterizado nas alíneas seguintes:

4.1. Identificação dos Efluentes

Cada um dos efluentes a rejeitar referidos é caracterizado nas alíneas seguintes:

1) O efluente maioritário será a salmoura de descarga.

- O caudal máximo (Ano HP) deve ser $\leq 3820 \text{ m}^3/\text{h}$
- A salmoura terá uma concentração de SST inferior a 5 mg/L .
- No pior cenário, a composição química da salmoura, de acordo com as projecções recebidas, será a seguinte:

Condições: Q 750l/s, T 13° C, salinidade 38 g/l, Ano HP

Water Analysis - Pass1

Species	Raw water	Adjusted feed	Conc. Stage1	Permeate Stage1
Ammonium	0.00	0.00	0.00	0.00
Sodium	11,586.06	11,586.06	21,049.85	22.52
Potassium	431.21	431.21	783.32	0.98
Magnesium	1,573.28	1,573.28	2,860.29	0.72
Calcium	452.17	452.17	822.05	0.21
Strontium	8.20	8.20	14.91	0.00
Barium	0.01	0.01	0.02	0.00
Fluoride	2.00	2.00	3.64	0.00
Chloride	21,374.35	21,374.35	38,836.87	37.42
Sulfate	2,924.03	2,924.03	5,316.69	0.52
Nitrate	0.06	0.06	0.11	0.00
Carbonate	3.07	3.07	5.59	0.00
Bicarbonate	121.87	121.87	221.30	0.38
Boron	5.10	5.10	8.88	0.48
Bromide	84.02	84.02	152.66	0.15
Silica	0.20	0.20	0.36	0.00
CO2	1.23	1.23	1.23	1.23
TDS	38,565.63	38,565.63	70,076.54	63.38
pH	8.10	8.10	8.33	5.77

Ilustração 1. Análise da água, mg/l (LG software)

2) **Efluentes resultantes da lavagem química (CIP)** das membranas de osmose inversa: está prevista a neutralização, em reservatório próprio, das soluções de limpeza das membranas de osmose inversa, antes da sua diluição na salmoura.

- Caudal esporádico (4 vezes por ano no máximo). Caudal de $110 \text{ m}^3/\text{h}$ (cerca de 3 % do caudal de salmoura em Ano HP)
- Efluente com pH neutro

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	20 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

3) **Água do mar da lavagem dos filtros multimédia** (água de enxaguamento):

- O caudal máximo (Ano HP) deve ser $\leq 138 \text{ m}^3/\text{h}$ (cerca de 3 % do caudal de salmoura em Ano HP)
- Valor de TDS idêntico ao da água do mar, máx. TDS 38.000 mg/L.
- Valor de SST idêntico ao da água do mar.

4) **Sobrenadante do espessamento de lamas:**

- Caudal frequente associado à operação da EDAM
- O caudal máximo (Ano HP) deve ser $\leq 181 \text{ m}^3/\text{h}$ (cerca de 1% do caudal de salmoura em Ano HP)
- SST 71 mg/L (que serão diluídos no caudal de salmoura)

Os restantes efluentes serão tratados no tratamento de lamas, ou seja, armazenamento de lamas, espessamento, desidratação e armazenamento em silo das lamas. São os seguintes:

5) **Salmoura suja de lavagem dos filtros multimédia:**

- Caudal frequente associado à operação da EDAM.
- O caudal máximo (Ano HP) deve ser $\leq 181 \text{ m}^3/\text{h}$ (cerca de 5 % do caudal de salmoura em Ano HP).
- SST 503 mg/L (que será armazenada para tratamento posterior na linha de lamas).

6) **Água suja de lavagem dos filtros de calcite:**

- Caudal esporádico. Caudal de $256 \text{ m}^3/\text{h}$ (cerca de 7 % do caudal de salmoura em Ano HP).
- SST 6 mg/L (que será armazenada para tratamento posterior na linha de lamas).

7) **Escorrências da desidratação de lamas:**

- Caudal frequente associado à operação da EDAM.
- O caudal máximo (Ano HP) deve ser $\leq 20 \text{ m}^3/\text{h}$ (cerca de 3 % do caudal de salmoura em Ano HP).
- SST 696 mg/L (que será armazenada para tratamento posterior na linha de lamas).

8) **Descarga de fundo dos filtros multimédia:**

- Caudal esporádico apenas em caso de necessidade de esvaziar um filtro para manutenção (cada filtro tem um volume de 102 m^3).
- Água do mar filtrada em areia e antracite.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 21 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

9) **Descarga de fundo da coagulação, floculação, flotação e respetivo reservatório de armazenamento de água flotada:**

- Caudal esporádico apenas em caso de necessidade de esvaziar as infraestruturas para manutenção.
- Água do mar com a eventual presença de cloro, cloreto férrico e polímero.

10) **Descarga de fundo dos microfiltros:**

- Caudal esporádico apenas em caso de necessidade de esvaziar um microfiltro para manutenção.
- Água do mar microfiltrada com a eventual presença de bissulfito de sódio e desincrustante.

11) **Água de lavagem das membranas da osmose inversa (com permeado):**

- Caudal pouco frequente associado a paragens dos racks de osmose inversa.

4.2. **Salinidade**

O **aumento de salinidade no efluente final** após o processo de desalinação, como a **osmose inversa (OI)** ou outros métodos de tratamento de água do mar, é um aspecto importante a ser considerado, especialmente em relação aos impactos ambientais e à qualidade da água tratada.

Quantificação do aumento de salinidade no efluente final:

A **salinidade** é uma medida da quantidade de sólidos dissolvidos na água, tipicamente expressa em **miligramas por litro (mg/L)** ou **partes por mil (ppt)**. A **salinidade da água do mar** geralmente varia entre **35.000 a 40.000 mg/L**, dependendo da localização.

Em processos de desalinação, como a **osmose reversa**, a água do mar é separada em dois fluxos:

- **Água permeada:** água desalinizada, com baixo teor de sal.
- **Efluente concentrado:** concentrado em sal e outros minerais, conhecido também como "salmoura".

O **efluente final** (ou **salmoura**) normalmente possui uma salinidade mais elevada do que a água do mar original devido à **concentração de sais** durante o processo de desalinação.

Cálculo do aumento da salinidade:

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 22 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

A quantidade exata de aumento de salinidade depende de vários fatores, como o **tipo de membrana** utilizada, a **eficiência do processo de osmose reversa**, e a **razão de recuperação** (a percentagem de água que é retirada como permeado em comparação com o volume de água de entrada).

- **Razão de recuperação (Recovery Rate):** É a quantidade de água permeada extraída em relação à água de entrada. Tipicamente, em sistemas de osmose reversa, a taxa de recuperação varia entre **30% a 60%**, o que significa que **70% a 40%** da água de entrada será descartada como salmoura concentrada.
- **Aumento de salinidade no efluente:** Se a água do mar tem uma salinidade de **35.000 mg/L** e a taxa de recuperação do sistema de osmose reversa é de 50%, a salmoura (efluente final) pode ter uma salinidade que é **aproximadamente duas vezes maior** que a da água de entrada, ou seja, cerca de **70.000 mg/L**.

Na conceção do Sistema de Dessalinização na região do Algarve, foram tidos em conta os seguintes valores de salinidade da água do mar:

Valor	Salinidade da água do mar
	[mg/l]
Valor mínimo	35.000
Valor nominal	37.000
Valor de referência	38.000

Tabela 1. Salinidades de água de mar.

A água do mar aumenta de salinidade devido à mistura com os recuperadores de pressão.

O quadro seguinte mostra as análises da entrada de água do mar nas membranas de osmose inversa (que inclui o aumento da salinidade devido à mistura com os recuperadores de pressão).

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	23 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

Salinidade mínima: 35.000 mg/l

Catiões		Aniões	
ION	mg/l	ION	mg/l
Ca ⁺⁺	431,89	CO ₃ ⁻	14,10
Na ⁺	10.743,00	HCO ₃ ⁻	110,02
Mg ⁺⁺	1.329,20	SO ₄ ⁻	2.744,49
K ⁺	400,77	Cl ⁻	19.430,97
Sr ⁺⁺	8,35	NO ₃ ⁻	0,070
Ba ⁺⁺	0,007	PO ₄ ³⁻	0,000
NH ₄ ⁺	0,000	F ⁻	1,987
Selenium	0,000	Br ⁻	80,450
Boro		4,81	
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT):		35.300,18	

Salinidade média: 37.000 mg/l

Catiões		Aniões	
ION	mg/l	ION	mg/l
Ca ⁺⁺	432,67	CO ₃ ⁻	16,59
Na ⁺	11.188,12	HCO ₃ ⁻	123,93
Mg ⁺⁺	1.534,40	SO ₄ ⁻	2.788,09
K ⁺	420,57	Cl ⁻	20.692,12
Sr ⁺⁺	8,60	NO ₃ ⁻	0,059
Ba ⁺⁺	0,007	PO ₄ ³⁻	0,000
NH ₄ ⁺	0,000	F ⁻	1,600
Selenium	0,000	Br ⁻	81,300
Boro		5,06	
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT):		37.292,74	

Salinidade máxima: 38.000 mg/l

Catiões		Aniões	
ION	mg/l	ION	mg/l
Ca ⁺⁺	452,27	CO ₃ ⁻	16,67
Na ⁺	11.588,72	HCO ₃ ⁻	121,87
Mg ⁺⁺	1.573,64	SO ₄ ⁻	2.923,36
K ⁺	431,31	Cl ⁻	21.369,42
Sr ⁺⁺	8,20	NO ₃ ⁻	0,057
Ba ⁺⁺	0,007	PO ₄ ³⁻	0,000
NH ₄ ⁺	0,000	F ⁻	2,000
Selenium	0,000	Br ⁻	84,000
Boro		5,10	
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT):		38.575,91	

A água permeada à saída da Osmose inversa respeitará os seguintes valores-limite, para membranas com uma idade igual ou inferior a 5 anos e admitindo uma salinidade média da água do mar não superior a 38 g/L:

Sólidos dissolvidos totais (SDT) ≤ 400 mg/l

Boro ≤ 2,4 mg B/L

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 24 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

A água que não consegue passar pela membrana, rica em sais e outras impurezas, é chamada de salmoura.

A tabela seguinte apresenta os resultados da salinidade de rejeição para cada salinidade da água do mar:

Valor	Salinidade da água do mar	Salinidade da salmoura
	[mg/l]	[mg/l]
Valor mínimo	35.000	≤ 67.000
Valor nominal	37.000	≤ 70.000
Valor de referência	38.000	≤ 72.000

Tabela 2. Salinidades de rejeição.

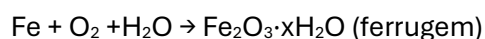
4.3. Reações Químicas

As reacções químicas que ocorrem nas várias fases do sistema são:

Captação de água bruta no mar

Nesta etapa, a água é captada diretamente do mar por meio de bombas e filtros grossos. Quimicamente, ainda não há muito envolvimento, mas pode ocorrer:

Oxidação de metais, como o ferro:

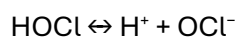
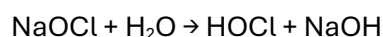


Transporte de água e pré-tratamento

É aqui que entram as reacções químicas fundamentais para proteger as membranas:

a. Cloração

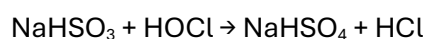
Adiciona-se hipoclorito de sódio (NaOCl) para desinfetar:



O ácido hipocloroso (HOCl) é o desinfetante ativo.

b. Descloração

Como o cloro danifica as membranas, ele é removido com **bissulfito de sódio**:



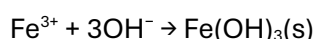
Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	25 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

c. Coagulação - cloreto férrico com água do mar:

Quando o cloreto férrico (FeCl_3) se dissolve na água, ocorre a seguinte reação:



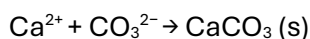
Os **íons Fe^{3+}** interagem com os **íons hidróxido (OH^-)** presentes na água (especialmente se o pH for ajustado para favorecer essa reação), formando **hidróxido férrico ($\text{Fe}(\text{OH})_3$)**, que é um flóculo que pode **capturar impurezas** na água:



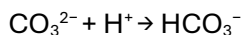
O **$\text{Fe}(\text{OH})_3$** formado é um precipitado de **hidróxido férrico** que ajuda a **agrupar** e **remover** partículas e contaminantes da água.

d. Ajustamento do pH

Usa-se um ácido, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4), para reduzir o pH e evitar a formação de carbonato de cálcio:



Reduzindo o pH, o carbonato vira bicarbonato:



Antiincrustantes

Produtos químicos como **fosfonatos** ou **ácido poliacrílico** são usados para evitar a precipitação de sais (ex: CaSO_4 , BaSO_4). Eles não reagem diretamente, mas atuam como **inibidores** ou **dispersantes**.

Limpeza e manutenção das membranas

As membranas acumulam sujeira, sais e biofilme, então são feitas **limpezas químicas periódicas (CIP)**:

a. Limpeza ácida (incrustações de cálcio ou ferro):

Usa-se ácido cítrico ou ácido clorídrico:



Também pode-se usar **ácido sulfúrico**, mas com cuidado:



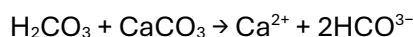
b. Limpeza alcalina (matéria orgânica ou biofilme):

Usa-se hidróxido de sódio (NaOH):

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	26 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

Matéria orgânica + NaOH → Sais solúveis / sabões

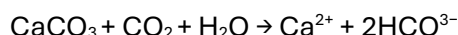
Remineralização com CO₂ e carbonato de cálcio (CaCO₃):



O CO₂ dissolve-se na água e forma ácido carbônico (H₂CO₃). Esse ácido reage com o carbonato de cálcio sólido (CaCO₃). Como resultado, liberam-se íons de cálcio (Ca²⁺) e bicarbonato (HCO₃⁻), o que:

- Aumenta a dureza e a alcalinidade da água.
- Estabiliza o pH, tornando a água menos corrosiva.

Equação global simplificada:

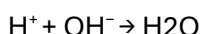


Ajuste de pH com hidróxido de sódio (NaOH):

Quando o **NaOH** é adicionado à água, ele se dissocia completamente:



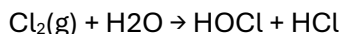
Os íons **hidróxido (OH⁻)** neutralizam os íons **hidrogênio (H⁺)** presentes em águas ácidas:



O NaOH é uma base forte, que se dissocia totalmente na solução. Sua função é neutralizar a acidez da água, especialmente após o uso de CO₂ ou ácidos no pré-tratamento. O objetivo é aumentar o pH e tornar a água menos corrosiva, ideal para consumo e para transporte por tubulações.

Desinfecção com cloro gas (Cl₂):

Quando o **cloro gas (Cl₂)** se dissolve na água, ocorre a seguinte reação:



Essa reação forma ácido hipocloroso (HOCl), que é o principal agente desinfetante, e ácido clorídrico (HCl):

- HOCl: É um desinfetante muito eficaz, que destrói as membranas celulares de bactérias e vírus.
- HCl: É um ácido fraco formado como subproduto.

4.4. Subprodutos formados

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 27 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

4.4.1. Subprodutos da coagulação com cloreto férrico

(FeCl₃) Subprodutos gerados:

- Hidróxido férrico (Fe(OH)₃): forma flóculos que capturam partículas e contaminantes na água.
- Íons cloreto (Cl⁻): São liberados como subproduto da dissociação do FeCl₃.

Especificações dos subprodutos:

- Volume gerado: O volume de Fe(OH)₃ formado depende da quantidade de FeCl₃ adicionado e das condições da água.
- Concentração: A concentração de Fe(OH)₃ depende da quantidade de FeCl₃ utilizado no processo de floculação, que pode variar entre 1-3 mg/L.
- Toxicidade: Fe(OH)₃ não é tóxico e é considerado um subproduto seguro, mas pode ser um problema de acúmulo se não for removido corretamente.
- Resiliência no meio: O Fe(OH)₃ tende a ser removido por sedimentação ou filtração rapidamente.
- Capacidade de dispersão: Fe(OH)₃ tem uma dispersão limitada na água, sendo removido principalmente por sedimentação. Os íons cloreto (Cl⁻) se dispersam amplamente e não causam impactos ambientais significativos.

4.4.2. Subprodutos do ajuste de pH com NaOH

Subprodutos gerados:

- Álcalis (OH⁻): A soda cáustica (NaOH) dissociada produz íons hidróxido (OH⁻) que podem alterar o pH da água.
- Íons hipoclorito (OCl⁻).

Especificações dos subprodutos:

- Volume gerado: O volume de NaOH utilizado é proporcional à quantidade de ácido presente na água.
- Concentração: A concentração de OH⁻ varia conforme a quantidade de NaOH adicionado, normalmente visando um pH entre 7,5 e 8,5.
- Toxicidade: NaOH é altamente corrosivo e tóxico em concentrações elevadas. OCl⁻ tem uma toxicidade menor.
- Resiliência no meio: O OH⁻ tem alta resiliência, sendo persistente até que o pH da água seja ajustado novamente.
- Capacidade de dispersão: O OH⁻ se dispersa facilmente na água, mas a concentração de OCl⁻ pode depender do equilíbrio de pH.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	28 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

4.4.3. Subprodutos da desinfecção com cloro gasoso (Cl_2)

Subprodutos gerados:

- Cloro residual (HOCl e OCl^-): O cloro residual é uma combinação de ácido hipocloroso (HOCl) e íon hipoclorito (OCl^-), que podem continuar a atuar como desinfetantes.
- Ácido clorídrico (HCl): Forma-se um ácido fraco, que pode contribuir para a redução do pH da água, se não for neutralizado.

Especificações dos subprodutos:

- Volume gerado: O volume de cloro residual depende da quantidade de cloro gasoso injetada. O HCl gerado é proporcional à quantidade de cloro utilizado.
- Concentração: A concentração de cloro residual deve ser mantida entre 0,2 a 1,5 mg/L, de acordo com os padrões de desinfecção.
- Toxicidade: HOCl e OCl^- são tóxicos em altas concentrações.
- Resiliência no meio: O cloro residual tem uma vida útil curta em condições de pH e temperatura normais, mas pode permanecer no sistema de água durante o transporte. O HCl é rapidamente neutralizado em pH mais alto.
- Capacidade de dispersão: O cloro residual tem boa capacidade de dispersão na água e pode afetar uma área ampla, enquanto o HCl tende a se dispersar mais rapidamente devido à sua solubilidade.

4.4.4. Cloração

Subprodutos gerados:

- Ácido hipocloroso (HOCl): É o principal agente desinfetante. Na sua forma não ionizada (HOCl), é mais eficaz na eliminação de microrganismos patogénicos.
- Ácido clorídrico (HCl) ou hidróxido de sódio (NaOH): São gerados consoante a forma de cloro utilizada e podem afectar o pH da água.

Especificações dos subprodutos:

- Volume gerado: O volume de subprodutos gerados depende da quantidade de cloro utilizada na desinfecção, mas geralmente situa-se entre 1-5 mg/L de cloro residual.
- Concentração: O cloro residual na água é, normalmente, mantido entre 0,2 e 1,5 mg/L para garantir a desinfecção.
- Toxicidade: O HOCl é tóxico em concentrações elevadas. O HCl e o NaOH são substâncias corrosivas.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto n.º	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 29 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

- Resiliência no meio: O HOCl apresenta boa persistência na água, mas a sua eficácia diminui com o tempo, especialmente à medida que o pH se reduz.
- Capacidade de dispersão: O HOCl dispersa-se eficientemente na água, embora a sua eficácia desinfetante diminua em pH elevado. O HCl tem uma dispersão rápida e neutraliza-se em pH elevado.

4.4.5. Descloração

Subprodutos gerados:

1. Cloreto de sódio (NaCl): O íon cloreto (Cl^-) é liberado como sal comum.
2. Sulfato de sódio (Na_2SO_4): O sulfato formado é um composto inofensivo e de baixa toxicidade, amplamente utilizado em várias indústrias.
3. Ácido clorídrico (HCl): Embora não seja o subproduto principal dessa reação, pode ser gerado em pequenas quantidades se o pH da solução for ácido.

Especificações dos subprodutos gerados:

1) Cloreto de sódio (NaCl)

- Volume gerado: O volume de NaCl gerado é proporcional à quantidade de cloro residual presente na água. O cloreto é um subproduto comum e, geralmente, não representa risco ambiental em baixas concentrações.
- Concentração: A concentração de NaCl gerada depende da quantidade de cloro residual a ser neutralizado, mas em geral as concentrações de NaCl na água tratada são baixas e não afetam significativamente a salinidade.
- Toxicidade: O NaCl não é tóxico nas concentrações típicas de descloração.
- Resiliência no meio: O NaCl é muito estável e não reage com outros componentes na água.
- Capacidade de dispersão: O NaCl se dispersa facilmente na água, sem efeitos negativos significativos ao meio ambiente.

2) Sulfato de sódio (Na_2SO_4)

- Volume gerado: A quantidade de Na_2SO_4 gerada é diretamente proporcional à quantidade de bissulfito de sódio utilizado e ao cloro presente na água.
- Concentração: A concentração de Na_2SO_4 depende da dosagem de bissulfito de sódio, e geralmente se mantém em concentrações baixas na água tratada.
- Toxicidade: O sulfato de sódio é não tóxico nas concentrações típicas usadas no processo de descloração.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	30 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

- Resiliência no meio: O Na_2SO_4 é altamente solúvel em água e não causa efeitos negativos ao ecossistema.
- Capacidade de dispersão: O Na_2SO_4 se dispersa eficientemente na água sem causar efeitos adversos.

3) Ácido clorídrico (HCl) (em pequenas quantidades)

- Volume gerado: A quantidade de HCl formada é pequena e depende das condições do pH.
- Concentração: Se HCl for formado, geralmente será em concentrações muito baixas.
- Toxicidade: O HCl é corrosivo em altas concentrações, mas no processo de descloração é gerado em quantidades mínimas.
- Resiliência no meio: O HCl é neutralizado rapidamente em água com pH mais alto.
- Capacidade de dispersão: O HCl se dispersa rapidamente na água, e seu efeito é temporal, sendo neutralizado com o aumento do pH.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 05/05/2025	Rev. 01.0	Pág. 31 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões finais são as seguintes:

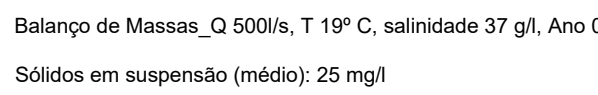
- A instalação de uma central de dessalinização de água do mar por Osmose Inversa no Algarve representa uma solução estratégica e sustentável face aos desafios hídricos que a região enfrenta. Em primeiro lugar, garante o fornecimento de água potável independentemente da precipitação, algo particularmente relevante num contexto de alterações climáticas e secas recorrentes. Além disso, a tecnologia de osmose inversa tem-se revelado eficiente, madura e com um impacto ambiental relativamente baixo.
- Conceção segura, fiável, robusta e amiga do ambiente. Foi proposto um pré-tratamento robusto com coagulação + floculação + flotação, filtros de pressão e microfiltração para proteger as membranas de osmose inversa.

A eficiência típica de recuperação da água neste tipo de tecnologia ronda os 45%, o que significa que quase metade da água do mar tratada é convertida em água potável de alta qualidade. Esta taxa de conversão representa um equilíbrio viável entre desempenho técnico e consumo energético, tornando o processo competitivo em termos operacionais.

- Foi proposta a implementação de um Sistema de Dessalinização de Osmose Inversa equipada com dispositivos de recuperação de energia, os quais permitem aproveitar a energia residual da salmoura rejeitada, reduzindo significativamente o consumo energético global do sistema. Adicionalmente, o modelo tecnológico selecionado corresponde à configuração mais eficiente atualmente disponível no mercado, o que contribui para uma menor elevação da salinidade na entrada das membranas, otimizando assim o desempenho do processo e prolongando a vida útil dos componentes.
- Com base nas reações químicas identificadas e na caracterização dos subprodutos gerados durante o processo de dessalinização, conclui-se que não se verificam riscos significativos para o meio ambiente, nomeadamente para o meio marinho. O efluente maioritário será a salmoura de descarga. A salmoura resultante é sujeita a um processo de diluição controlada antes do seu descarte no oceano, o que promove uma dispersão eficaz das concentrações salinas e minimiza eventuais impactos ecológicos locais.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	05/05/2025	01.0	32 de 32
Código AdA AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		Código ACE AL-ACE-0000-PR-CRT-00003		

6. ANEXO I. AL-ACE-0000-PR-DWG-00001_01.1_ PR-22700-PS_ BALANÇO DE MASSA



Item		CÍRCULO PRINCIPAL															
		FL1	FL2	FL3	FL4	FL5	FL6	FL7	FL8	FL9	FL10	FL11	FL12	FL13	FL14	FL15	FL16
Parâmetro	Unidade	Água bruta	Água tamisada	Água com coagulante	Água floculada	Água clarificada	Água filtrada	Água microfiltrada						Água dessalinizada de Oi		Água remineralizada	Água tratada
Caudal	m³/dia	101.654	101.654	101.654	101.654	99.320	96.960	96.960	44.165	44.165	52.795	96.960	52.795	43.632	43.200	43.200	43.200
	m³/h	4.236	4.236	4.236	4.236	4.138	4.040	4.040	1.840	1.840	2.200	4.040	2.200	1.818	1.800	1.800	1.800
SST	mg/L	25,00	31,51	3,78	0,01	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SDT	kg/dia	2.541	2.541	3.203	3.203	376	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	mg/L	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	37.293	37.539	98	98	98	98

01.1	12/03/2025		ACE	FME
Índice	Designação das alterações		Data	Nome
			Data de Emissão: _____ Formatos: Impresso: _____	
Designação do Projeto/Entidade: EMPRÉSTATO DE CONCESSÃO-CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE DESALINHAÇÃO NA REGIÃO DO ALGARVE			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____ Vigência: _____	
Aprovação AEA: _____ Data: _____ Nome: _____	Especialidade: ESTÁÇÃO DE DESALINHAÇÃO - EDAM		Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
Título: PROCESSO			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
ALACE-0900-RL-0002-0001			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
Grupo Águas de Portugal			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
BALANÇO DE MASSA			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
S/E			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	
1 DE 1			Nº de Emissão: _____ Emissão: _____ Versão: _____ Vigência: _____	

AI-ACE-0000-PB-DWG-00001 01 1 PB-22700-PS BALANÇO DE MASSA