



Gravity Intuition



Herdade do Arade, Portimão

Núcleo de Desenvolvimento Económico (NDE)

Estudo Prévio (Revisão A)

Parte 10 – Tratamento de Águas Residuais e Reutilização

DEZEMBRO / 2021

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Versão n.º	Data	Técnico Responsável	Descrição
A	dez 2021	Carlos Raposo	
0	set 2020	Carlos Raposo	

ÍNDICE GERAL

OBRAS DO NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (NDE)

Parte 1 – Infraestruturas Rodoviárias

Parte 2 – Infraestruturas de Abastecimento de Água Potável

Parte 3 – Sistema de Abastecimento de Água Não Potável

Parte 4 – Infraestruturas de Drenagem de Águas Residuais Domésticas

Parte 5 – Infraestruturas de Drenagem de Águas Pluviais

Parte 6 – Infraestruturas de Alimentação Eléctrica

Parte 7 – Infraestruturas de Telecomunicações

Parte 8 – Infraestruturas de Abastecimento de Gás

Parte 9 – Análise das Disponibilidades Hídricas da Albufeira Principal

Parte 10 – Tratamento das Águas Residuais e Reutilização

Parte 11 – Nós de Acesso com a EN124 (Ligação à Estrutura Rodoviária Existente)

Parte 12 – Rede de Rega da Exploração Agrícola

Parte 13 – Sistema de Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	DESCRIÇÃO GERAL	1
1.2	ORGANIZAÇÃO DA PRESENTE MEMÓRIA	2
2	ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO	3
2.1	FASE LÍQUIDA DA ETAR	3
2.2	FASE SÓLIDA	4
2.3	FASE GASOSA	5
3	SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO	6
3.1	DESCRIÇÃO GERAL DAS SOLUÇÕES DE TRATAMENTO	6
3.2	DESCRIÇÃO GERAL DA ALTERNATIVA A	7
3.2.1	Etapas de Tratamento	7
3.2.2	Pré-tratamento	7
3.2.3	Tratamento biológico em MBR	9
3.2.1	Cloragem e Armazenamento	13
3.2.2	Tratamento de Lamas	13
3.2.3	Tratamento de Odores	16
3.3	DESCRIÇÃO GERAL DA ALTERNATIVA B	18
3.3.1	Considerações prévias	18
3.3.2	Tanque de Equalização	18
3.3.3	Ultrafiltração	18
3.3.4	Armazenamento e dosagem de Hipoclorito de sódio	21
3.3.5	Elevação para reutilização	21
3.3.6	Descarga de Águas de Lavagem	21
4	AVALIAÇÃO GLOBAL DAS SOLUÇÕES	22
4.1	CUSTOS DE PRIMEIRO INVESTIMENTO	22
4.2	CUSTOS DE EXPLORAÇÃO	22
4.3	ANÁLISE GLOBAL DE CUSTOS	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25

FIGURAS

Figura 1 – Planta de localização da Herdade do Arade, Portimão	1
Figura 2 – Estação Compacta de Pré-Tratamento - Fotografia	8
Figura 3 – Exemplo de membrana plana	10
Figura 4 – Exemplo de membrana fibra oca	10
Figura 5 – Exemplo de módulos de membrana plana	11
Figura 6 – Exemplo de módulos de membrana fibra oca	11
Figura 7 – Esquema de Funcionamento de um Sistema MBR	11
Figura 8 – Layout tridimensional de um sistema de arejamento com difusores de membrana.....	12
Figura 9 – Centrífuga – Princípio de funcionamento.....	15
Figura 10 – Dimensões das Partículas Retidas nos Vários Tipos de Filtração	19
Figura 11 – Exemplo de um Sistema de Ultrafiltração	19
Figura 12 – Esquema de Funcionamento do Sistema de Ultrafiltração Proposto	20
Figura 13 – Esquema do Sistema de Ultrafiltração Proposto	20
Figura 14 – Gráfico comparativo de custos globais (investimento + exploração a 40 anos com taxa de atualização de 3%) das cinco soluções	25

QUADROS

Quadro 1 - Objetivos de Qualidade da Água da ETAR.....	3
Quadro 2 – Valores Máximos de emissão de Poluentes Gasosos	5
Quadro 3 – Resumo da Estimativa de Investimento em Cada Solução	22
Quadro 4 - Estimativa de Custos de Exploração para Cada Solução	23
Quadro 5 - Estimativa de Custos Atualizados de Investimento e Exploração para Cada Solução	24

DESENHOS

1. Esboço Corográfico e Fotoplano
2. Diagrama Linear da ETAR. Alternativa A
3. Implantação Geral da ETAR. Alternativa A
4. Diagrama Linear da ETAR. Alternativa B
5. Implantação Geral da ETAR. Alternativa B

1 INTRODUÇÃO

1.1 DESCRIÇÃO GERAL

O presente volume refere-se à conceção das infraestruturas de Tratamento de Águas Residuais e Reutilização das Águas Residuais Tratadas produzidas no Núcleo de Desenvolvimento Económico (NDE) da Herdade do Arade, em Portimão.

A Herdade situa-se junto à cidade de Portimão, no Algarve, conforme se apresenta na Planta de Localização (Figura 1) e Desenho 1.

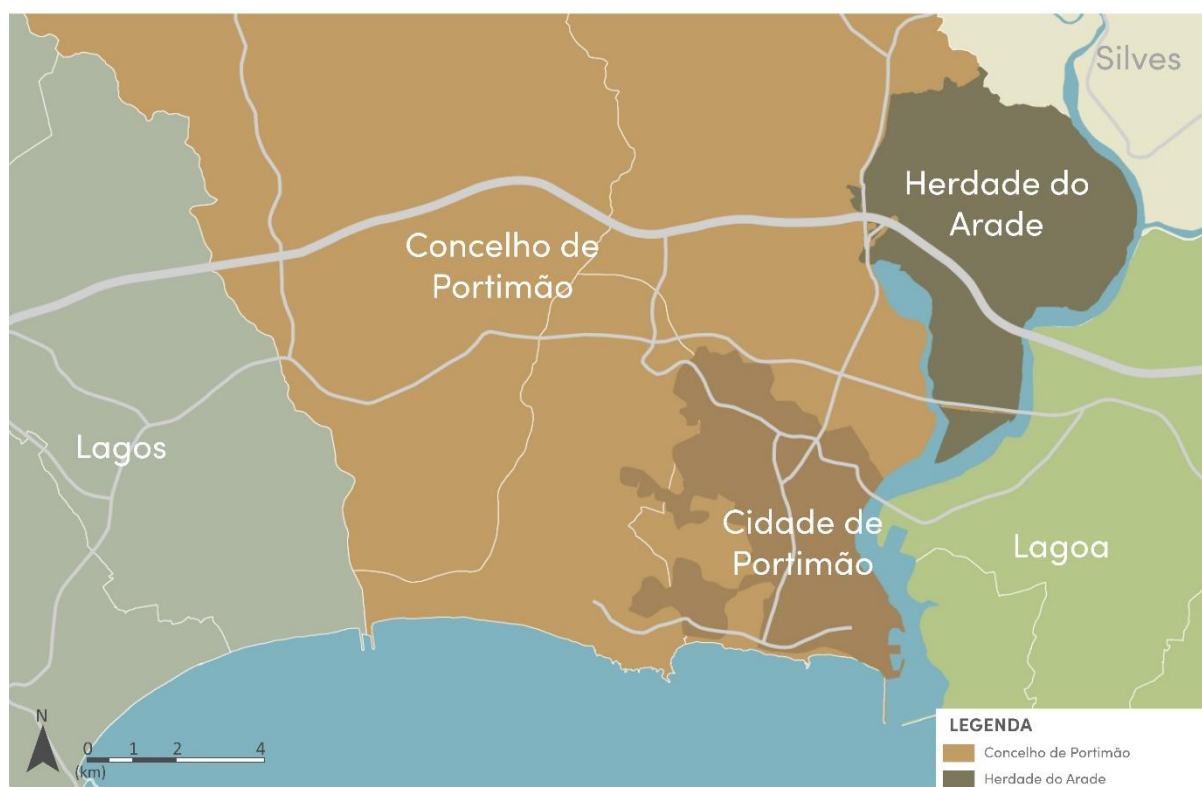


Figura 1 – Planta de localização da Herdade do Arade, Portimão

Fonte: Broadway Malyan

As componentes do NDE da Herdade do Arade são: turística; imobiliário residencial; central fotovoltaica; atividade e produção agrícola e florestal; criação de um Espaço Natural do Arade; equipamentos e saúde; espaço de formação e desporto e turismo da natureza; criação da Praça do Arade com equipamentos de restauração e lazer abertos à comunidade.

As infraestruturas associadas ao NDE incluem o reperfilamento e arranjos paisagísticos das principais vias de acesso e de serviço às unidades prediais e a construção de novas infraestruturas ao longo dessas vias, compreendendo as redes de abastecimento de águas e de incêndios, de drenagem de

águas residuais domésticas e de águas pluviais, de instalações elétricas, de iluminação, de telecomunicações e de gás.

O objectivo será que a gestão integrada de todo o projeto e das infraestruturas gerais seja da responsabilidade de uma Entidade Gestora Única do NDE

Para racionalizar os consumos de água no NDE, será interessante construir uma ETAR na própria Herdade e reutilizar o efluente tratado para rega.

Assim, apresenta-se no presente volume a conceção e uma análise técnico-económica relativa ao tratamento de águas residuais e reutilização das águas residuais tratadas para rega ou outras utilizações não potáveis do NDE (incluindo a construção de uma ETAR própria), em alternativa à descarga directa na rede pública de drenagem das águas residuais domésticas da EMARP/Águas do Algarve.

Neste cenário os volumes de águas residuais descarregados serão significativamente reduzidos, limitando-se aos períodos chuvosos, em que os consumos para rega são reduzidos ou inexistentes. De referir que estes períodos também coincidem com a época baixa, com menores taxas de ocupação, em particular nas unidades prediais turísticas.

Assim, caso seja construída uma ETAR própria no NDE, na época chuvosa poderão dar-se dois cenários para a descarga final de águas residuais:

1. Descarregar o efluente tratado, não necessário para rega, no meio hídrico (solução que carece dum Título de Utilização de Recursos Hídricos);
2. Colocar a ETAR parcialmente em by-pass e encaminhar as águas residuais para o sistema de drenagem de águas residuais municipal. De referir que para manter a ETAR funcional, nunca poderá ser colocada integralmente em by-pass, dado se tratar dum processo de tratamento biológico.

1.2 ORGANIZAÇÃO DA PRESENTE MEMÓRIA

Nos Capítulos seguintes são tratados os diversos aspetos que fundamentam o Estudo de Tratamento e Reutilização no NDE.

O Capítulo 1 constitui a presente introdução.

No Capítulo 2, apresenta-se o enquadramento legislativo.

As soluções técnicas para tratamento e reutilização constam do Capítulo 3.

No Capítulo 4, apresenta-se a avaliação global das soluções.

No Capítulo 5, tecem-se as considerações finais.

2 ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO

2.1 FASE LÍQUIDA DA ETAR

Em termos legislativos, o tratamento de águas residuais urbanas encontra-se sujeito ao disposto no Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho que transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1991, tendo aquele sido alterado pelo Decreto-Lei n.º 348/98 de 9 de novembro, pelo Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho e ainda pelo Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de outubro.

O Decreto-Lei n.º 152/97 aplica-se à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático, definindo o grau de tratamento que cada instalação deverá possuir, tendo em consideração a classificação do meio aquático onde é efetuada a descarga (zonas sensíveis e zonas menos sensíveis) e o equivalente populacional abrangido por essa instalação.

Caso a água residual fosse descarregada no meio recetor junto ao empreendimento, o mesmo está classificado como meio sensível de acordo com a legislação em vigor, pelo que os requisitos de descarga a cumprir pela instalação de tratamento implicarão a implementação de etapas de depuração correspondentes a um tratamento secundário, aplicando-se, desta forma, os valores limites de emissão constantes do Quadro n.º 1, do Anexo I do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho seguido de uma etapa de desinfecção que garanta o cumprimento da qualidade das águas salobras para fins aquícolas estabelecido no Anexo XIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

A águas residual tratada será reutilizada para rega de espaços verdes públicos e privados pelo que será considerado o disposto nos quadros 1.a, 1b. e 2 do anexo I do Decreto-Lei n.º 119/2019, de 12 de agosto, relativo à qualidade das águas para rega. Uma vez que a utilização é para rega de espaços verdes públicos e privados a classe de qualidade de acordo com o quadro 2 do anexo I do Decreto-Lei n.º 119/2019, de 12 de agosto e classe de qualidade A.

No Quadro 1, resumem-se os limites de descarga previstos para o NDE.

Quadro 1 - Objetivos de Qualidade da Água da ETAR

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	DIPLOMA LEGAL
Parâmetros à saída da ETAR		
CBO ₅	10 mg/l O ₂	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
SST	10 mg/l O ₂	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Turvação	5 NTU	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
E. coli	10 ufc/100 ml	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Azoto amoniacal	10 mg NH ₄ /l	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Azoto Total	15 mg N/l	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Fósforo Total	1 mg P/l	Nota 1

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	DIPLOMA LEGAL
Ovos de Parasitas intestinais	<1 N/l	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Parâmetros à saída parara o sistema de rega		
CBO ₅	10 mg/l O ₂	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
SST	10 mg/l O ₂	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Turvação	5 NTU	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
E. coli	10 ufc/100 ml	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Azoto amoniacal	10 mg NH ₄ /l	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Azoto Total	15 mg N/l	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Fósforo Total	1 mg P/l	Nota 1
Ovos de Parasitas intestinais	<1 N/l	D.L. n.º 119/2019, de 13 de Agosto
Cloro Residual livre	0,4 mg Cl/l	Nota 2

Nota 1 – Relativamente ao parâmetro fósforo optou-se por considerar um valor mais restritivo que o indicado no quadro 1.a do anexo I do Decreto-Lei n.º 119/2019, de 12 de Agosto, uma vez que pode haver risco de eutrofização dos lagos existentes no empreendimento. Salienta-se que na fase de operação da ETAR será possível ajustar o valor em função das necessidades do sistema de rega podendo o valor ser de 5 mg P/l.

Nota 2 – A concentração de cloro residual livre foi definida para garantir uma barreira à contaminação da água no sistema de rega, admitindo que a água seja utilizada para rega dos espaços públicos sem restrição de acesso ou jardins privados dentro do empreendimento.

2.2 FASE SÓLIDA

As opções de destino final das lamas devem ser adequadas do ponto de vista ambiental e do ponto de vista técnico-económico e enquadram-se em duas categorias principais: valorização agrícola e deposição em aterro sanitário. Sempre que a qualidade da lama produzida o permitir, estas terão como destino final prioritário a valorização agrícola.

Nesse sentido, as lamas das instalações terão que respeitar o previsto na legislação atualmente em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 178/06, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho referente à proteção dos solos sujeitos à utilização de lamas decorrentes do tratamento de águas para consumo e águas residuais, e que corresponde à transposição para o direito nacional da Diretiva n.º 2008/98/CE, de 19 de novembro.

Da experiência colhida na vigência do regime jurídico decretado no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, resultou a necessidade de proceder à sua atualização, por forma a adequar e tornar mais simples o procedimento de licenciamento da utilização agrícola das lamas de depuração nele previsto

e a harmonizá-lo com outros regimes jurídicos entretanto aprovados, dando lugar ao Decreto-Lei n.º 276/2009 de 2 de outubro.

Caso as lamas produzidas nesta instalação não respeitem as concentrações limites de metais, então, terão que ser encaminhadas para compostagem ou a aterro sanitário controlado, ficando, neste caso, obrigadas ao disposto nos seguintes diplomas legais:

- Gestão de Resíduos - Decreto-Lei n.º 178/06, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho;
- Deposição de lamas em aterro – Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto;
- Utilização agrícola de lamas de depuração – Decreto-Lei n.º 276/2009, de 21 de junho;
- A lista Europeia de Resíduos, LER, publicada pela decisão 2014/955/CE de 18 de dezembro.

Para as lamas cujos resultados do controlo analítico não derem cumprimento aos requisitos apresentados no Decreto-Lei n.º 276/2009, proceder-se-á à sua caracterização de acordo com o definido no Decreto-Lei n.º 183/2009 nos parâmetros que foram considerados no Plano de Controlo Analítico.

Todos os resíduos devem estar devidamente acondicionados/armazenados nas instalações, sendo o seu encaminhamento efetuado por entidades licenciadas para o efeito de acordo nos termos do Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho.

2.3 FASE GASOSA

Em termos de exigência a impor ao sistema de controlo de odores da futura instalação, serão considerados os limites de emissão que constam no Quadro 2 seguinte.

Quadro 2 – Valores Máximos de emissão de Poluentes Gasosos

Parâmetro	Concentração máxima à saída do tratamento
Sulfureto de hidrogénio	0,1 mg/Nm ³
Mercaptanos	0,05 mg/Nm ³
Amoníaco	0,5 mg/Nm ³

A concentração do sulfureto de hidrogénio (H₂S) e amoníaco (NH₃) não deverá ultrapassar, respetivamente, os valores máximos de:

- 20,0 mg/Nm³ e 30,0 mg/Nm³ em zonas não visitáveis;
- 3,0 mg/Nm³ e 5,0 mg/Nm³ em zonas visitáveis (edifícios com acesso a trabalhadores, que requeiram ações de operação e manutenção).

Relativamente aos restantes gases contaminantes na avaliação da qualidade do ar na atmosfera interior da ETAR, em zonas confinadas e visitáveis, cumprir-se-ão os valores máximos de concentração legislados na Portaria n.º 762/2002, de 1 de julho e, relativamente aos parâmetros que esta legislação não precaver, o previsto na Norma Portuguesa NP 1796:2007 e no decreto lei nº 24/2012.

3 SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DAS SOLUÇÕES DE TRATAMENTO

Neste Estudo Prévio foram analisadas duas alternativas distintas de tratamento das águas residuais do empreendimento:

- Alternativa A – Tratamento das águas residuais e afinação para reutilização no interior do empreendimento;
- Alternativa B – Tratamento das águas residuais na ETAR do sistema multimunicipal e afinação para reutilização no interior do empreendimento da água da ETAR do sistema multimunicipal.

Na Alternativa A, prevê-se que as águas residuais do empreendimento sejam tratadas no interior do empreendimento com um nível de qualidade que permita a sua reutilização para rega de espaços verdes sem restrições de acesso. Para garantir a qualidade desejada para reutilização preconiza-se uma solução de tratamento biológico associado a membranas de ultrafiltração que garantem uma melhor qualidade da água comparativamente com as soluções convencionais de tratamento de lamas ativadas. Caso a água não seja necessária para reutilização prevê-se que seja descarregada no sistema de drenagem de águas residuais domésticas municipais, conforme exposto no capítulo 1.1. Nesta situação a ETAR será praticamente colocada em by-pass, continuando uma parte dos efluentes a ser tratado na ETAR, para garantir a manutenção da biomassa em atividade.

Na alternativa B prevê-se enviar as águas residuais para a ETAR da Companheira e posteriormente transportar a água residual tratada da ETAR de volta para o empreendimento onde será realizado um tratamento de afinação para garantir a qualidade da água necessária para reutilização para rega de espaços verdes sem restrições de acesso.

Contudo, a alternativa B apenas poderá ser considerada numa fase futura, quando a EMARP tiver resolvido os problemas de infiltração da água do mar no sistema de colectores municipais. Actualmente, a elevada salinidade do efluente tratado impede a utilização desta água para rega.

3.2 DESCRIÇÃO GERAL DA ALTERNATIVA A

3.2.1 Etapas de Tratamento

A solução de tratamento preconizada na Alternativa A é constituída pelas seguintes etapas de tratamento principais:

- Pré-tratamento:
 - Tamisação de 6 mm;
 - Desarenação/desengorduramento;
 - Equalização;
 - Tamisação de 1 mm.
- Tratamento biológico em MBR;
 - Remoção da carga orgânica, nitrificação e desnitrificação e remoção biológica e química de fósforo;
 - Reparação sólido / líquido em membranas de ultrafiltração;
 - Estação elevatória de lamas recirculação de lamas e lamas em excesso;
- Cloragem e elevação de água tratada;
- Tratamento de lamas:
 - Tanque de lamas em excesso;
 - Tambor de espessamento;
 - Centrifuga de desidratação
 - Contentor de armazenamento de lamas.
- Tratamento de odores:
 - Sistema de recolha de ar contaminado;
 - Sistema de desodorização em torres de lavagem química.

O Diagrama Linear da ETAR consta do Desenho 2 e a Implantação Geral apresenta-se no Desenho 3.

3.2.2 Pré-tratamento

Para remover os detritos de menor dimensão, as areias, óleos e gorduras transportados na água residual afluente à ETAR pelo sistema de drenagem, estão previstos dois equipamentos compactos de tamisação/desarenação/desengorduramento, instalado à superfície e completamente fechados, o que

previne a proliferação de maus cheiros. Na Figura 2 seguinte mostra-se uma fotografia deste equipamento.



Figura 2 – Estação Compacta de Pré-Tratamento - Fotografia

A elevada variabilidade do caudal afluente à ETAR por influência da sazonalidade da atividade turística recomenda a instalação de duas unidades em paralelo, cada uma com capacidade para metade do caudal. Deste modo, em época baixa, é possível garantir a capacidade de tratamento preliminar apenas com uma das unidades em funcionamento.

As areias decantadas são sujeitas a um processo de lavagem e extraídas através de um parafuso classificador para o contentor de recolha de areias.

Pelo arejamento do sistema também é possível a flotação de gorduras, no compartimento longitudinal paralelo ao compartimento de desarenamento. As gorduras acumuladas à superfície da lâmina líquida serão removidas por meio de uma pá raspadora, extraídas por bombagem para um concentrador de gorduras e, daí, encaminhadas para um contentor.

Após a gradagem e desarenação, o efluente será enviado para o tanque de equalização, o que permite que as etapas seguintes do processo de tratamento funcionem a caudal médio, otimizando o funcionamento processual e minimizando os investimentos.

Para garantir o bom funcionamento do processo de bioreator de membranas é necessário prever a instalação de tamisadores finos com um espaçamento de 1 mm antes do efluente ser introduzido no processo de tratamento biológico.

3.2.3 Tratamento biológico em MBR

3.2.3.1 Reator Biológico

O tratamento biológico é realizado segundo um sistema de lamas ativadas em reatores biológicos, equipados com sistema de arejamento submersível, operados em regime de arejamento prolongado, de forma a permitir a estabilização simultânea das lamas por digestão aeróbia no próprio órgão.

Cada reator vai estar dividido em 3 zonas distintas, uma primeira anaeróbia, seguido de uma zona anóxica e no final uma zona aeróbia.

A zona anaeróbia tem como objetivo a absorção biológica de fósforo. A remoção biológica de azoto irá ocorrer principalmente na etapa de desnitrificação que ocorrerá no reator anóxico, tendo como substrato a carga orgânica do efluente bruto. De forma a obter o nível de desnitrificação pretendido será efetuada a recirculação de parte do efluente nitrificado nas zonas arejadas a jusante para a entrada dos reatores anóxicos em questão.

Na zona aeróbia ocorrerá a redução do teor em matéria orgânica e a nitrificação das formas reduzidas de azoto por oxidação biológica aeróbia. As zonas aeróbias foram concebidas de modo a que os processos biológicos de degradação se desenvolvam em regime de baixa carga. No interior de cada zona aeróbia será instalado um grupo eletrobomba que fará a recirculação dos nitratos de volta para a entrada da zona anóxica a montante.

Para garantir o oxigénio necessário ao processo biológico de depuração serão instaladas redes de difusores de bolha fina no fundo das zonas aeróbias do reator biológico, que serão alimentadas por sobrepessores tipo roots (2+1 unidades) de instalação externa. Para além do fornecimento de oxigénio ao sistema biológico, estas redes de difusores garantirão a homogeneidade da mistura e evitarão a sedimentação dos sólidos.

De modo a otimizar o consumo energético da unidade, e sendo os sobrepessores responsáveis por aproximadamente 60% do consumo energético total da estação de tratamento, preconizou-se a instalação de sobrepessores do tipo híbrido com variação de frequência, e sondas de potencial redox e de medição de oxigénio dissolvido que controlarão o seu funcionamento.

Para a realização desta etapa do tratamento, foram previstas duas linhas de tratamento cada com capacidade para 50% da população equivalente do empreendimento.

Ao longo do horizonte de projeto da ETAR, o tratamento biológico será operado com concentrações de lamas ativadas que variarão entre os 10,0 e os 13,0 kg/m³, às quais corresponderão idades de lamas entre os 35 e os 15 dias, respetivamente para a situação de época baixa e época alta. Em qualquer dos casos, a extração de lamas em excesso deverá ser ajustada em função das condições de afluência e dos parâmetros operacionais pretendidos.

A determinação das concentrações de licor misto nos reatores biológicos deverá ser feita com uma periodicidade pelo menos semanal através da recolha de amostras e análise no laboratório. Uma medição em contínuo não é considerada necessária devido à elevada estabilidade do sistema de arejamento prolongado, no qual não são de esperar variações significativas nos valores de MLSS, a menos que se modifiquem propositadamente as condições operatórias.

Para a produção de lamas biológicas em excesso foi calculado o valor de 0,95 kg SST/kg CBO5 removida, para a época alta do ano horizonte. Este valor tem em consideração a razão SST/CBO5 nas águas residuais afluentes, a idade das lamas fixada, e toma em linha de conta as frações inorgânica e não biodegradável dos SST afluentes, assim como as frações biodegradáveis, não biodegradáveis e inorgânicas da biomassa em suspensão.

O oxigénio necessário para a degradação biológica das frações orgânicas contidas nas águas residuais é fornecido por uma rede de difusores submersíveis instalados nos reatores aeróbios de cada uma das linhas.

A alimentação das águas residuais e das lamas em recirculação é realizada à entrada dos reatores biológicos.

3.2.3.2 Membranas

Existem no mercado muitos tipos de membranas, sendo de destacar as membranas do tipo fibra oca e as membranas planas, nas Figuras 3 a 6 seguintes apresentam-se imagens destes tipos de membranas.

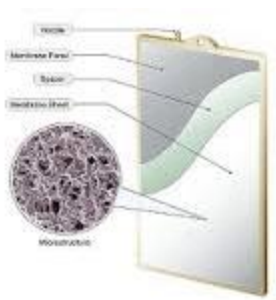


Figura 3 – Exemplo de membrana plana

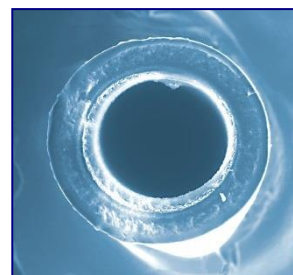
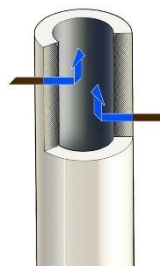


Figura 4 – Exemplo de membrana fibra oca



Figura 5 – Exemplo de módulos de membrana plana



Figura 6 – Exemplo de módulos de membrana fibra oca

Este sistema faz a combinação entre o sistema de lamas ativadas convencional e o sistema de ultrafiltração, como se pode constatar pela análise da imagem seguinte (Figura 7).

Modular MBR Schematic

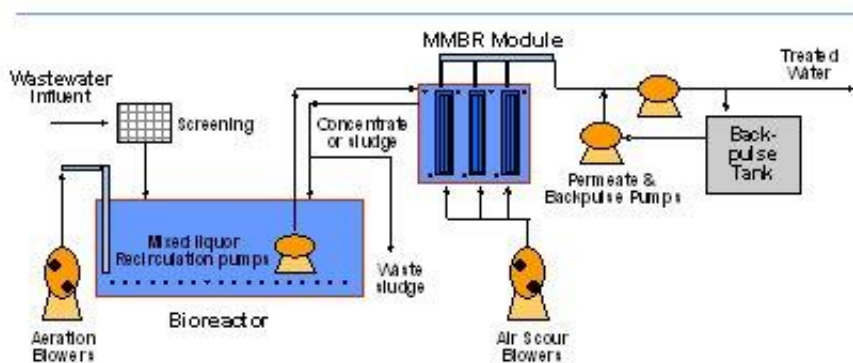


Figura 7 – Esquema de Funcionamento de um Sistema MBR

3.2.3.3 Produção de ar

De modo a otimizar o consumo energético preconizou-se a instalação de sobrepressores do tipo híbrido com variação de frequência.

A Figura 8 seguinte ilustra um sistema clássico de uma rede de difusores idêntica às a fornecer e instalar nos reatores aeróbios do tratamento biológico.

Os difusores são construídos em PP o que permite trabalhar com temperaturas de ar até 100°C, sendo toda a parafusaria e buchas de fixação dos suportes em aço inox AISI 316.



Todos as redes deverão possuir, pelo menos, um ponto de purga automática de ar / condensados.

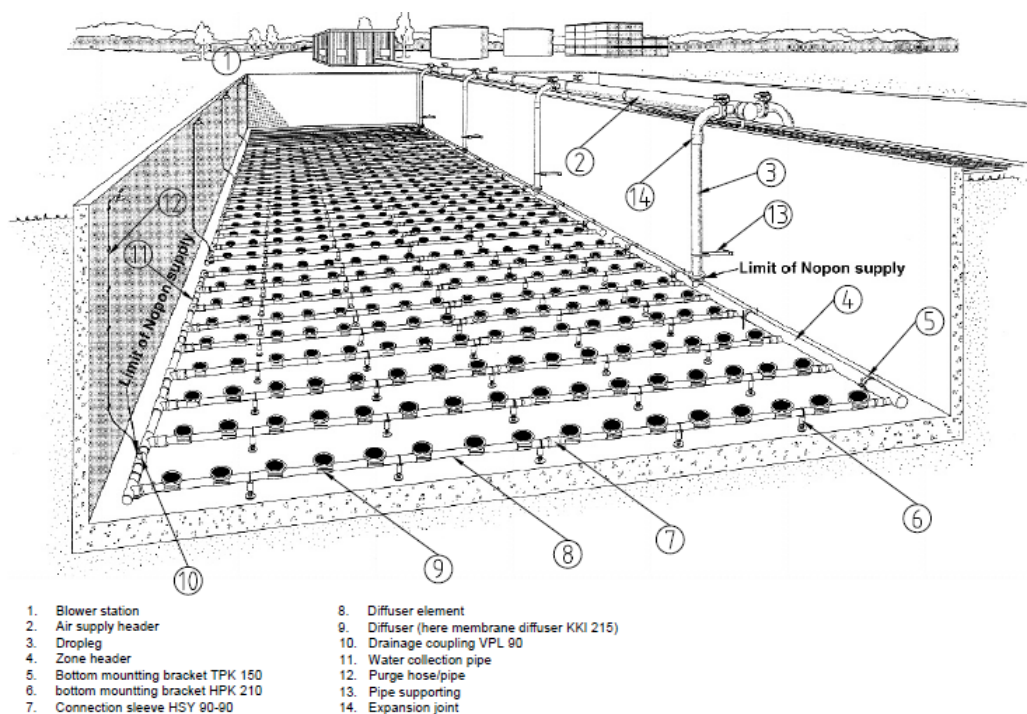


Figura 8 – Layout tridimensional de um sistema de arejamento com difusores de membrana

Deverá prever-se o fornecimento de um sistema de limpeza das membranas dos difusores com ácido fórmico.

3.2.3.4 Remoção físico-química de fósforo

Para garantir a eficiência necessária de remoção de fósforo para minimizar o risco de eutrofização dos lagos do empreendimento turístico prevê-se a dosagem de cloreto férrico no reator biológico.

O sistema será composto por um depósito de armazenamento e dosagem de cloreto férrico e das respetivas bombas doseadoras.

3.2.1 Cloragem e Armazenamento

3.2.1.1 Armazenamento e dosagem de Hipoclorito de sódio

A jusante do MBR prevê-se a possibilidade de o efluente ser encaminhado para a câmara de mistura rápida, onde a solução comercial de hipoclorito de sódio é injetada e misturada nas águas residuais através de um agitador.

Após a câmara de mistura rápida segue-se o tanque de contacto, onde pela existência de septos interiores é promovido o contacto do hipoclorito de sódio com os microrganismos remanescentes do tratamento anterior.

Para além da câmara de mistura e do tanque de contacto o sistema será ainda composto por um depósito de armazenamento e dosagem de hipoclorito e das respetivas bombas doseadoras.

3.2.1.2 Elevação para reutilização

Após a adição de hipoclorito a água residual tratada será encaminhado para a estação de bombagem que irá enviar a água para rede de rega ou para a albufeira da Herdade que irá servir de reservatório de água para rega.

Estação Elevatória será equipado com dois grupos elevatórios, funcionando alternadamente num esquema de reserva ativa. Os grupos estão dimensionados para o caudal necessário para o sistema de reutilização ainda por definir.

3.2.2 Tratamento de Lamas

3.2.2.1 Breve Descrição

Por sua vez, as lamas em excesso serão espessadas em dois espessadores gravíticos e enviadas para desidratação mecânica. Parte dos leitos de secagem existentes serão mantidos como reserva ao sistema de desidratação mecânica de lamas, pelo que terão de ser reabilitados. As lamas já desidratadas serão enviadas a destino final adequado.

A linha de tratamento da fase sólida resume-se nas seguintes fases:

- Espessamento mecânico;
- Desidratação.

3.2.2.2 Espessamento Mecânico

Está prevista a construção de um tanque de lamas em excesso que vai permitir o armazenamento de lamas em excesso a ser enviadas para espessamento. Este tanque será alimentado pelas bombas de lamas em excesso existentes nos tanques de arejamento.

A alimentação das lamas à mesa de espessamento será realizada através de dois grupos eletrobomba de parafuso excêntrico a instalar junto ao tanque de armazenamento de lamas em excesso.

Optou-se por uma etapa de espessamento mecânico devido ao risco acrescido, que existe em sistemas de MBR, de produção de lamas com baixa decantabilidade, que podem apresentar baixa eficiência de espessamento em espessadores gravíticos.

A saída de sobrenadante e da água de lavagem da mesa de espessamento é realizada na parte inferior do equipamento, sendo a partir daí encaminhado para a estação elevatória de escorrências que será instalada por baixo da sala do pré-tratamento. Esta estação elevatória irá enviar as escorrências para a câmara a montante do pré-tratamento.

As lamas espessadas são descarregadas na tremonha de carga da bomba de lamas espessadas que será instalada por baixo da referida tremonha. Esta bomba irá enviar as lamas para a centrífuga de desidratação.

3.2.2.3 Desidratação de lamas

3.2.2.3.1 Considerações prévias

Neste projeto preconiza-se a instalação de uma centrífuga no edifício de desidratação de lamas.

Quando o regime de operação da instalação permita, prevê-se que a concentração de sólidos à entrada do sistema de desidratação esteja na faixa dos 2,0 a 3,0%, sendo expectável que a concentração final de sólidos nas lamas desidratadas seja superior a 20%.

Prevê-se o condicionamento das lamas com polielectrólito, o qual promoverá a formação de flocos de maior dimensão, otimizando o processo de separação entre fases.

O polielectrólito será preparado numa central automática, que permitirá efetuar a preparação, a maturação e o doseamento de uma solução-mãe a uma concentração elevada. Para dosear a solução de polímero à concentração desejada, prever-se-á a instalação de um painel de diluição em linha que permitirá diluir para a concentração de doseamento desejada.

3.2.2.3.2 Centrífuga

A máquina propriamente dita (ver Figura 9 seguinte) é constituída por um rotor cilindro-cónico girando entre dois eixos apoiados em chumaceiras assentes numa estrutura. O rotor compreende o tambor de decantação, um parafuso transportador e um redutor que permite ao parafuso rodar ligeiramente mais rápido que o tambor.

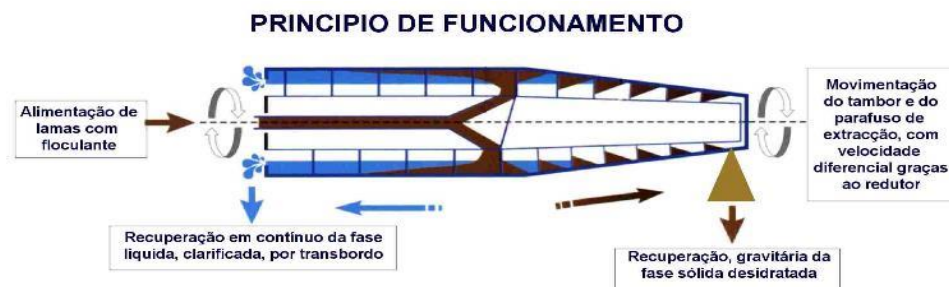


Figura 9 – Centrífuga – Princípio de funcionamento

A mistura de lamas a centrifugar é introduzida no interior do rotor, repartindo-se entre o tambor de decantação e o parafuso transportador de lamas, onde é submetida ao efeito da força centrífuga.

O líquido clarificado é conduzido através dos orifícios de descarga, enquanto que o sólido decantado progride a uma velocidade regulada pelo diferencial de rotação do parafuso de extração em relação ao tambor de decantação, para ser finalmente descarregado em contínuo, na extremidade cônica do tambor.

A centrifugas de desidratação de lamas estão estudadas e preparadas para um funcionamento inteiramente automático e contínuo, sem vigilância, graças a uma eletrónica especialmente concebida.

Instala-se habitualmente em instalações interiores, sobre um suporte de betão, com a interposição de amortecedores de vibrações, incluídos no nosso fornecimento. A sua conceção (sistema isostático) reduz ao mínimo as vibrações e o nível de barulho.

A alimentação deve efetuar-se de modo regular e homogéneo, com a ajuda de uma bomba volumétrica de caudal regulável.

Prever a colocação de uma tomada de água para lavagem da centrífuga (baixo consumo de água de lavagem e unicamente na altura de paragem da instalação).

A zona de descarga de lamas facilita a instalação de todos os dispositivos de transporte de lamas. É recomendável o uso de transportador sem-fim, inclinado, sem veio central, com descarga na parte baixa para a recuperação das águas de arranque e de lavagem no fim de ciclo de operação.

A conceção estanque das centrífugas permite a ventilação simultâneo do ar viciado e dos odores em simultâneo com o funcionamento do equipamento, enquanto se mantém o local limpo e seco.

A desmontagem e manutenção do equipamento são fáceis e rápidas (utilização de um simples monorail).

3.2.2.3.3 Unidade de Preparação Automática de Polímero

Instalação de preparação automática de floculante em pó de 3 câmaras, montado e pronto a utilizar, para a preparação de uma solução de dosagem de 0,1 a 0,4 %, composta essencialmente dos seguintes elementos:

Tanque combinado de preparação (1), maturação (1) e de armazenamento (1) em aço inox com reforços e bases para a montagem de outros elementos.

Doseador de produtos secos, cobertura do tubo de doseamento e tremonha de pó com cobertura. Motorização por Motoredutor trifásico de velocidade variável.

Sistema de injeção e humidificação do pó com tremonha de alimentação, caudalímetro e valvularia para a água de dissolução.

Quadro elétrico de comando automático da unidade de preparação.

3.2.2.3.4 Painel de Diluição

Destina-se a diluir o floculante com água, antes da injeção nas lamas., e deve incluir válvula de diafragma, misturador estático e válvula antirretorno.

3.2.3 Tratamento de Odores

3.2.3.1 Ventilação/Extração

O objetivo da ventilação dos locais é de impedir a difusão para o exterior de poluentes atmosféricos produzidos no decurso do tratamento.

Para se proceder à extração dos poluentes provenientes dos órgãos de tratamento prevê-se a instalação de coberturas para confinamento dos gases a tratar. Em cada um destes órgãos proceder-se-á à aspiração do ar poluído através de tubagens adequadas. O ar proveniente da rede de ventilação será comprimido por ventiladores e conduzido para a unidade de desodorização, donde será expelido para a atmosfera devidamente tratado.

Os ventiladores/exaustores serão dimensionados de modo a poder aspirar o caudal calculado e a vencer as perdas de carga acumuladas das redes, dos dispositivos de desodorização e da descarga atmosférica do ar tratado. Será prevista a existência de locais para admissão de ar, de modo a criar um

efeito de corrente de ar que reduza ao mínimo as zonas mortas, garantindo assim que a concentração dos diversos poluentes que se prevê extrair dos órgãos não ultrapasse a concentração aceitável.

O dimensionamento das condutas será baseado no método misto velocidade constante e perda de carga baixa. Todas as curvas serão projetadas com um raio interior igual ou superior à largura das condutas. Nas ligações das condutas aos ventiladores serão previstas juntas anti vibração.

3.2.3.2 Tratamento do Ar Extraído

Os lavadores utilizados são torres de enchimento plástico que funcionam em contracorrente, com a adição de reagentes de neutralização (ácido sulfúrico, hipoclorito e soda);

A adsorção gás-líquido: consiste em neutralizar os compostos odoríferos em torres com enchimento de plástico que funcionam em contracorrente, com adição de reagentes de neutralização (ácido sulfúrico, hipoclorito de sódio ou peróxido de hidrogénio, soda cáustica); esta é talvez a técnica mais utilizada em estações de tratamento de alguma dimensão.

A torre ácida, com adição de ácido sulfúrico, permite a remoção das elevadas concentrações de amoníaco e compostos azotados, a torre alcalina permite a redução do sulfureto de hidrogénio e os mercaptanos, através da adição de hipoclorito de sódio onde também é adicionada soda para permitir a lavagem alcalina dos gases.

Sistema de exaustão que correspondem às tubagens que irão percorrer a instalação de tratamento e que, nos pontos de maior produção de odores, serão equipados com sistemas de regulação da entrada do caudal de ar nos pontos de recolha.

Os Ventiladores acoplados ao sistema das condutas de aspiração e que terá como função a extração forçada do ar viciado nos pontos de maior produção de odores. O ventilador enviará ainda o ar rico em gás sulfídrico extraído para dois “scrubber” em série onde este entra em contacto com ácido sulfúrico e posteriormente hipoclorito de sódio e hidróxido de cálcio. O ar é em seguida libertado para a atmosfera livre de odores.

Prevê-se a cobertura dos ventiladores de extração de ar do sistema com canópias de insonorização para reduzir as emissões de ruído.

3.3 DESCRIÇÃO GERAL DA ALTERNATIVA B

3.3.1 Considerações prévias

A linha de tratamento da fase líquida consiste resumidamente no seguinte:

- Tanque de equalização;
- Sistema de Ultrafiltração;
- Adição de hipoclorito de sódio;
- Reservatório de contacto com o hipoclorito;
- Reservatório de água residual tratada e bombagem para o reservatório de distribuição para a rega;
- Descarga de águas de lavagem.

O Diagrama Linear apresenta-se no Desenho 4 e a Implantação Geral no Desenho 5.

3.3.2 Tanque de Equalização

Para permitir o funcionamento contínuo e otimizar o dimensionamento do sistema de desinfecção prevê-se a construção de um tanque de equalização a montante da unidade de ultrafiltração. Este tanque irá receber a água residual tratada proveniente da ETAR da Companheira, a partir do tanque a água será enviada para a unidade de ultrafiltração.

3.3.3 Ultrafiltração

A filtração por membranas é um dos métodos que permite a melhoria da qualidade da água na medida em que, sendo a membrana uma barreira seletiva entre duas fases, esta apenas permite passar certos componentes da água a tratar, garantindo uma qualidade final enquanto a membrana se conservar intacta.

Em ultrafiltração, as membranas retêm partículas cujo diâmetro varia entre 10 e 200 Å, as partículas retidas são macromoléculas que contribuem pouco para a pressão osmótica.

Na Figura 10 seguinte apresenta-se uma ilustração com as diferentes aplicações das membranas, onde estão representadas as dimensões e a massas das partículas retidas.

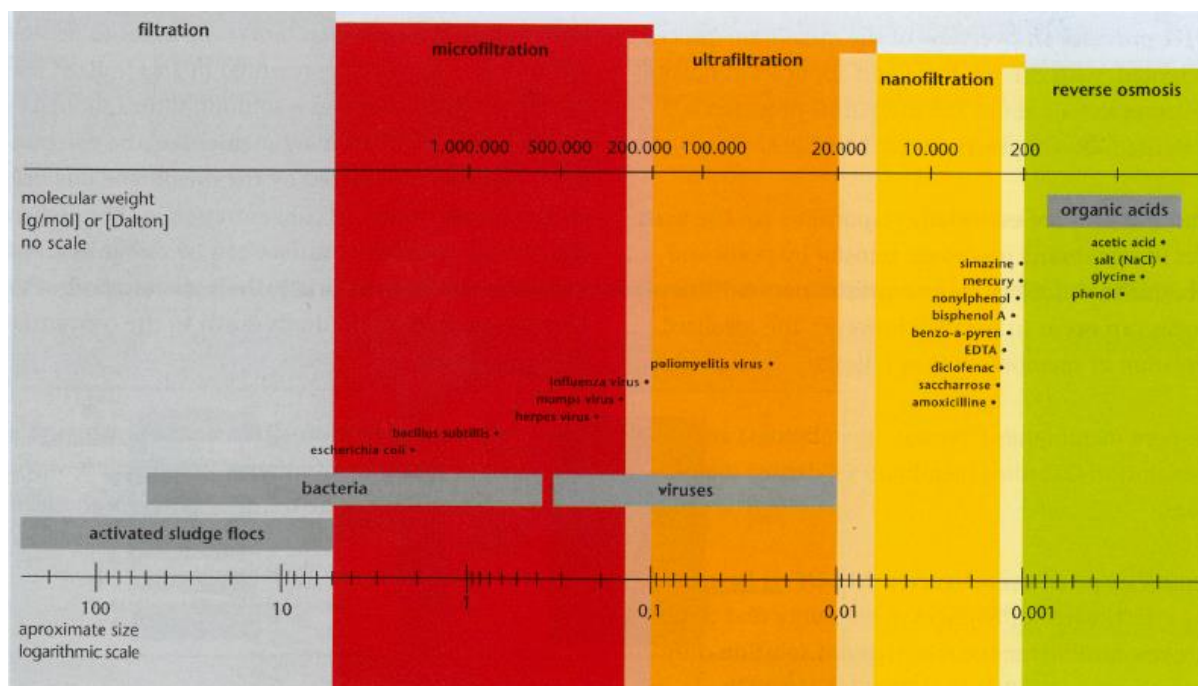


Figura 10 – Dimensões das Partículas Retidas nos Vários Tipos de Filtração

Como se pode constatar da análise da figura anterior as membranas de ultrafiltração são aquelas que permitem funcionar como barreira para vírus e bactérias.

Na Figura 11 seguinte aparenta-se um exemplo de um pequeno modulo de membranas de ultrafiltração, utilizado para a produção de água reutilizada a partir de águas residuais domésticas.



Figura 11 – Exemplo de um Sistema de Ultrafiltração

Na Figura 12 seguinte apresenta-se um esquema das membranas em funcionamento normal e lavagem. As etapas de lavagem são controladas por autómato e por sensores instalados no sistema.

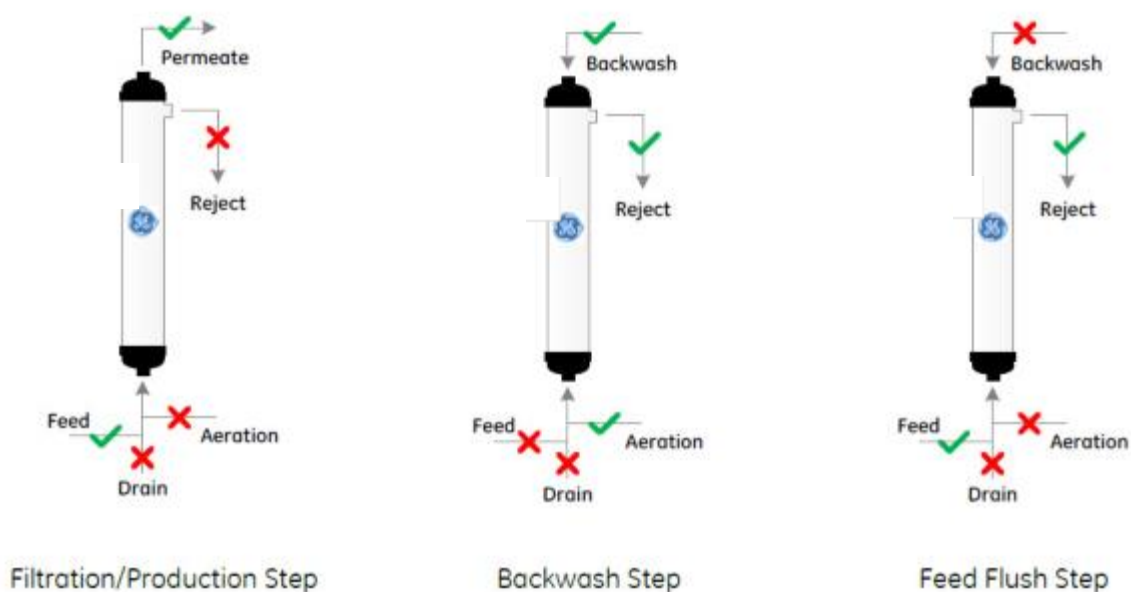


Figura 12 – Esquema de Funcionamento do Sistema de Ultrafiltração Proposto

De um modo simplificado o sistema é composto por grupos de alimentação, filtros de proteção, membranas de ultrafiltração, dosagem de reagentes para limpeza das membranas e bombas de lavagem. Na Figura 13 seguinte apresenta-se um esquema do sistema previsto.

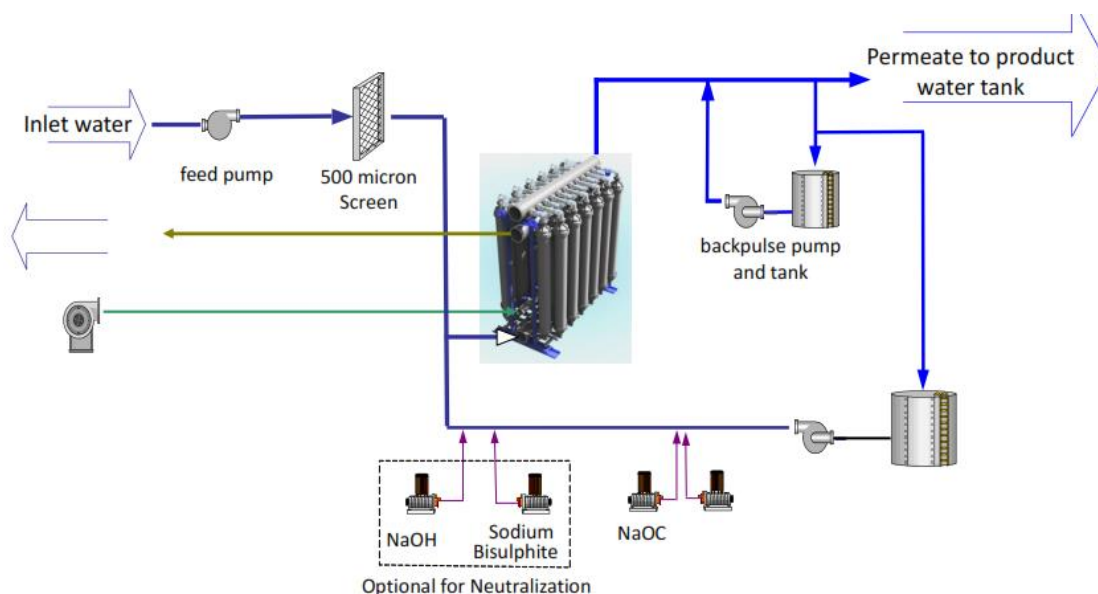


Figura 13 – Esquema do Sistema de Ultrafiltração Proposto

Existem diferentes tecnologias de ultrafiltração que permitem a garantias dos requisitos necessários, pelo que o equipamento a propor deverá no mínimo apresentar as seguintes características:

- Material da membranaPVDF
- Dimensão do poro0,02 micron

3.3.4 Armazenamento e dosagem de Hipoclorito de sódio

A jusante do sistema de ultrafiltração prevê-se a possibilidade de o efluente ser encaminhado para a câmara de mistura rápida, onde a solução comercial de hipoclorito de sódio é injetada e misturada nas águas residuais através de um agitador.

Após a câmara de mistura rápida segue-se o tanque de contacto, onde pela existência de septos interiores é promovido o contacto do hipoclorito de sódio com os microrganismos remanescentes do tratamento anterior.

Para além da câmara de mistura e do tanque de contacto o sistema será ainda composto por um depósito de armazenamento e dosagem de hipoclorito e das respetivas bombas doseadoras.

3.3.5 Elevação para reutilização

Após a adição de hipoclorito a água residual tratada será encaminhado para a estação de bombagem que irá enviar a água para rede de rega ou para a albufeira da Herdade que irá servir de reservatório de água para rega.

Estação Elevatória será equipado com dois grupos elevatórios, funcionando alternadamente num esquema de reserva ativa. Os grupos estão dimensionados para o caudal necessário para o sistema de reutilização ainda por definir.

3.3.6 Descarga de Águas de Lavagem

A água de lavagem da unidade de ultrafiltração será descarregada na rede de águas residuais e será encaminhada junto com as restantes águas residuais do empreendimento para tratamento na ETAR multimunicipal.

4 AVALIAÇÃO GLOBAL DAS SOLUÇÕES

4.1 CUSTOS DE PRIMEIRO INVESTIMENTO

A estimativa orçamental foi realizada com base em medições simplificadas de quantidades de trabalhos. No Quadro 3 seguinte apresenta-se um resumo dos valores de investimento para cada uma das três soluções descritas nos capítulos anteriores.

Quadro 3 – Resumo da Estimativa de Investimento em Cada Solução

Designação	Custos de investimento (€)	
	Solução A	Solução B
Diversos	233 790 €	85 290 €
Construção Civil	793 504 €	694 877 €
Equipamento, Válvulas e Instrumentação	1 675 100 €	595 003 €
Instalações Elétricas e Automação	599 530 €	87 784 €
Investimento na 1ª Fase	3 301 924 €	1 462 954 €
Investimento na 2ª Fase	762 790 €	253 000 €
Investimento Total do Tratamento de Águas Residuais	4 064 714 €	1 715 954 €

Como é evidenciado no quadro resumo, a Solução A corresponde à opção com maior custo de investimento, no entanto o custo de investimento entre as soluções não é comparável, uma vez que a solução B apenas faz o tratamento de afinação do efluente tratado da ETAR da Companheira.

4.2 CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

Para determinação e comparação dos custos de exploração foram considerados os consumos de reagentes e os encargos com a recolha, transporte e deposição dos subprodutos gerados. Foram ainda tidos em conta os equipamentos instalados em cada uma das soluções, tendo-se admitido um custo unitário de energia de 0,08 €/kWh. Na determinação dos encargos com reagentes e subprodutos consideraram-se os seguintes pressupostos:

- Cloreto férrico: foi considerado um preço de 0,13 €/kg, já incluindo despesas de transporte;
- Polieletrólito: foi considerado um preço de 4,64 €/kg, já incluindo despesas de transporte;
- Hipoclorito de sódio: foi considerado um preço de 0,17 €/kg, já incluindo despesas de transporte;
- Resíduos (gradados, tamisados, areias, gorduras e lamas): recolha de camião-cisterna com capacidade de 5 m3 e transporte a destino final certificado e autorizado: 45 €/ton.

Com base nessa informação foram calculados os custos atualizados de exploração durante um período de 40 anos para cada solução. Os custos foram atualizados utilizando três taxas de atualização (T) diferentes com o objetivo de efetuar uma análise de sensibilidade das soluções em análise.

Os custos de operação da Solução B estão muito dependentes do custo de tratamento das águas residuais a definir pelo Município. Assim, optou-se por analisar dois cenários de custos de tratamento na ETAR municipal. No Cenário B.1 admitiu-se que os custos de tratamento na ETAR municipal era de 0,7887 €/m³ e no Cenário B.2 admitiu-se um valor de 1,0776 €/m³.

O Quadro 4 seguinte apresenta o resumo dos valores do custo anual de exploração para os três cenários.

Quadro 4 - Estimativa de Custos de Exploração para Cada Solução

Solução	Custo anual de exploração (Ano 0)	Custo anual de exploração (Ano HP) ¹⁾	Custos de Exploração (40 anos) ¹⁾
Solução A	145 114 €	57 867 €	4 638 539 €
Solução B.1	189 421 €	117 909 €	6 535 105 €
Solução B.2	241 712 €	154 840 €	8 397 932 €

1) Considerando taxa de atualização de 3%

Da análise do quadro anterior constata-se que o custo do tratamento na ETAR municipal vai ter um impacto muito significativo no custo total da Solução B.

4.3 ANÁLISE GLOBAL DE CUSTOS

Na análise global dos custos foram considerados os custos de investimento, os custos de manutenção e substituição dos equipamentos durante o período de 40 anos e os custos de exploração. Os custos foram atualizados utilizando três taxas de atualização (T) diferentes com o objetivo de efetuar uma análise de sensibilidade dos vários cenários.

Com base nos caudais estimados para cada ano de operação foi ainda estimado o custo total atualizado por metro cúbico de água residual tratada. Salienta-se que este custo vai estar muito dependente da quantidade de água residual tratada anualmente uma vez que é difícil estimar este valor por existe uma variação muito significativa de caudal ao longo do ano e ao longo do tempo de vida útil do empreendimento.

No Quadro 5 seguinte apresenta-se um resumo dos valores globais de custos para cada uma das soluções e cenários de atualização.

Quadro 5 - Estimativa de Custos Atualizados de Investimento e Exploração para Cada Solução

Soluções		Custo de Investimento e Exploração Atualizado (€/40 ano)		
		T=2%	T=3%	T=4%
Estimativa de volume tratado (m ³ /40 anos)		12 249 160	12 249 160	12 249 160
Solução A - ETAR e reutilização na Herdade	Investimento inicial	3 301 924 €	3 301 924 €	3 301 924 €
	Exploração (incluindo substituição de equipamentos e 2ª fase de investimentos)	5 540 941 €	4 638 539 €	3 931 823 €
	Custo total atualizado	8 842 865 €	7 940 463 €	7 233 747 €
	Custo unitário atualizada	0,72 €	0,65 €	0,59 €
Solução B.1 - Tratamento de águas residuais na ETAR da Companhia e Afinação na Herdade	Investimento inicial	1 462 954 €	1 462 954 €	1 462 954 €
	Exploração (incluindo substituição de equipamentos e 2ª fase de investimentos)	7 908 356 €	6 535 105 €	5 474 368 €
	Custo total atualizado	9 371 310 €	7 998 059 €	6 937 322 €
	Custo unitário atualizada	0,77 €	0,65 €	0,57 €
Solução B.2 - Tratamento de águas residuais na ETAR da Companhia e Afinação na Herdade	Investimento inicial	1 462 954 €	1 462 954 €	1 462 954 €
	Exploração (incluindo substituição de equipamentos e 2ª fase de investimentos)	10 170 801 €	8 397 932 €	7 029 798 €
	Custo total atualizado	11 633 755 €	9 860 886 €	8 492 752 €
	Custo unitário atualizada	0,95 €	0,81 €	0,69 €

Na Figura 14 seguinte apresenta-se de forma gráfica os custos de investimento e os custos operacionais de cada uma das soluções discriminados por fases de investimento e divididos pelo tratamento de águas residuais e pela produção de água para reutilização.

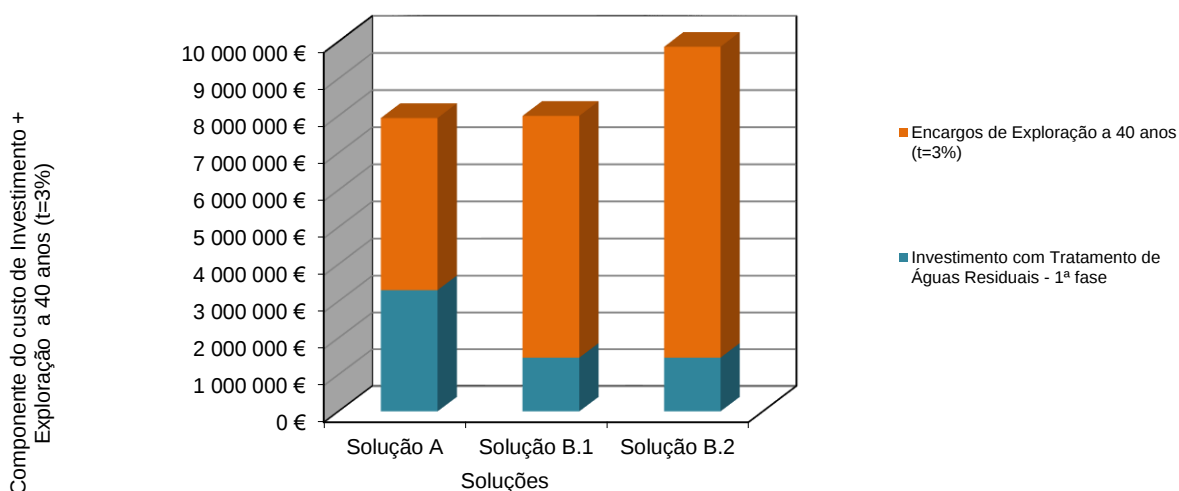


Figura 14 – Gráfico comparativo de custos globais (investimento + exploração a 40 anos com taxa de atualização de 3%) das cinco soluções

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A “Solução A” (Tratamento das águas residuais e afinação para reutilização no interior do empreendimento) apresenta custos muito semelhantes à solução B.1 e a solução B.2 apresenta custos mais elevados. Esta solução é interessante por possibilitar a reutilização do efluente tratado, bem como a utilização de lamas, desde que higienizadas, na exploração agrícola.

Assim, para que a Solução “B” (Tratamento das águas residuais na ETAR do sistema multimunicipal e afinação para reutilização no interior do empreendimento da água da ETAR do sistema multimunicipal) seja viável é necessário confirmar com a empresa municipal de águas e resíduos de Portimão (EMARP) qual a tarifa que será cobrada pelo tratamento das águas residuais na ETAR Municipal.

Salienta-se que na “Solução A” se admitiu que a EMARP apenas iria cobrar a tarifa de água e não a tarifa de águas residuais. Caso a EMARP não aceite cobrar apenas a tarifa de águas a “Solução A” deixa de ser viável.

Assim, a seleção da solução a instalar vai depender de vários factores, entre os quais as garantias de qualidade do efluente tratado na ETAR da Companheira. De referir que a Solução B é por enquanto inviabilizada pelo facto de ocorrerem infiltrações de água do mar no sistema de recolha de águas residuais urbanas de Portimão, com consequente carga de salinidade no efluente tratado da ETAR da Companheira.



TPF - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A.
Rua Laura Alves, N.º 12 - 8º-1050-138 Lisboa, Portugal
Tel. +351 218 410 400
Fax +351 218 410 409
geral@tpf.pt