

ASSOCIAÇÃO DE MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO PLANALTO BEIRÃO

Centro Integrado de Tratamento de
Resíduos Sólidos Urbanos do
Planalto Beirão

Pedido de Licenciamento de Operações de Gestão de Resíduos

- I. Unidade de Tratamento Mecânico
e Biológico
- II. Centro de Triagem
- III. Centro de Tratamento e Recepção
de REEE

FORMULÁRIO LUA

- RECURSOS HÍDRICOS -

**MÓDULO IV – Caracterização das
linhas de tratamento**

Caracterização das linhas de tratamento, dimensionamento dos órgãos, com indicação das respectivas eficiências e sistemas de monitorização.

O presente pedido de licenciamento engloba as Operações de Gestão de Resíduos desenvolvidas no Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (CITRU) do Planalto Beirão, concretamente nas seguintes instalações:

- Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico;
- Centro de Triagem;
- Centro de Tratamento e Recepção de REEE.

Operacionalmente, o Centro Integrado de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Planalto Beirão é constituído por um aterro sanitário de resíduos não perigosos (detentor da Licença Ambiental n.º 354/0.1/2016 e do Alvará de Licença para Operação de Deposição de Resíduos em Aterro n.º 1/2019/CCDRC), pelas instalações acima elencadas (para as quais se está a instruir o presente pedido de licenciamento de OGR), bem como pelas instalações de apoio comuns.

Assim, o pedido consubstanciado pelo processo em curso, tem como objecto o licenciamento das Operações de Gestão de Resíduos associadas ao estabelecimento do CITRU do Planalto Beirão, que inclui as instalações de tratamento de resíduos em questão, concretamente, o Centro de Triagem (LOGR 27/2011, caducada), o Centro de Tratamento e Recepção de REEE (LOGR 42/2009, caducada) e a Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (LOGR 51/2012, caducada), bem como engloba o licenciamento de exploração de ampliação do aterro do CITRU do Planalto Beirão, correspondente a uma construção de parte da Célula 2 prevista na Licença Ambiental n.º 354/0.1/2016.

Não obstante, para efeitos da presente componente *Caracterização das linhas de tratamento*, a informação é prestada para todas as infra-estruturas do CITRU do Planalto Beirão.

Nas instalações do CITRU do Planalto Beirão existem duas estações de tratamento, concretamente:

- **Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes (ETAL):** corresponde ao ponto de descarga EH1, conforme codificação na Licença Ambiental 354/0.1/2016, e ao TURH com número de processo 450.10.04.01.012783.2018.RH4A e utilização L014414.2018.RH4A;
- **Estação de Tratamento de Águas Residuais da pista de lavagem (ETAR):** corresponde ao ponto de descarga EH4, conforme codificação na Licença Ambiental

354/0.1/2016, e ao TURH com número de processo 450.10.04.01.005048.2018.RH4A e utilização L012119.2018.RH4A.

Os títulos associados às utilizações n.º L014414.2018.RH4A e L012119.2018.RH4A podem ser consultados em *Módulo IV - Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos - Rejeição de águas residuais*.

Relativamente à ETAL, em síntese, esta estação visa o tratamento dos efluentes da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) e do Centro de Triagem, bem como dos lixiviados gerados no aterro, sendo composta por duas linhas de tratamento. A Linha 1 visa o processamento dos efluentes da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) e do Centro de Triagem, integrando uma unidade de osmose inversa, com capacidade instalada de 120 m³/d, e a Linha 2 visa o tratamento do lixiviado gerado no aterro sanitário e integra duas unidades de osmose inversa, com uma capacidade instalada de 400 m³/d. A descrição detalhada da ETAL, bem como as respectivas características específicas de funcionamento e de dimensionamento podem ser consultados no anexo *ETAL* ao presente documento.

Estima-se que a produção de efluentes decorrentes da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) e do Centro de Triagem seja de 100 m³/d a 140 m³/d. Este valor integra os efluentes provenientes do Centro de Triagem (1 m³/d), bem como dos edifícios da nova plataforma de compostagem (1 m³/d) e da linha de preparação de Combustível Derivado de Resíduos (1 m³/d), sendo o restante volume proveniente do edifício associado ao Tratamento Mecânico e Central de Valorização Orgânica.

Relativamente ao volume de produção de lixiviados gerados pela ampliação do aterro estima-se que este corresponda a um caudal máximo de 100 m³/d. Este valor foi estimado tendo como referência a experiência acumulada da produção de lixiviados do aterro existente - de aproximadamente 180 m³/d a 200 m³/d -, e tendo em consideração um conjunto integrado de factores, em particular, a intensidade da precipitação e as características dos resíduos, bem como as características, métodos e técnicas de exploração e gestão do aterro, tendo particular relevância a área da frente de aterro exposta à incidência das águas pluviais.

No que concerne à ETAR da pista de lavagem, em síntese, esta estação visa o tratamento dos efluentes da pista de lavagem e os efluentes domésticos resultantes de balneários, laboratório e sanitários, sendo constituída por um separador de óleos e gorduras na conduta das águas residuais da pista de lavagem, complementado com gradagem, tratamento físico-químico de flotação com ar dissolvido, seguido de um processo biológico de lamas activadas descontínuo por partidas. A descrição detalhada da ETAR, bem como as respectivas características específicas de funcionamento e de dimensionamento podem ser consultados no anexo *ETAR* ao presente documento.

A produção de efluentes média que afluí à ETAR da pista de lavagem é de 8 m³/d a 10 m³/d, valor este em linha de conta com o histórico registado.

O controlo da descarga das águas residuais, após tratamento na ETAL e na ETAR, é efectuado de acordo com o especificado nos respectivos TURH, utilizações n.º L014414.2018.RH4A e L012119.2018.RH4A respectivamente, conforme sintetiza a tabela seguinte.

Tabela 1 – Monitorização de águas residuais

| Parâmetro | VLE | ETAL (utilização L014414.2018.RH4A) | ETAR (utilização L012119.2018.RH4A) |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Frequência de amostragem | Frequência de amostragem |
| pH | 6 - 9 (Escala de Sörensen) | Mensal | Trimestral |
| Carência Bioquímica de Oxigénio | 40 mg/L O ₂ | Mensal | Trimestral |
| Carência Química de Oxigénio | 150 mg/L O ₂ | Mensal | Trimestral |
| Sólidos Suspensos Totais | 60 mg/L | Mensal | Trimestral |
| Azoto amoniacal | 10 mg/L NH ₄ | Mensal | - |
| Azoto total | 15 mg/L N | Mensal | Semestral |
| Fósforo total | 10 mg/L P | Mensal | Semestral |
| Óleos e Gorduras | 15 mg/L | Mensal | Trimestral |
| Óleos Minerais | 15 mg/L | - | Trimestral |
| Nitratos | 50 mg/L NO ₃ | Mensal | - |
| Chumbo total | 1 mg/L Pb | Mensal | - |
| Mercúrio total | 0,05 mg/L Hg | Mensal | - |
| Cobre total | 1 mg/L Cu | Mensal | - |

Previamente ao encaminhamento dos efluentes da pista de lavagem para a ETAR da pista de lavagem, existe um separador de hidrocarbonetos com uma capacidade total de 1360 L, dimensionado para um caudal de 3 L/s.

Existe ainda um separador de hidrocarbonetos com um volume útil de 6500 L, associado ao tratamento de efluentes pluviais da zona das oficinas, estando este dimensionado para um caudal de 35 L/s.

Em anexo *Fichas técnicas dos separadores* podem ser consultadas as fichas técnicas referentes aos separadores de hidrocarbonetos mencionados.

A caracterização das águas residuais por ponto de descarga, antes e após tratamento, podem ser consultadas no quadro Q22: *Caracterização das águas residuais por ponto de descarga*, constante do Módulo IV da versão revista do formulário LUA, submetido via plataforma SILiAmb.

ETAL

Memória descritiva e Justificativa

Alteração e ampliação do sistema de tratamento de Lixiviados do Planalto Beirão, motivados pelos incêndios de 15 de Outubro de 2017, que deixaram grande parte do sistema de tratamento inoperacional.

A solução de tratamento contempla a utilização de infra-estruturas existentes e em bom estado de conservação, nomeadamente a utilização das lagoas de regularização 1, 2 e 3, da lagoa de permeado, dos lavadores de gases e de tanque e depósitos existentes.

Índice:

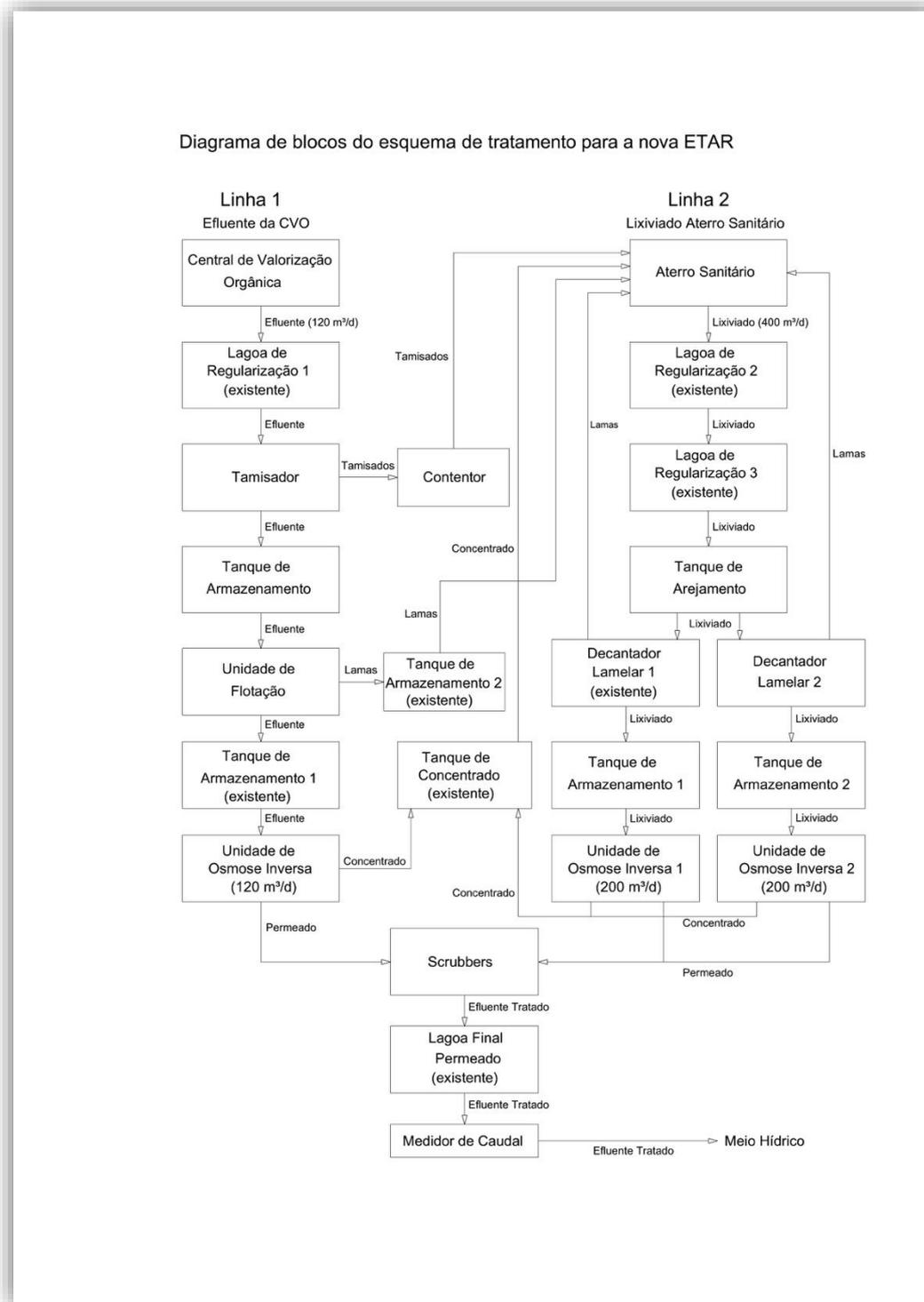
| | | |
|--------|---|----|
| 1. | DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA | 4 |
| 1.1 | Esquema de tratamento | 4 |
| 1.2 | Capacidade de tratamento | 5 |
| 1.3 | Descrição sintética dos princípios gerais | 5 |
| 1.3.1 | Linha 1 – Efluente da CVO | 5 |
| 1.3.2 | Linha 2 – Lixiviado do AS..... | 6 |
| 1.4 | Integração nas Infraestruturas Existentes | 6 |
| 2. | PRINCÍPIOS TECNOLÓGICOS DOS SISTEMAS DE OSMOSE INVERSA | 10 |
| 2.1. | Filtração Cross-flow..... | 10 |
| 2.2. | Difusão e Osmose..... | 11 |
| 2.3. | Tipos de Membranas..... | 11 |
| 3. | DESCRIÇÃO TÉCNICA E ASPETOS COMUNS DOS SISTEMAS DE OSMOSE INVERSA | 13 |
| 3.1. | Caudais | 14 |
| 3.2. | Alimentação do Processo | 14 |
| 3.3. | Etapas de Tratamento nas Unidades de Osmose Inversa..... | 14 |
| 3.3.1. | Pré-filtração | 15 |
| 3.3.2. | Dosagem de Químicos | 16 |
| 3.3.3. | Sistemas de Membranas | 17 |
| 3.4. | Concentrados | 18 |
| 3.5. | Vida útil das membranas..... | 19 |
| 3.6. | Limpeza dos Sistemas | 19 |
| 3.7. | Sistema de Controlo e Comando | 19 |
| 3.8. | Sistema de paragem de emergência:..... | 20 |
| 4. | DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE OSMOSE INVERSA | 21 |
| 4.1. | LINHA 1 – Lixiviado da CVO | 21 |
| 4.1.1. | Lixiviado na Entrada..... | 21 |
| 4.1.2. | Parâmetros do Processo..... | 21 |
| 4.1.3. | Dados de Funcionamento..... | 22 |
| 4.1.4. | Dimensionamento dos Órgãos e Equipamentos | 23 |
| 4.2. | LINHA 2 – Lixiviado do AS..... | 23 |
| 4.2.1. | Lixiviado na Entrada..... | 23 |
| 4.2.2. | Parâmetros do Processo..... | 23 |
| 4.2.3. | Dados de Funcionamento..... | 25 |
| 4.2.4. | Dimensionamento dos Órgãos e Equipamentos | 25 |
| 4.3. | Reagentes Químicos..... | 26 |
| 4.4. | Consumíveis | 26 |
| 4.5. | Materiais Aplicados..... | 26 |
| 4.6. | Estrutura da Unidade | 26 |
| 4.7. | Alarme de Gás | 28 |
| 4.8. | Métodos e Equipamentos de Extinção de Incêndio | 28 |

| | | |
|----|--|----|
| 5. | ESQUEMA PROCESSUAL E BALANÇO DO SISTEMA..... | 30 |
| 6. | ESQUEMA TRIDIMENSIONAL DOS SISTEMAS DE OI..... | 32 |

1. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

1.1 Esquema de tratamento

O novo esquema de tratamento preconizado, e que continuará a circunscrever-se à linha líquida, é o que se ilustra no quadro seguinte.



Quadro 1 - Diagrama processual para a nova ETAR.

1.2 Capacidade de tratamento

A solução técnica terá uma capacidade instalada total de tratamento igual a 520 m³/d, sendo as capacidades unitárias das linhas de tratamento as seguintes:

- i. Linha 1 – Linha de tratamento do efluente da CVO: 120 m³/d.
- ii. Linha 2 – Linha de tratamento do lixiviado do AS: 400 m³/d.

1.3 Descrição sintética dos princípios gerais

1.3.1 Linha 1 – Efluente da CVO

A linha 1, que visa o processamento dos efluentes da CVO, inclui um conjunto de equipamentos em linha com as novas soluções tecnológicas existentes no mercado, nomeadamente:

- um grupo eletrobomba, de elevação do efluente a partir da lagoa 1 de regularização (existente);
- um tamisador, do tipo tambor rotativo, auto-limpante e com uma malha de filtro < 1mm;
- um reservatório de efluente tamisado;
- uma unidade de flotação (DAF), incluindo:
 - caudalímetro;
 - bomba doseadora de soda cáustica;
 - bomba doseadora de coagulante;
 - bomba doseadora de floculante;
 - sonda de pH;
 - unidade de preparação de polielectrólito;
 - tubo floculador;
 - flotador de ar dissolvido.
- um tanque de armazenamento (existente) de efluente pré-tratado no flotador; na forma da utilização de um órgão em betão existente e atualmente não em utilização.
- uma unidade de osmose inversa com a capacidade unitária instalada de 120 m³/d, em três etapas a instalar em contentor marítimo de 40' e incluindo grupo eletrobomba de alimentação, equipamentos de pré-tratamento incorporados e sistema de controlo e comando, e desgaseificador externo (prevista a utilização do equipamento existente).
- um tanque de ácido sulfúrico, em PEAD e dotado de bacia de retenção de eventuais derrames; nota este reservatório deverá ser de serventia comum com as unidades de OI da linha 2.
- um contentor metálico aberto, para acondicionamento de tamisados.

- um tanque de betão (existente) para receção e acondicionamento de lamas produzidas na unidade de flotação.

1.3.2 Linha 2 – Lixiviado do AS

A linha 2, que visa o tratamento do lixiviado gerado no aterro sanitário, inclui um conjunto de equipamentos em linha com as mais avançadas soluções tecnológicas existentes no mercado, designadamente:

- um grupo eletrobomba, de elevação do efluente a partir das lagoas 2 ou 3 de regularização (existente);
- um tanque de arejamento resultante da adaptação de um reservatório em inox existente e atualmente não em utilização;
- um decantador lamelar existente;
- um decantador lamelar resultante da adaptação de um reservatório em inox existente e atualmente não em utilização;
- dois tanque de armazenamento, para acumulação do efluente pré-tratado, resultantes da adaptação de um reservatório em inox existente e atualmente não em utilização.
- duas unidades de osmose inversa com a capacidade unitária instalada de 200 m³/d, em três etapas, a instalar em contentor marítimo de 40' e incluindo grupo eletrobomba de alimentação, equipamentos de pré-tratamento incorporados e sistema de controlo e comando, e desgaseificador externo.
- um medidor de caudal, do tipo sensor ultrassónico instalado em canal parshall, para quantificação da totalidade de efluente descarregado no meio hídrico.

1.4 Integração nas Infraestruturas Existentes

A solução de tratamento a implementar contempla a utilização de infra-estruturas existentes e em bom estado de conservação, nomeadamente a utilização das lagoas de regularização 1, 2 e 3, da lagoa de permeado, dos lavadores de gases e de tanque e depósitos existentes.

Para melhor compreensão, serão designados os seguintes órgãos e infraestruturas existentes:

- *Lagoa de regularização 1 – Na parte mais inferior do AS.*
- *Lagoa de regularização 2 – Numa cota superior à Lagoa 1.*
- *Lagoa de regularização 3 – Numa cota superior à Lagoa 1.*
- *Lagoa de Permeado – Existente junto às antigas unidades de OI.*
- *Depósito 6 – Tanque em betão enterrado junto ao edifício e designado antigamente por “Tanque de Salmouras”.*
- *Depósito 7 – Tanque em betão enterrado junto ao edifício e designado antigamente por “Tanque de Desnitrificação”.*
- *Desgaseificadores / Lavadores de gases (scrubbers)*
- *Tanques verticais em aço inox (Tanques de armazenamento, arejamento, decantação e concentrado)*

Assume-se que todas as infra-estruturas existentes e os equipamentos, que naquelas estão instalados ou que lhes estão associados, estão em condições normais de funcionamento e que os materiais constituintes estão em bom estado de conservação.

Todo o circuito existente de entrada e pré-tratamento de lixiviado bruto e de encaminhamento do efluente tratado para o emissário será mantido e funcionará conforme previsto nos projetos da estação de tratamento atual.

O efluente proveniente da linha 1, lixiviado da CVO, será armazenado na lagoa de regularização 1 e sujeito a pré-tratamento por tamisagem e flotação, sendo tratado na unidade de OI de 120 m³/dia designada por OI120.

O efluente proveniente da Linha 2, lixiviado do AS, será armazenado nas lagoas de regularização 2 e 3 e sujeito a pré-tratamento por decantação, sendo tratado nas unidades de OI de 200 m³/dia designadas por OI200_1 e OI200_2.

Os Sistemas de Osmose Inversa propostos serão respetivamente instalados em contentores marítimos de 40' (12m) e integrarão todos os elementos funcionais para o tratamento dos lixiviados por Osmose Inversa em três etapas e com pressão de funcionamento até 80 bar. A capacidade instalada permite o tratamento de um caudal nominal de 520 m³/dia.

Os três contentores de Osmose Inversa serão dispostos lado a lado no local onde se encontram atualmente as duas antigas unidades de Osmose Inversa.

A unidade OI120 (Linha1) será alimentada por bombagem do efluente proveniente do tanque de betão existente (Depósito 4) que receberá por sua vez o lixiviado pré-tratado após o tamisador e a unidade de flotação (DAF).

As unidades OI200_1 e OI200_2 (Linha 2) serão alimentadas por bombagem do efluente proveniente dos tanques de armazenamento 1 e 2 (*Tanques em aço inox existente*) que serão por sua vez abastecidos pelos efluentes decantados a partir dos decantadores lamelares.

No sistema de tratamento por OI serão gerados dois efluentes, o permeado e o concentrado.

O permeado (efluente tratado) será conduzido sem pressão até aos lavadores de gases existentes (scrubbers) dedicados à remoção do CO₂ e a neutralização do permeado. O permeado na saída dos scrubbers é encaminhado graviticamente para a lagoa existente de permeado final antes de ser descarregado no meio hídrico.

Por seu lado, os concentrados das duas linhas de tratamento afluirão para um tanque de concentrado existente (tanque vertical em aço inox) antes de ser reencaminhado para o AS por bombagem.

Os sistemas de OI preveem funções de lavagens das membranas e contra-lavagens periódicas dos filtros de areia. A lavagem periódica das membranas é efetuada com permeado armazenado na fase de arranque das OI nos respetivos tanques de lavagem (CIP) incluídos em cada sistema.

As contra-lavagens dos filtros de areia são efetuadas com lixiviado a partir dos respetivos tanques tampão incluídos em cada sistema.

As águas resultantes destas lavagens serão reencaminhadas diretamente para as lagoas de lixiviado sem necessidade de bombagem intermédia.

Existe ainda uma função de purga das membranas, efetuada sempre que os sistemas são parados ("Stop OI") que permite remover o lixiviado dos blocos de membranas, sendo estas águas encaminhadas para as lagoas de lixiviado.

O abastecimento em energia elétrica será a partir do posto de transformação existente e conforme indicado em desenho. Serão efetuadas ligações individuais para cada unidade de OI a partir do quadro existente na zona dos atuais contentores.

Os consumíveis para o sistema de Osmose Inversa (com exceção do ácido sulfúrico) serão fornecidos em sacos ou bidões, por sua vez colocados em paletes. É prevista a sua colocação no edifício de exploração existente sendo desta forma desnecessária a construção/montagem de um edifício de apoio adicional.

O abastecimento em ácido sulfúrico será efetuado a partir dum tanque de armazenamento.

A injeção do ácido sulfúrico é feita em linha no interior de cada sistema de OI e é controlada pelo parâmetro de pH a definir no sistema de visualização. Cada sistema é equipado com caixas de dosagem de ácido sulfúrico colocadas na parte exterior dos contentores onde são colocadas as bombas de dosagem e órgãos periféricos, maximizando a segurança tanto para o operador como para o meio ambiente, uma vez que as eventuais fugas são detetadas pelos respetivos sensores integrados nestas caixas.

O abastecimento do tanque ácido sulfúrico a fornecer será feito via cisterna de até 27 toneladas, sendo possível definir os volumes a fornecer pela indicação do nível visível externamente neste depósito.

As ligações hidráulicas previstas para cada sistema de OI assim como o local de implantação previsto são representadas nas figuras abaixo.

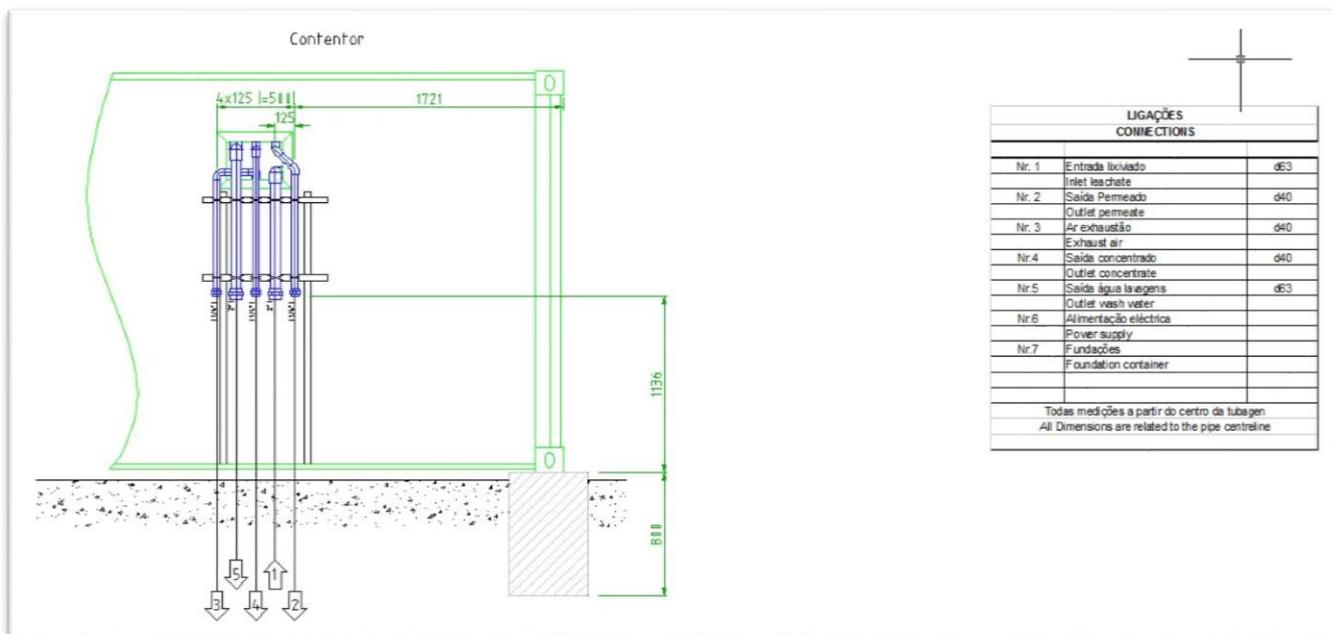


Figura 1 - Esquema de entradas e saídas de fluxos líquidos do sistema de tratamento por OI.

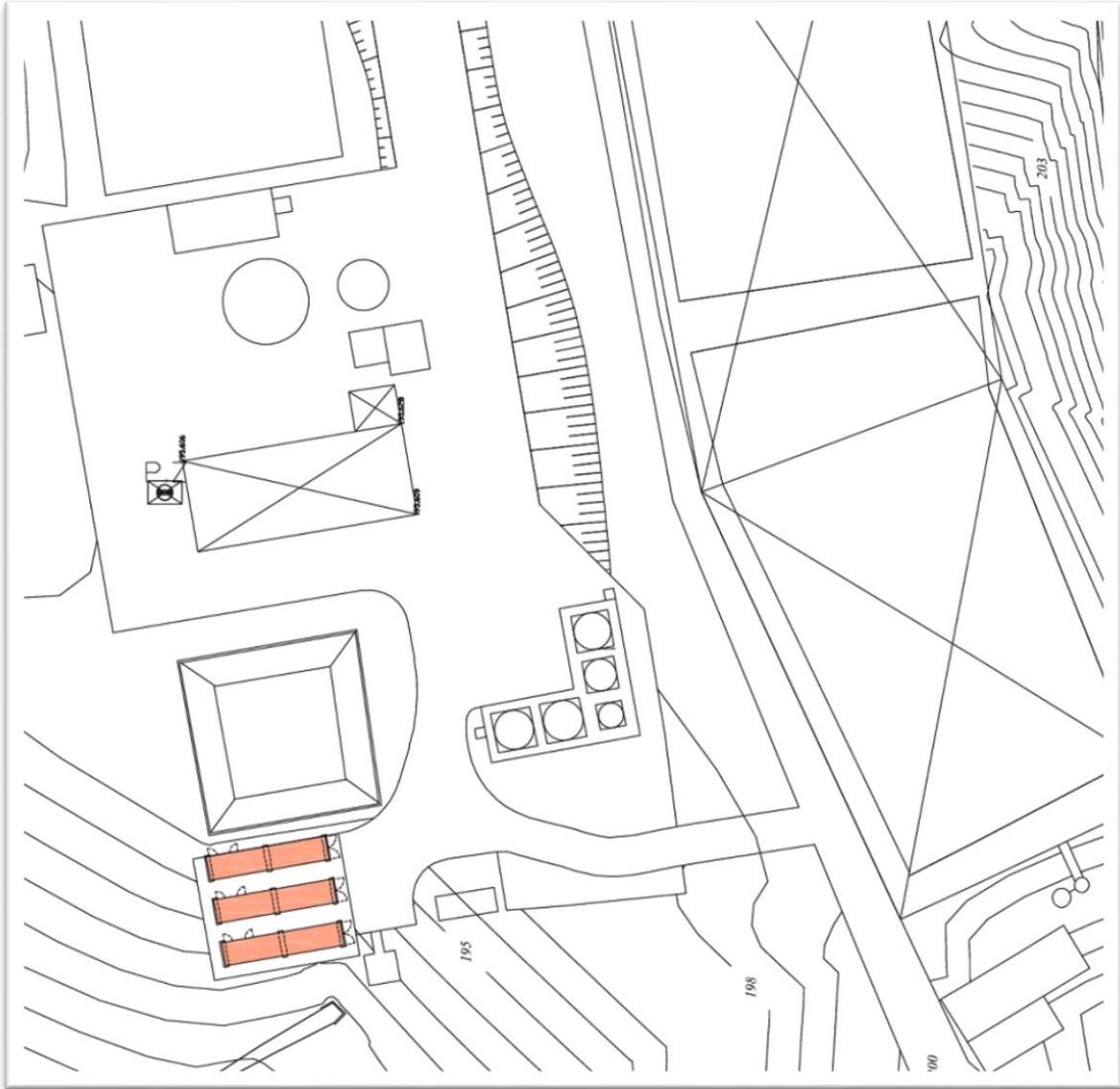


Figura 2 - Local de implantação dos 3 contentores de Osmose Inversa no lugar dos contentores existentes

2. PRINCÍPIOS TECNOLÓGICOS DOS SISTEMAS DE OSMOSE INVERSA

2.1. Filtração Cross-flow

Os processos de membrana modernos baseiam-se no princípio da filtração dinâmica por “cross flow”, em vez da vulgar filtração estática “dead-end”.

Na filtração por “cross flow”, o caudal do líquido que atravessa a membrana filtrante é constante, de modo a evitar a acumulação de partículas na superfície da membrana.

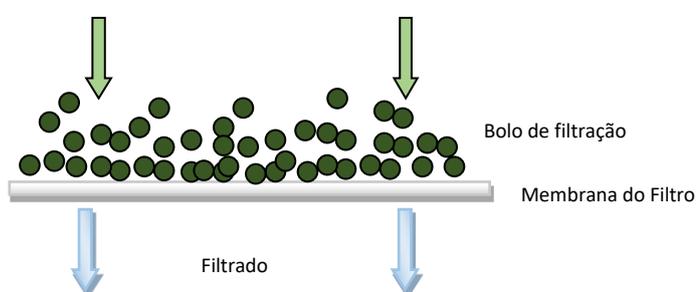


Figura 3 - Filtração “clássica”

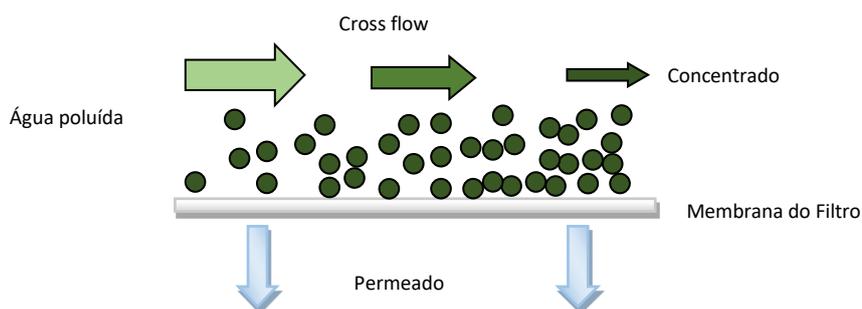


Figura 4 - Filtração cross flow

A filtração por cross-flow é um processo que separa o afluente em dois efluentes: o permeado¹ e o concentrado². A relação entre os dois caudais é resultado do fator de concentração, o qual constitui um indicador da eficiência da separação.

¹ O permeado é o efluente limpo que atravessou a membrana.

² O concentrado é o efluente líquido “bolo de filtração” que não passou através da membrana.

2.2. Difusão e Osmose

O fenômeno da difusão é definido como sendo o processo segundo o qual diferentes substâncias (sólidos, líquidos ou gases) se misturam como resultado do movimento aleatório dos seus componentes: átomos, moléculas ou iões.

Se for feita a separação de dois líquidos por uma membrana com seletividade apenas para as moléculas do solvente, obtêm-se uma difusão unidirecional do solvente através desta membrana semipermeável, ou seja, ocorre um movimento das moléculas do solvente através de uma membrana semipermeável na direção da solução mais concentrada. A pressão resultante exercida à membrana chama-se pressão osmótica.

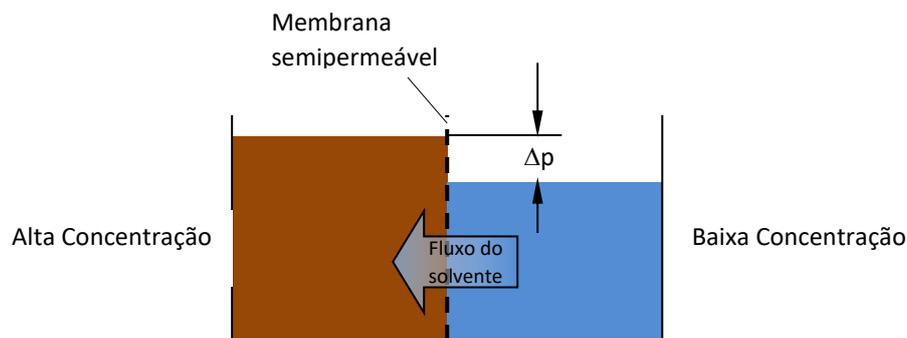


Figura 5, Osmose

Quando se aplica uma pressão elevada à solução com a concentração alta o solvente difunde-se, através da membrana, da solução mais concentrada para a mais diluída e este fenômeno tem o nome de OSMOSE INVERSA.

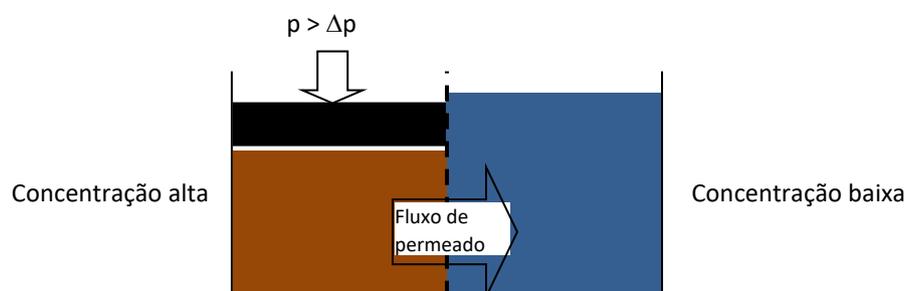


Figura 6, Osmose Inversa

O processo de membrana por filtração *cross-flow*, que se baseia no fenômeno de Osmose Inversa, permite a separação de 100% de moléculas até um peso molecular de 100g/mol e uma eficiência de retenção de sais de 95 a 99%.

2.3. Tipos de Membranas

As membranas utilizadas no Sistema de Osmose Inversa proposto possuem uma seletividade elevada, pois retêm todas as substâncias dissolvidas, permitindo apenas a difusão de uma pequena fração destas substâncias e das moléculas de água. O valor de retenção depende das substâncias dissolvidas e é da ordem dos 85-99,9%.

As membranas normalmente utilizadas no tratamento de lixiviados são do tipo tubular, disco ou espiral.

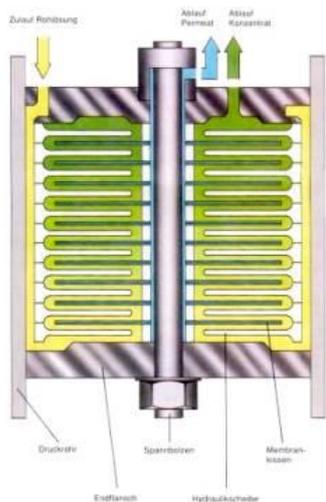


Figura 7, Módulo de disco

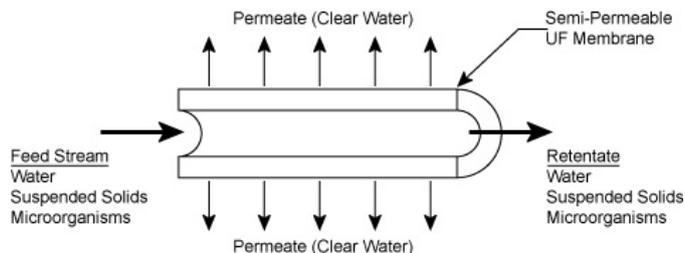


Figura 8, Módulo tubular

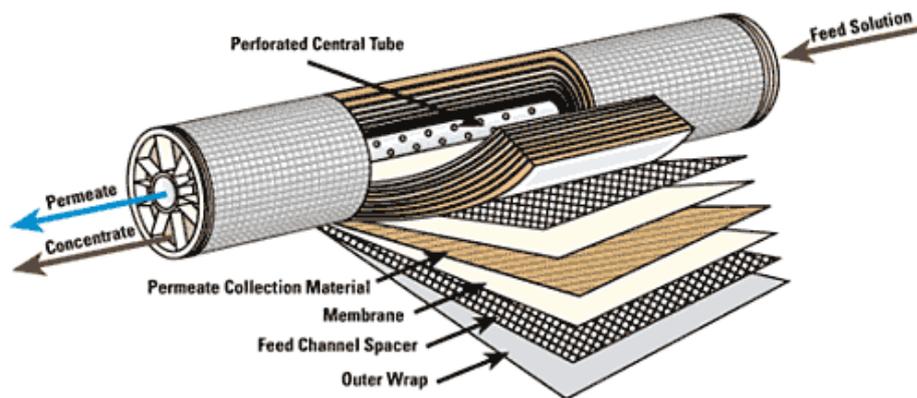


Figura 9, Módulo espiral

Estruturalmente, a espiral da membrana é construída por “colagem” (Figura 9) das folhas das membranas à volta de um tubo perfurado. Esta operação é feita de forma a criar um espaço em forma de envelope, para a passagem do permeado. A distância entre as folhas das membranas é feita pelos “spacer”.

As membranas espirais do tipo “wide-spacer” têm a melhor relação preço / manuseamento / espaço / rendimento no tratamento de lixiviados e são por isso a escolha para o presente caso. O material ativo na superfície da membrana é poliamida com alta resistência mecânica e química. Existem vários tipos de superfícies de membranas, o que influencia principalmente a maior ou menor passagem de sais. As membranas utilizadas são do tipo “alta rejeição” (de sais) para melhor qualidade do permeado.

Apresentam-se seguidamente as principais características e vantagens das membranas espirais “wide-spacer” em comparação com os outros tipos correntes:

- Custos de substituição de membranas mais baixos do mercado.
- Possibilidade de utilização de marcas diferentes e, por isso, melhor competição de preço (redução do preço em 50% durante os últimos 10 anos).
- Desenvolvimento rápido da tecnologia.
- Membranas de muito alta rejeição, conferindo melhor garantia de um permeado de qualidade.
- Custos de manutenção reduzidos devido à facilidade e rapidez na sua mudança.
- Otimização de espaço devido à boa relação área membrana/volume.
- Propriedades hidráulicas otimizadas com um fluxo tangencial com alta velocidade sobre a superfície das membranas resultando num escoamento turbulento.
- Diminuição do risco de bloqueamento devido aos fenómenos de “Fouling and Scaling”³, resultando numa frequência de lavagens reduzida e um aumento do período de vida.
- Tipo TFC (*Thin film composite*) com superfície ativa de poliamida, resistente a uma grande gama de temperatura e pH.

3. DESCRIÇÃO TÉCNICA E ASPETOS COMUNS DOS SISTEMAS DE OSMOSE INVERSA

Os Sistemas de Osmose Inversa propostos são executados conforme os melhores padrões de qualidade atuais para este tipo de sistemas e utilizando as normas DIN e ISO.

Salienta-se que os sistemas integram uma terceira etapa de tratamento para garantir a qualidade do efluente tratado (Permeado), o que se aplica em caso de maiores concentrações de poluentes (tal como acontece no lixiviado em aterros mais antigos e com uma concentração significativa da amónia).

A pressão de funcionamento mais elevada será até 80 bar, para maximizar o caudal de permeado e reduzir o caudal dos concentrados não desejados. Os sistemas são equipados com membranas espirais tipo “wide spacer”. Dado ser compostos por três etapas de tratamento por membranas, estes sistemas são capazes de tratar lixiviados com altas cargas e são facilmente adaptáveis a situações futuras em termos de caudais e qualidade dos afluentes.

O funcionamento é completamente automatizado e com sistemas de segurança que se desligam em caso de problemas e para proteger as unidades. O processo é visualizado e monitorizado a cada detalhe e um *software* de registo de dados integrado permite a avaliação do funcionamento e a otimização do processo. O automatismo instalado, de acordo com o melhor *standard* industrial existente atualmente, tem o nível máximo de conforto e segurança para o operador, o qual pode seguir o processo a cada passo de tratamento e interferir por simples “Mouseclick”.

As alíneas que constituem este parágrafo contemplam os aspetos comuns a cada um dos contentores de OI, designados também por Sistema de OI.

³ Precipitação por fenómenos biológicos e químicos.

3.1. Caudais

Os sistemas propostos asseguram um tratamento adequado para um caudal nominal de 520 m³/dia de lixiviados. Existem duas linhas de tratamento, respetivamente de 120 e 400 m³/dia, designadas por Linha 1 e Linha 2, separando assim os lixiviados gerados pela CVO e pelo AS.

Para os cálculos dos balanços de massas, eficiências e disponibilidade dos sistemas foram consideradas os valores das análises disponibilizadas para os efluentes a tratar na entrada dos sistemas de OI. As limitações do processo em termos quantitativos e qualitativos prendem-se com as próprias limitações físicas e químicas do processo e de acordo com as especificações técnicas dos fabricantes de membranas. Os módulos de membranas selecionadas são os indicados para o tratamento deste tipo de efluentes.

As unidades de OI propostas são ainda capazes de tratar lixiviados com composição e condutividades distintas do contemplado nos balanços de massa apresentados, devendo nesses casos ser ajustados os parâmetros de operação relevantes, como caudais e eficiências.

3.2. Alimentação do Processo

O lixiviado tratado na OI120 e proveniente da Linha 1 (CVO) e os lixiviados tratados nas OI200_1 e OI200_2 provenientes da Linha 2 (AS) são armazenados nos tanques tampão previstos em cada sistema e alimentam, após adequada micro-filtração, os módulos de membranas de Osmose Inversa. O controlo de caudais de entrada nas OI e respetivas eficiências (rendimentos) são ajustados facilmente na janela de visualização (SCADA).

O processo é otimizado recorrendo a conversores de frequência das bombas de alimentação e bombas de alta-pressão, permitindo assim a sua adaptação em termos de caudais e eficiências em função da composição dos lixiviados de entrada.

Cada unidade de OI prevê um pré-tratamento por filtros de areia e filtros de cartucho (micro-filtração de 20 a 1 µm), significando uma mais valia considerável para a proteção dos módulos de membranas.

Cada tanque tampão é equipado com interruptores de sobre-enchimento para devida proteção em caso de derrames e com sensores de nível para a alimentação parametrizável das OI.

3.3. Etapas de Tratamento nas Unidades de Osmose Inversa

As principais etapas de tratamento que compõem os sistemas são as seguintes:

- Pré-filtração em crivo com malha de 1,5 mm.
- Pré-filtração com filtros de areia pressurizado.
- Controlo do pH por dosagem de ácido sulfúrico.
- Adição de antiscalent.
- Pré-filtração por microfiltração tipicamente de 10µm (1-20 µm).
- 1ª Etapa de Osmose Inversa.
- 2ª Etapa de Osmose Inversa.
- 3ª Etapa de Osmose Inversa.
- Tratamento final dos permeados nas torres de lavagem de gás existentes (scrubbers).

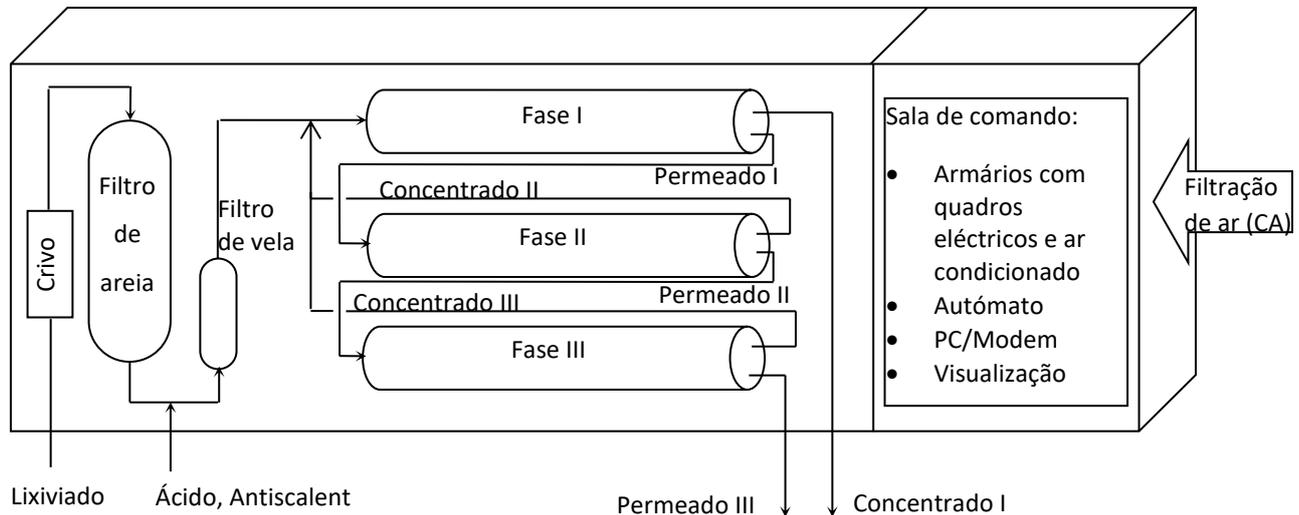


Figura 10, Sistema contentorizado com 3 etapas – Esquemático.

3.3.1. Pré-filtração

Como pré-tratamento e para proteção das bombas e membranas existe um crivo com uma malha de 1,5mm, uma filtração com areia e duas estações de microfiltração.

A filtração por areia é efetuada com filtros pressurizados. A limpeza dos filtros de areia é efetuada com refluxo de lixiviado proveniente do tanque tampão, de forma programável e com um caudal elevado. A periodicidade depende da qualidade dos lixiviados e é normalmente semanal no caso de lixiviados provenientes de AS. Adicionalmente inclui-se uma função de contra-lavagem automática dos filtros de areia que efetua a lavagem controlada destes filtros e inicia automaticamente o arranque do sistema.

Após a filtração por areia existem duas estações de filtragem de 10 µm de cartucho (microfiltração, porosidade adaptável ao tipo de lixiviado entre 20 até 1µm) para evitar a entrada de partículas que podem prejudicar as membranas. Cada estação compreende seis a sete cartuchos (filtros) de filtragem. Em caso de colmatção aparece um aviso no ecrã do sistema. A substituição dos cartuchos é simples e económica.



Foto 1 - Estação de micro-filtração com dois recipientes com filtros de cartucho.

3.3.2. Dosagem de Químicos

Os químicos utilizados no processo servem principalmente para aumentar a solubilidade de sais e evitar/diminuir a precipitação de sais pouco solúveis. Neste sentido, contempla-se o seguinte:

- 1 Sistema de dosagem de Ácido sulfúrico para afinação do pH antes da 1ª etapa, e
- 1 Estação de dosagem de Antiscalent

A acidificação é feita com ácido sulfúrico concentrado a 96-98% sendo a base ácida mais económica comercializada em Portugal. Cada bomba de dosagem é colocada no interior duma caixa anexa ao seu contentor de OI e efetua uma sucção do ácido armazenado no tanque ácido sulfúrico. Por motivos de segurança o sistema de injeção do ácido permanece totalmente isolado numa caixa resistente a este produto e equipada com uma sonda que interrompe o sistema em caso de um eventual derrame. No interior desta caixa serão colocadas a bomba de dosagem de ácido sulfúrico que alimenta a primeira etapa de tratamento, mas também a bomba de dosagem de ácido sulfúrico da segunda etapa que permite uma melhor equalização do pH nesta fase de tratamento.

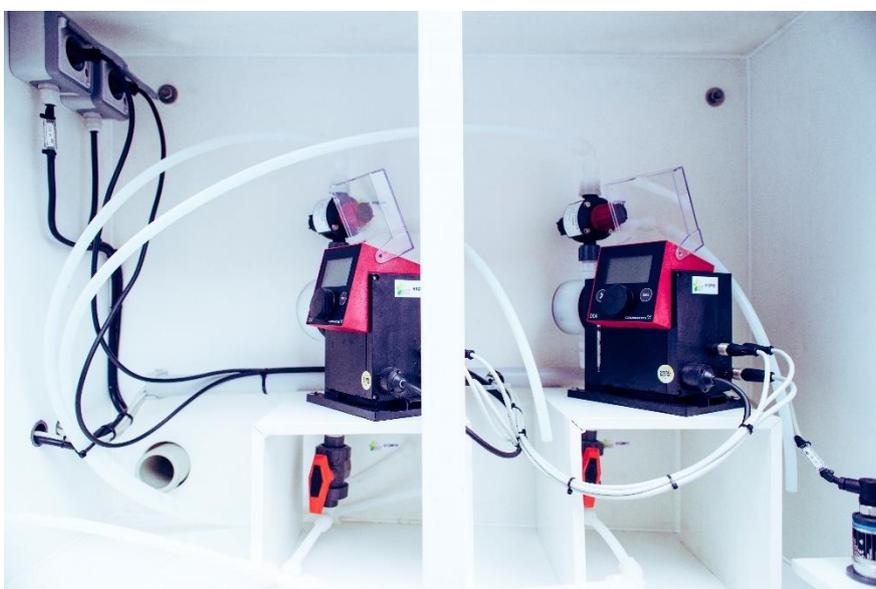


Foto 2 - Caixa de dosagem de ácido sulfúrico com interruptor de paragem de emergência em caso de derrames.

O pH dos lixiviados antes de entrar nas membranas é controlado pelos respetivos sistemas de dosagem de ácido sulfúrico. O ácido é injetado diretamente na tubagem de lixiviado e mediante uma válvula de injeção.

Existe igualmente uma estação de dosagem de “antiscalent” que injeta um produto antiprecipitante (inibidor/complexante). Dependendo da composição dos lixiviados existem produtos adequados que são adicionados ao processo para melhorar o desempenho da estação em termos da capacidade de tratamento, de ciclos de lavagens e do tempo de vida útil das membranas.

Para controlo e supervisão dos sistemas de preparação/pré-tratamento são implementados sensores de pressão, caudal, condutividade, temperatura e pH. No desenho “P&I” fluxograma do processo encontram-se os pontos de medida para colocação das sondas e as válvulas de comando.

3.3.3. Sistemas de Membranas

As três fases de cada Sistema de Osmose Inversa proposto são equipadas com sondas de pressão para controlo do processo e em caso de anomalia (excesso de pressão) o processo desliga automaticamente. Adicionalmente existe uma válvula de segurança de sobrepressão para evitar danos no sistema.

3.3.3.1. *1ª Etapa (Fase)*

A jusante da etapa de filtração, a pressão do líquido é aumentada conforme os parâmetros da operação (que dependem das características do lixiviado) e com recurso a uma bomba pistão.

Vários módulos de membranas são instalados num tubo de alta pressão formando um bloco. Adicionalmente cada bloco é equipado com uma bomba de recirculação que mantém a velocidade alta e, assim, um fluxo turbulento sobre a superfície das membranas, isto para diminuir os efeitos de “scaling e fouling”. A bomba de alta pressão e uma válvula pneumática de regulação de pressão no fim desta linha, criam e regulam a pressão dentro dos blocos. O concentrado do último bloco atravessa um medidor de caudal e o sinal emitido por este medidor controla a válvula de regulação conforme a eficiência ajustada. Dependente do tipo de operação a estação pode ser controlada pelo caudal ou pela pressão. Cada bloco pode ser desligado separadamente (*bypassed*) para adaptar a estação a condições de funcionamento distintas.



Foto 3 - Vista interior de um contentor de OI de 200m³/d com alinhamento dos blocos da 1ª, 2ª e 3ª fase

3.3.3.2. *2ª e 3ª Etapa (Fase)*

Para assegurar um tratamento adequado do lixiviado e melhor retenção de poluentes com massa molecular reduzida, o sistema de OI é equipado com uma segunda e terceira fase de tratamento. O permeado da 1ª fase segue para esta 2ª fase. O funcionamento do processo da 2ª fase é igual ao da 1ª fase, sendo que apenas a pressão nesta 2ª fase é reduzida devido à pressão osmótica inferior (máx. 25bar). Isto permite uma simplificação

do equipamento que é executado num único bloco. O concentrado da 2ª fase é recirculado e enviado para o tanque de entrada de lixiviado no interior do contentor. Este concentrado será tratado junto com o lixiviado.

A 2ª e 3ª fase podem ser desligadas e o permeado da primeira fase pode passar pelo by-pass diretamente para o meio recetor.

O permeado final é enviado para uma torre de lavagem de gases.

3.3.3.3. *Scrubbers (Lavadores de gases)*

Os permeados serão enviados para umas torres de lavagem de gases existentes (ou torres de desgaseificação) colocadas a distância dos sistemas e que servem para a remoção (“*stripping*”) dos gases do permeado. Estas torres são instaladas com algum afastamento dos sistemas de Osmose Inversa por causa da emissão de gases parcialmente corrosivos.



Foto 4 - Exemplo de localização e esquema da torre de lavagem de permeado

Os parâmetros de pH e condutividade são monitorizados na saída do Permeado.

Na saída dos lavadores de gases o permeado é encaminhado graviticamente para a lagoa de permeado existente e descarregado no meio hídrico cumprindo com as exigências legais em vigor.

3.4. Concentrados

Os concentrados gerados nas duas linhas de tratamento serão enviados diretamente para um tanque de concentrado (existente) e posteriormente para o AS.

Os Sistemas de Osmose Inversa propostos podem operar até uma pressão de 80 bar, permitindo melhores rendimentos na perspectiva de reduzir os caudais de concentrados. Os sistemas têm capacidade de bombagem para reenviar os concentrados em distância e altura significativas, sem custos energéticos adicionais.

3.5. Vida útil das membranas

As membranas aplicadas foram alvo de desenvolvimento tecnológico durante os últimos 20 anos e presentemente são produzidos em grandes quantidades e por vários fabricantes.

As membranas da 1ª fase são normalmente substituídas preventivamente todos os dois anos para maior conforto de operação. Em geral a frequência de troca das membranas depende da composição dos lixiviados e da operação e manutenção do sistema.

As membranas da 2ª e 3ª fase são trocadas todos os 4-8 anos e não representam um custo significativo de operação.

3.6. Limpeza dos Sistemas

Existe um tanque interno de tampão para o permeado A ser utilizado nas lavagens e limpeza dos sistemas (Tanque CIP - Cleaning in Place). O nível neste tanque é supervisionado e parametrizado no PC e pode ser alterado pelo operador.

Ao longo do tempo de operação dos sistemas registam-se fenómenos de *scaling* e *fouling* que dependem da composição dos lixiviados. Tendo em conta que os sistemas controlam os caudais, um aumento da pressão acima do parametrizado no sistema, indica a necessidade de lavagem das membranas. Em caso de aumento significativo de pressão o sistema de segurança integrado inicia automaticamente um regime de operação com controlo de pressão, ou desliga em caso de pressão excessiva.

A frequência das lavagens depende essencialmente do tipo e da composição específica do lixiviado e é normalmente semanal. As lavagens são efetuadas com permeado proveniente do tanque interno e com produtos adequados.

O processo da lavagem pode ser executado por controlo remoto, automático mediante a programação prévia do sistema, ou em regime manual.

As lavagens são efetuadas com uma solução de base alcalina ou ácida e de forma periódica. Podem ainda ser efetuadas lavagens combinadas, alternando as duas soluções.

A aplicação de lavagens individuais ou combinadas depende da consistência dos lixiviados. Para aumentar a eficiência das lavagens estas podem ser efetuadas com temperaturas elevadas, estas limpezas deverão ser feitas segundo instruções da AST.

3.7. Sistema de Controlo e Comando

O funcionamento do processo é contínuo e automático através de um autómato programável (PLC), em caso de anomalias as máquinas param automaticamente. O controlo dos fluxos é realizado com válvulas automáticas eletropneumáticas controladas por uma rede ligada a um PLC. A transmissão de sinais para as válvulas é realizada mediante um *bus* de comunicação, integrado no bus principal do sistema de automação (Profibus/Ethernet) → existência de um único cabo com alta resistência mecânica e química para receber e enviar os sinais das válvulas automáticas.

Cada máquina está equipada com um sistema de controlo remoto que permite a supervisão e controlo à distância. O controlo e a supervisão do processo são efetuados através de um PC industrial com permissão de acesso e ligação a Internet. O acesso por controlo remoto é essencial pois permite ao cliente usufruir do suporte técnico por parte da AST num curto espaço de tempo. O controlo à distância permite ainda o acesso direto ao PLC agilizando o trabalho dos programadores no caso de serem necessárias algumas alterações nesta parte.

O controlo da estação é feito através de um autómato programável, PLC. Um PC industrial com disco SSD, que serve como unidade de comando dos parâmetros. A visualização e controlo do processo como a aquisição, avaliação e visualização de todos os dados são feitos através deste PC sendo o monitor embutido no armário elétrico.

No SCADA todos elementos funcionais são identificados pela sua *tag* (ID de cada equipamento) para fácil reconhecimento e uma operação confortável e segura. Os valores lidos e os valores parametrizáveis (*set-points*) são rapidamente visualizados e podem ser facilmente alterados mas dentro da gama de segurança e em função do nível de acesso ao SCADA. Em caso de erros/problemas o sistema para automaticamente e fica visível num separador próprio, qual o código e designação do erro ou alarme. Todos os eventos são registados com nome, data, hora e estado do mesmo ao momento (quando ocorreu, se foi reconhecido, se foi resolvido).

O sistema permite também a análise de dados: todos os dados relevantes são registados e guardados em disco, eles podem ser visualizados graficamente bem como impressos na forma de relatórios configurados com um conteúdo pré-definido.

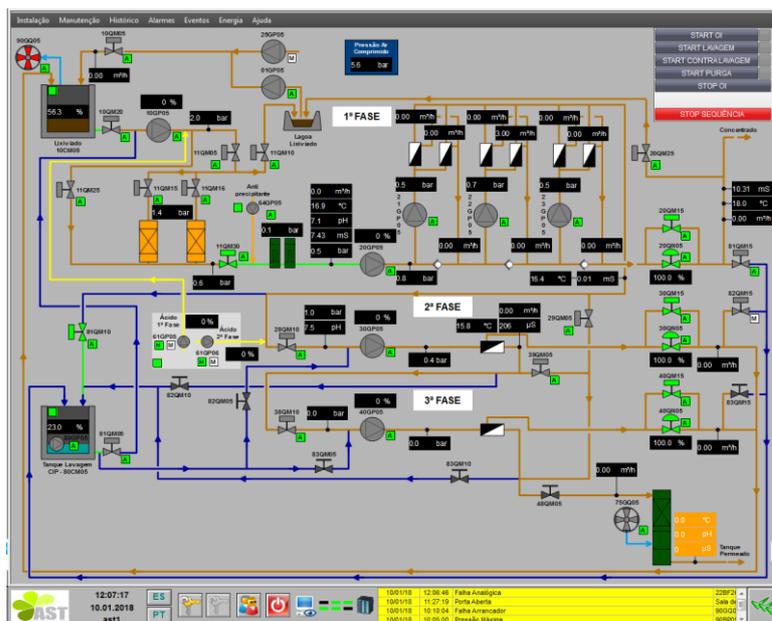


Figura 11 - Exemplo do separador de visualização geral no SCADA

3.8. Sistema de paragem de emergência:

Existe em cada compartimento uma botoneira para paragem de emergência manual. Adicionalmente todos os tanques do sistema são equipados com sensores adicionais que efetuam uma paragem de emergência antes de ocorrer um transbordo. Igualmente a caixa que contem as bombas de ácido sulfúrico, é equipada com uma sonda de emergência para evitar derrames.

Os sistemas são modulares. Cada contentor contém os seus próprios equipamentos permitindo a redundância do tratamento. Cada unidade de OI opera independentemente das outras.

4. DADOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE OSMOSE INVERSA

4.1. LINHA 1 – Lixiviado da CVO

4.1.1. Lixiviado na Entrada

O sistema está dimensionado segundo as seguintes premissas em termos de caudal afluente:

| | | | |
|-------------------------------|---|--------|--|
| $Q_{hmax.}$ | = | 5 | m ³ /h |
| Q_d nominal | = | 120 | m ³ /d |
| Q_a max. teórico | = | 43 800 | m ³ /a |
| Q_a . Base dos cálculos 90% | = | 37 230 | m ³ /a (Caudal anual com a disponibilidade típica de 85%) |

No fluxograma do capítulo seguinte estima-se um balanço de caudais (entrada de lixiviado Vs saídas de permeado e concentrado) com base nos valores apresentados nesta alínea e considerando a composição apresentada na Tabela 1.

4.1.2. Parâmetros do Processo

Para cálculos e dimensionamento do processo de Osmose Inversa da Linha 1 foram utilizados os valores patenteados nos boletins de análise dos lixiviado provenientes da CVO, datados de outubro e novembro de 2017, submetendo nesta tabela os valores mais desfavoráveis.

Tabela 1 - Composição dos lixiviados da Linha 1, afluente à unidade de flotação e na entrada da OI120

| | Unidade | Composição do lixiviado afluente à flotação | Composição do lixiviado afluente à OI120 |
|-----------------|---------|---|--|
| Condutividade | μS/cm | 20000 | 20000 |
| pH | | | 8,30 |
| Alcalinidade | mg/L | 8759 | 8 759 |
| CBO5 | mg/L | 1800 | 1 000 |
| CQO | mg/L | 7600 | 3 000 |
| Azoto amoniacal | mg/L | 3100 | 3 100 |
| Fósforo | mg/L | 66 | 30 |
| Cloro livre | mg/L | | 0 |
| SST | mg/L | 7200 | 300 |
| Sulfatos | | | 100 |
| Cálcio | | | 50 |
| Ferro | mg/L | 44,5 | 10 |
| Magnésio | mg/L | 34,9 | 30 |

| | | | |
|------------------|------|-----|---|
| Óleos e gorduras | mg/L | 102 | 5 |
| Alumínio | mg/L | 24 | 5 |

4.1.3. Dados de Funcionamento

Consideram-se como válidos os dados de funcionamento do sistema de OI apresentados na seguinte tabela:

Tabela 2, Dados técnicos da unidade de Osmose Inversa OI120.

| Lixiviado | | |
|--|--------------------|---|
| Capacidade de transporte ("Feed") | m ³ /h | 5 |
| Pressão máxima de funcionamento Fase I | bar | 80 |
| Temperatura (Base dos cálculos) | °C | 25 |
| Fator de concentração | | 2 – 6 |
| Eficiência min.-máx. | % | 45 – 80 |
| pH após dosagem do ácido | | 6 – 7 |
| Pressões (25 °C) | | |
| Pressão de saída concentrado | bar | 6 |
| Pressão de saída permeado (máx.) | bar | 0,5 |
| Pressão de funcionamento nominal | bar | 40-60 (controlado pelo caudal de concentrado) |
| Pressão lixiviado na entrada | bar | 0,5 – 2 (1) |
| Pressão máxima 1ª fase | bar | 80 |
| Pressão máxima 2ª/3ª fase | bar | 25/20 |
| Elétricos (abastecimento conforme normas europeias) | | |
| Sistema alimentação trifásico | V | 400 |
| Tensão de controlo 1 (interno) | V | 230 |
| Frequência | Hz | 50 |
| Tensão de controlo 2 (interno) | V | 24 DC (estabilizado) |
| Potência elétrica instalada | kW | 65 |
| Consumo elétrico | kWh/m ³ | 7-9 |

4.1.4. Dimensionamento dos Órgãos e Equipamentos

A unidade de OI120 é composta por 4 blocos de membranas da 1ª fase, sobrepostos entre si e formando uma linha de módulos em série. Esta forma de disposição permite otimizar o espaço no interior do contentor de OI.

Todas as bombas, tubos, ligações, filtros e outros equipamentos são dimensionados para resistir a pressões superiores à pressão máxima esperada no respetivo órgão. As tubagens e a capacidade de transporte das bombas foram calculadas para passagem do caudal máximo esperado de lixiviado de acordo com a composição da Tabela 1.

4.2. LINHA 2 – Lixiviado do AS

4.2.1. Lixiviado na Entrada

São propostos dois (2) sistemas, cada um dimensionado segundo as seguintes premissas em termos de caudal afluente:

| | | | |
|-------------------------------------|---|--------|--|
| $Q_{hmax.}$ | = | 8,3 | m ³ /h |
| $Q_{d\ nominal}$ | = | 200 | m ³ /d |
| $Q_{a\ max.\ teóric}$ | = | 73 000 | m ³ /a |
| $Q_{a.\ Base\ dos\ cálculos\ 90\%}$ | = | 62 050 | m ³ /a (Caudal anual com a disponibilidade típica de 85%) |

No fluxograma do capítulo seguinte estima-se um balanço de caudais (entrada de lixiviado Vs saídas de permeado e concentrado) com base nos valores apresentados nesta alínea e considerando a composição apresentada na Tabela 3.

4.2.2. Parâmetros do Processo

Para cálculos e dimensionamento do processo de Osmose Inversa da Linha 2 foram utilizados os valores patenteados nos boletins de análise do lixiviado proveniente do AS durante os anos de 2014 a 2017, submetendo nesta tabela uma seleção de valores mais representativos.

Os parâmetros analisados não apresentados na Tabela 3 que se segue, terão como valor de referência os resultados dos boletins de análise acima referenciados, estando, não obstante limitados aos valores máximos admissíveis para este tipo de processo, referenciados pelos fabricantes de membranas.

Apesar do lixiviado proveniente do AS ser caracterizado pela sua alta concentração de sais, os sistemas podem operar sem problema com a condutividade indicada.

Tabela 3 - *Composição dos lixiviados da Linha 2, afluente às unidades de OI200_1 e OI200_2*

| Parâmetros | | Unidade | Valor de referência |
|---|-----|---------|---------------------|
| Alumínio total | Al | mg/L Al | 5 |
| Antimónio | Sb | mg/L Sb | 0,34 |
| AOX (Compostos orgânicos halogenados adsorvíveis) | AOX | mg/L Cl | 3,51 |

| | | | |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------|
| Arsênio total | As | mg/L As | 1 |
| Azoto amoniacal | NH ₄ | mg/L NH ₄ | 8800 |
| Bário | Ba | mg/L Ba | 0,28 |
| Carbonatos / bicarbonatos | CaCO ₃ ⁻ | mg CaCO ₃ /L | 26000 |
| Boro | B | mg/L B | 7,4 |
| Cádmio total | Cd | mg/L Cd | 0,03 |
| Cálcio | Ca | mg/L Ca | 360 |
| Carência química de oxigênio | CQO | mg/L O ₂ | 24000 |
| Chumbo total | Pb | mg/L Pb | 0,09 |
| Cianetos totais | CN | mg/L CN | 0,09 |
| Cloretos | Cl | mg/L Cl | 10000 |
| Cobre total | Cu | mg/L Cu | 0,33 |
| Condutividade | | μS/cm, 20°C | 55 |
| Crômio total | Cr | mg/L Cr | 2,9 |
| Crômio VI | Cr (VI) | mg/L Cr (VI) | 0,05 |
| Fenóis | C ₆ H ₅ OH | mg/L C ₆ H ₅ OH | 9,4 |
| Carbono Orgânico Total | COT | mg C/L | 10000 |
| Ferro total | Fe | mg/L Fe | 21 |
| Fluoretos | F | mg/L F | 160 |
| Hidrocarbonetos totais | | mg/L | 2 |
| Magnésio | Mg | mg/L Mg | 150 |
| Manganês total | Mn | mg/L Mn | 1,4 |
| Mercúrio total | Hg | mg/L Hg | 0,001 |
| Niquel total | Ni | mg/L Ni | 0,55 |
| Nitratos | NO ₃ | mg/L NO ₃ | 1,1 |
| Nitritos | NO ₂ | mg/L NO ₂ | 0,3 |
| pH | --- | Escala de Sorensen | 8,7 |
| Potássio | K | mg/L K | 5500 |
| Selênio | Se | mg/L Se | 0,05 |
| Sódio | Na | mg/L Na | 4100 |
| Sulfatos | SO ₄ | mg/L SO ₄ | 3200 |
| Sulfuretos | S | mg/L S | 1 |
| Zinco | Zn | mg/L Zn | 1,1 |

4.2.3. Dados de Funcionamento

Consideram-se como válidos os dados de funcionamento dos sistemas de OI apresentados na seguinte tabela:

Tabela 4 - Dados técnicos da unidade de Osmose Inversa OI200_1 e OI200_2

| Lixiviado | | |
|--|--------------------|---|
| Capacidade de transporte ("Feed") | m ³ /h | 5 |
| Pressão máxima de funcionamento Fase I | bar | 80 |
| Temperatura (Base dos cálculos) | °C | 25 |
| Fator de concentração | | 2 – 6 |
| Eficiência min.-máx. | % | 45 – 80 |
| pH após dosagem do ácido | | 6 – 7 |
| Pressões (25 °C) | | |
| Pressão de saída concentrado | bar | 6 |
| Pressão de saída permeado (máx.) | bar | 0,5 |
| Pressão de funcionamento nominal | bar | 40-60 (controlado pelo caudal de concentrado) |
| Pressão lixiviado na entrada | bar | 0,5 – 2 (1) |
| Pressão máxima 1ª fase | bar | 80 |
| Pressão máxima 2ª/3ª fase | bar | 25/20 |
| Elétricos (abastecimento conforme normas europeias) | | |
| Sistema alimentação trifásico | V | 400 |
| Tensão de controlo 1 (interno) | V | 230 |
| Frequência | Hz | 50 |
| Tensão de controlo 2 (interno) | V | 24 DC (estabilizado) |
| Potência elétrica instalada | kW | 90 |
| Consumo elétrico | kWh/m ³ | 7-9 |

4.2.4. Dimensionamento dos Órgãos e Equipamentos

Cada unidade de OI200 é composta por 6 blocos de membranas na 1ª etapa, sobrepostos entre si e formando uma linha de módulos em série. Esta forma de disposição permite otimizar o espaço no interior do contentor de OI. Todas as bombas, tubos, ligações, filtros e outros equipamentos são dimensionados para resistir a pressões superiores à pressão máxima esperada no respetivo órgão. As tubagens e a capacidade de transporte das bombas foram calculadas para passagem do caudal máximo esperado de lixiviado de acordo com a composição da Tabela 3.

4.3. Reagentes Químicos

Na operação dos sistemas serão utilizados os seguintes reagentes:

- a) Ácido sulfúrico 96-98%.
- b) Antiprecipitante – Antiscalent.
- c) Ácido cítrico.
- d) Produto de limpeza alcalina.
- e) Soluções tampão p/ sondas de pH.
- f) Produtos de limpeza do contentor: Lava loiça, etc.

4.4. Consumíveis

Entendem-se por consumíveis todos os produtos de consumo e reposição periódica, que não sendo reagentes, são essenciais à filtração e separação física dos efluentes, sendo aqui designados:

- Filtros de cartucho
- Areias técnicas para os filtros de areia
- Módulos de membranas de Osmose Inversa

4.5. Materiais Aplicados

Os materiais em contacto com os lixiviados serão, no aplicável, em aço 1.4401, 1.4539, 1.4571; PVC, PEAD e Polyester reforçado c/ fibras de vidro.

4.6. Estrutura da Unidade

Cada sistema será instalado num contentor de 40 pés com as dimensões *standart*: C x L x A: 12,192 x 2,438 x 2,55 m.

Cada contentor é, termicamente e acusticamente isolado, e consiste no sistema de OI, com todos os equipamentos eletromecânicos, tanques, bombas, membranas, armários elétricos e sistema de controlo e comando.

O contentor é dividido em dois compartimentos, dum lado o sistema de controlo e comando e do outro a sala das máquinas e tanques. Cada compartimento tem um acesso independente para reduzir a sujidade e a entrada de gases corrosivos na sala de controlo e comando.



Foto 5 - Vista das portas de acesso dum sistema de OI em unidade contentorizada

4.7. Alarme de Gás

Cada compartimento é equipado com um analisador de gás sulfídrico que gera um alarme no caso de serem excedidos os valores limite parametrizados. Este gás altamente tóxico pode ser emitido pelo lixiviado e a concentração máxima em local de trabalho é de 10ppm. Adicionalmente este gás é corrosivo, especialmente nocivo para os equipamentos de microeletrónica. Justifica-se e entende-se, portanto, a instalação de um sistema de ventilação com filtro de carvão ativado e com um sistema de ar condicionado próprio.



Foto 6 - Sala de controlo e comando, visível o medidor de gás sulfídrico na parte superior direita e o PC de comando embutido no quadro elétrico

4.8. Métodos e Equipamentos de Extinção de Incêndio

No contentor que alberga o Sistema de Osmose Inversa, o perigo de incêndio é muito reduzido porque não existe circulação regular de pessoas e as pessoas que circulam são pessoas autorizadas e formadas e também não entram substâncias inflamáveis ou biogás no contentor.

A sala das máquinas é considerada uma zona húmida.

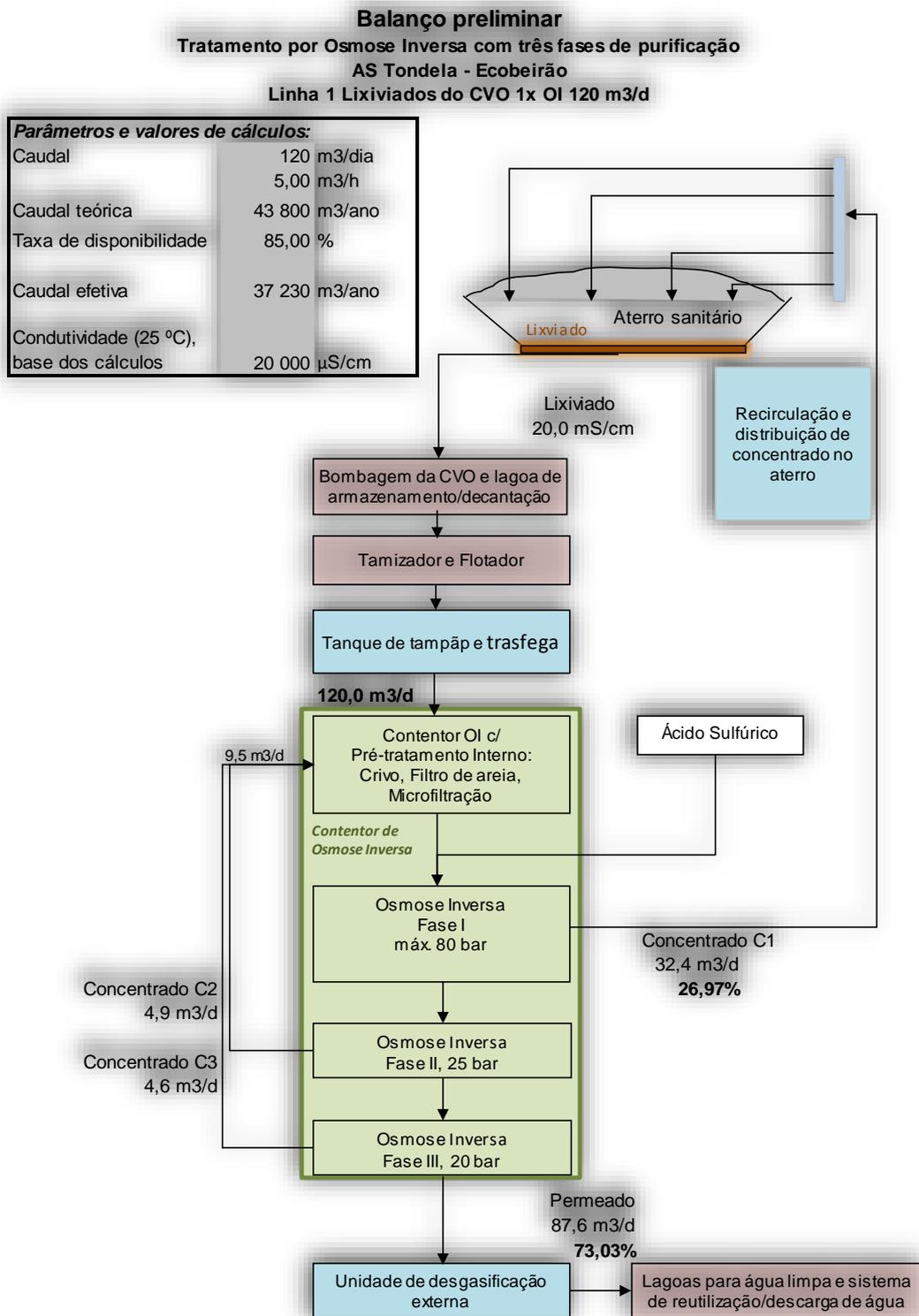
O compartimento elétrico é equipado com um extintor de CO₂ Classe KS5S com 15kg. Por não ser condutor de corrente elétrica e não criar poluição do equipamento, geralmente utiliza-se este tipo de agente extintor na proteção de equipamento e quadros elétricos.



Foto 7 - Vista interior de um contentor de Osmose Inversa instalado num AS

5. ESQUEMA PROCESSUAL E BALANÇO DO SISTEMA

Quadro 2 - Linha 1 – Efluente da CVO

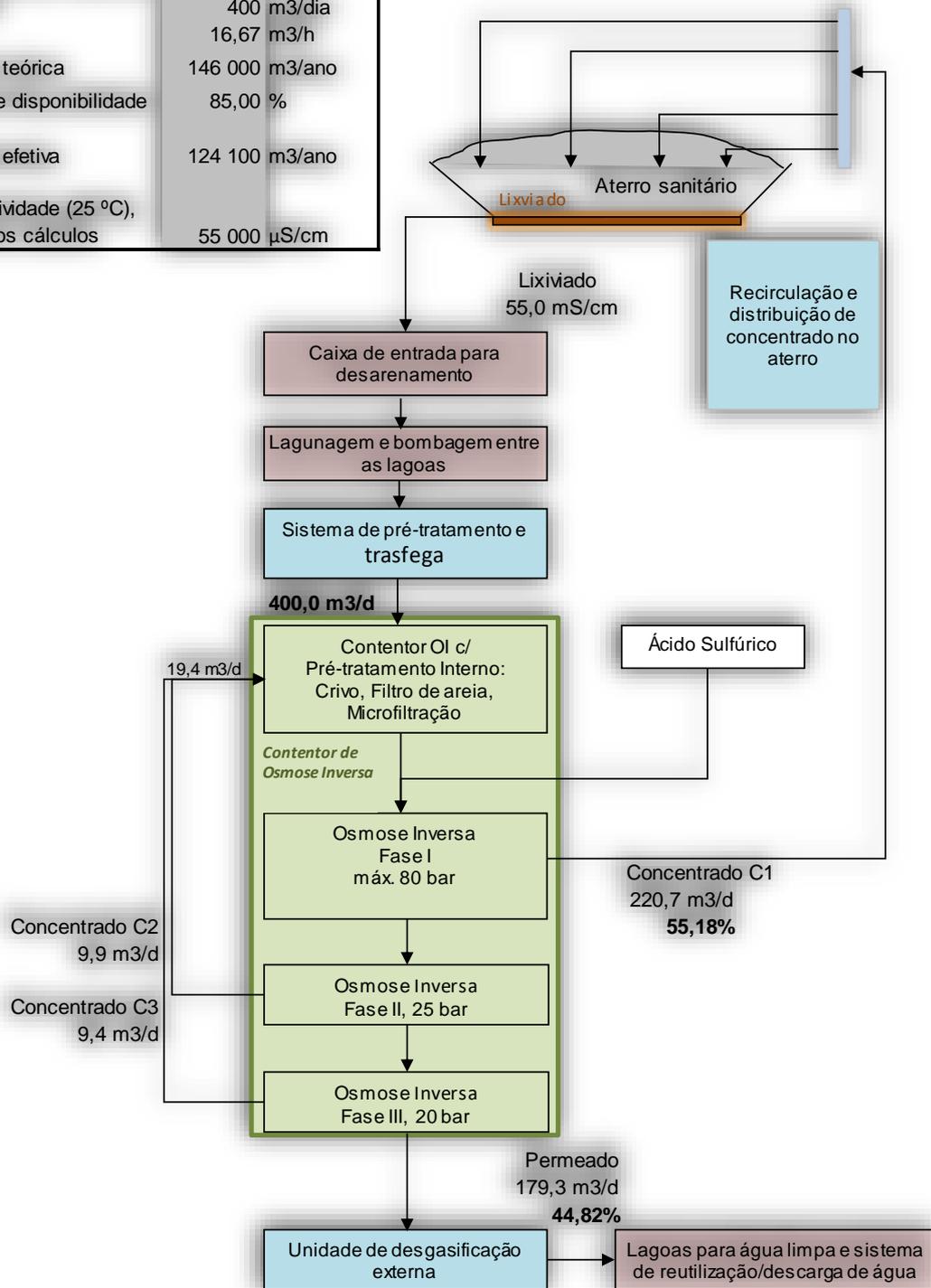


Quadro 3 - Linha 2 – Efluente do Aterro sanitário

Balço preliminar
Tratamento por Osmose Inversa com três fases de purificação
AS Tondela - Ecobeirão
Linha 2 Lixiviados do Aterro 2x OI 200 m3/d

Parâmetros e valores de cálculos:

| | |
|--|----------------|
| Caudal | 400 m3/dia |
| | 16,67 m3/h |
| Caudal teórica | 146 000 m3/ano |
| Taxa de disponibilidade | 85,00 % |
| Caudal efetiva | 124 100 m3/ano |
| Condutividade (25 °C), base dos cálculos | 55 000 µS/cm |



6. ESQUEMA TRIDIMENSIONAL DOS SISTEMAS DE OI

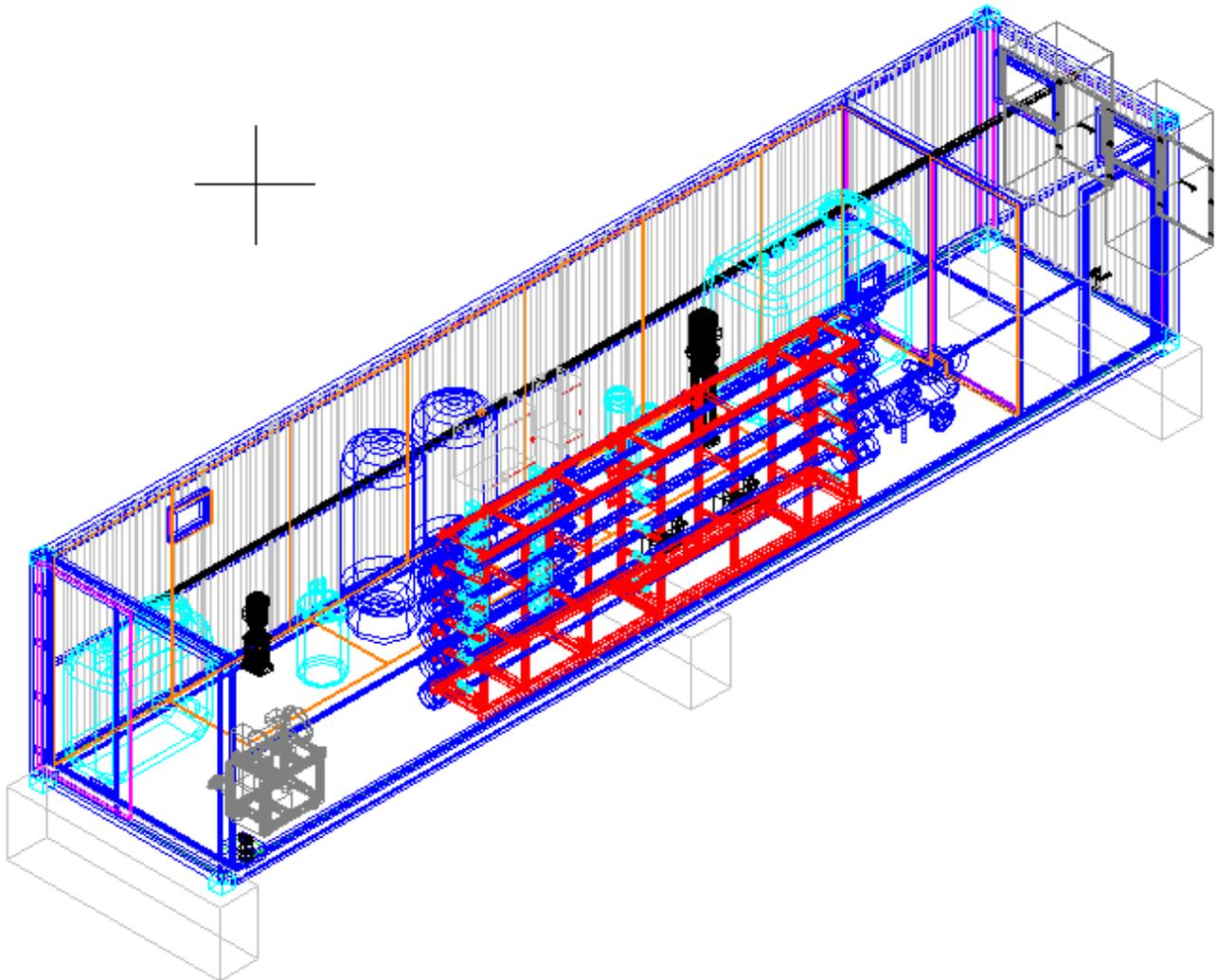


Figura 12 – Vista de desenho CAD do interior de um contentor de OI após disposição final dos equipamentos

ETAR

PREZERO

ATERRO DO PLANALTO BEIRÃO

PROJECTO ETAR PISTA DE LAVAGEM
VIATURA DE RECOLHA DE RSU



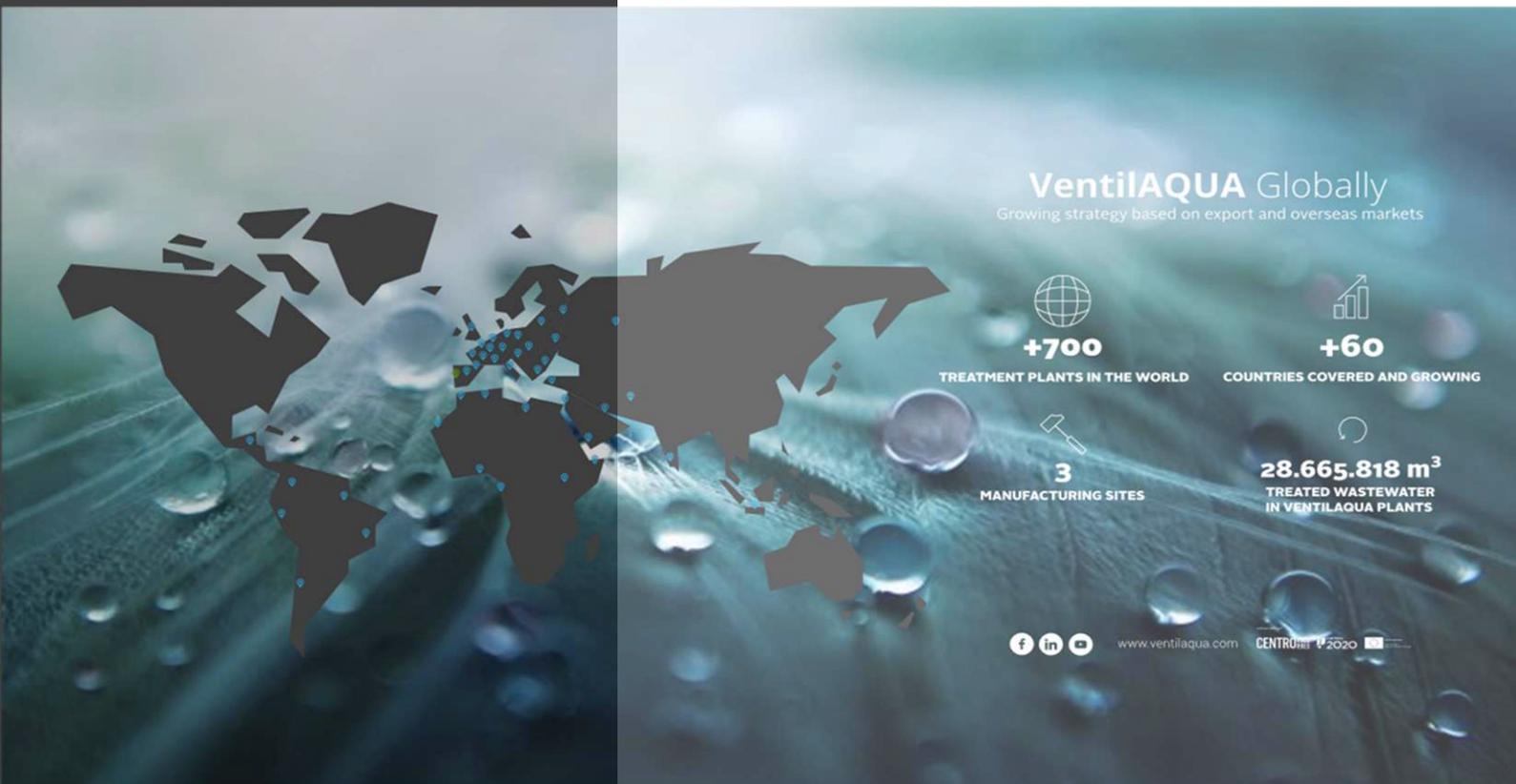
28 DE JULHO DE 2023

Apresentação

Empresa de engenharia especializada no desenvolvimento de soluções para tratamento de efluentes industriais, criada em 1997 com o objetivo de fornecer um serviço integrado totalmente vertical, investindo continuamente em I&D para promover soluções de tratamento de águas residuais de alta tecnologia, totalmente construídas internamente.

Os nossos sistemas encontram-se instalados e em funcionamento um pouco por todo o mundo, decorrendo da nossa estratégia de ampla presença internacional. Hoje, a atuação da empresa está presente em mais de 60 países nos cinco continentes, onde se destacam a França, Espanha, Alemanha Reino Unido, Eslovénia, Brasil, Peru, Colômbia, Emirados Árabes Unidos, Kuwait, Uganda, Costa do Marfim, Indonésia, entre muitos outros.

Conta com mais de 700 instalações em funcionamento, e com uma equipa em constante evolução, dotada de soluções e tecnologias únicas, que está pronta para dar resposta às suas necessidades, onde quer que esteja, quando desejar, em qualquer ramo ou setor em que atue.



Protegemos o teu futuro, é o nosso tema, contribuir para preservar um bem comum, é a nossa visão, compartilhar e divulgar o nosso conhecimento, é a nossa vontade, ser o melhor naquilo que fazemos, é o nosso objetivo, criar um Mundo melhor, é a nossa utopia.

Conteúdos

| | |
|---|-----------|
| 1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO | 4 |
| 1.1. OBJECTO DO FORNECIMENTO | 4 |
| 1.2. INTRODUÇÃO | 4 |
| 2. TECNOLOGIA & PROCESSO | 5 |
| 2.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO | 5 |
| 2.2. TRATAMENTO PRELIMINAR/OBRA DE ENTRADA (GRADAGEM) ^[1] | 6 |
| 2.2.1. <i>Filtro de Grelha Estática</i> | 6 |
| 2.3. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA | 7 |
| 2.4. HOMOGENEIZAÇÃO | 8 |
| 2.5. UNIDADE DE FLOTAÇÃO COM TRATAMENTO QUÍMICO ^[3] | 10 |
| 2.6. PROCESSOS BIOLÓGICOS | 12 |
| 2.6.1. <i>Reator Biológico de Lamas Ativadas</i> | 12 |
| 2.6.2. <i>SmartSBR®: Reator Biológico Sequencial (SBR)</i> ^[6] | 13 |
| 2.6.3. <i>Remoção de Nutrientes: AZOTO</i> | 17 |
| 2.7. TRATAMENTO DE LAMAS – ESPESAMENTO ^[7] | 18 |
| 2.8. TRATAMENTO DE LAMAS – DESIDRATAÇÃO ^[8] | 18 |
| 2.8.1. <i>Filtro Prensa</i> | 18 |
| 3. MEMÓRIA JUSTIFICATIVA | 21 |
| 3.1. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA | 21 |
| 3.2. GRADAGEM/TAMISAGEM | 21 |
| 3.3. HOMOGENEIZAÇÃO | 21 |
| 3.4. TECNOLOGIA VAMEF® | 21 |
| 3.5. PROCESSO BIOLÓGICO | 22 |
| 3.5.1. <i>Processo Biológico: SmartSBR</i> | 22 |
| 3.6. TRATAMENTO DE LAMAS: DESIDRATAÇÃO | 23 |
| 4. CONCLUSÃO | 24 |
| 5. RESUMO DO PROJETO E UTILIDADES E CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO | 25 |
| 5.1. RESUMO DOS DADOS DE PROJETO | 25 |
| 5.2. UTILIDADES | 25 |
| 5.3. NORMAS E DIRETIVAS | 25 |
| 5.4. PARÂMETROS DE SAÍDA DA INSTALAÇÃO | 25 |

Lista de Abreviaturas

AOP – Advanced Oxidation Process (POA em Português)

CQO – Carência Química de Oxigénio

CBO – Carência Bioquímica de Oxigénio

DAF – Dissolved Air Flotation (Flotação por ar dissolvido em Português)

EC – Processo eletroquímico de Eletrocoagulação

EO – Processo eletroquímico de Eletrooxidação

F/Q – Processo Físico-Químico

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

HMI – Human-Machine Interface (Interface Homem-máquina em Português)

MBBR – Moving Bed Biological Reactor (Reator biológico de leito fluidizado em Português)

MBR – Membrane Biological Reactor (Reator Biológico de Membranas em Português)

POA – Processos Avançados de Oxidação

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SBR – Sequential Batch Reactor (Reator não contínuo sequencial em Português)

SST – Sólidos Suspensos Totais

SSV – Sólidos Suspensos Voláteis

VMA – Valor Máximo Admitido

VLE – Valores Limite de Emissão

Marcas Registadas

VABEC® - Marca registada VentilaQUA de dispositivo reacional eletroquímico

VAMEC® - Marca registada VentilaQUA de unidade de decantação (clarificador)

VAMED® - Marca registada VentilaQUA de unidade não contínua de processos F/Q

VAMEF® - Marca registada VentilaQUA de unidade de flotação DAF (clarificador)

VADOF® - Marca registada VentilaQUA de unidade de flotação com ozono (clarificador)

VANGUARD® - Marca registada VentilaQUA sistema de Automação e Controlo

1. Descrição do Processo¹

1.1. Objecto do Fornecimento

O objecto desta proposta é o fornecimento de uma unidade de tratamento de águas residuais provenientes de três fontes diferentes. Estas fontes são então, um processo de lavagem de viaturas de recolha de RSU, águas provenientes do laboratório às quais são adicionados os efluentes domésticos resultantes de balneários e sanitários que servem cerca de 40 trabalhadores da empresa.

1.2. Introdução

O tratamento proposto consiste num tratamento biológico de lamas activadas, antecedido por uma unidade de pré-tratamento químico por flotação, garantindo-se uma óptima depuração do efluente e uma elevada estabilização do processo.

Na fase de elaboração do projecto foram tidos em consideração os seguintes objectivos:

- o Descarga em meio hídrico, respeitando os limites legais
- o Custo da instalação
- o Custo por m³ de água tratada
- o Custos de manutenção
- o Flexibilidade do tratamento
- o Facilidade de operação e manutenção da instalação

De seguida, apresentamos uma descrição do funcionamento da instalação e de todas as fases de tratamento.

¹ *Todo o conteúdo desta proposta, sob a forma de peças escritas ou desenhadas, está protegido pelas leis de proteção da propriedade intelectual vigentes na União Europeia; nesse sentido, e salvo adjudicação formal desta proposta, qualquer utilização da informação, dados, tecnologia, saberes e conhecimentos contidos nestes documentos terá de ser previamente autorizada pela VentilAQUA S.A., sob pena de poderem ser acionados os meios legais disponíveis em caso de uso não autorizado.*

2. Tecnologia & Processo

A solução de tratamento e valorização preconizada é baseada na aplicação da tecnologia mais adequada ao cumprimento dos requerimentos do projeto, mas de igual considerando o desempenho técnico-económico. Com base nestes pressupostos a solução preconizada pode resultar na aplicação de soluções de tratamento tradicionais, ou na aplicação de soluções de oxidação avançada, sendo este último especialmente aplicado em cenários de elevados requisitos ou otimização de recursos.

Na execução deste projeto o departamento e engenharia da VentilAQUA® focou os seus esforços na otimização dos seguintes pontos:

- **Sustentabilidade do processo;**
 - Controlo de processo com sistemas automação,
 - Uso de tecnologia de elevada eficiência energética,
 - Automação para reduzir a necessidade de operação local,
 - Utilização de materiais e equipamentos de alta qualidade e reduzida manutenção.
- **Cumprimento dos requisitos de Projeto:**
 - Larga experiência no setor industrial,
 - Garantia de processo,
 - Compromisso de resultados,
 - Realização de ensaios de validação.

Os resultados obtidos com este processo, operando segundo o nosso projeto, são considerados extremamente satisfatórios não só do ponto de vista de eficiência do processo, mas também do ponto de vista dos custos de investimento, operação e manutenção.

2.1. Descrição do Processo

O processo de depuração proposto desenvolve-se segundo as seguintes etapas:

- Gradagem;^[1]
- Acumulação e homogeneização arejada para tratamento químico;^[2]
- Unidade de flotação com tratamento químico;^[3]
- Acumulação e homogeneização arejada para tratamento biológico;^[4]
- Bombagem com trituração dos efluentes domésticos;^[5]
- Sistema Descontínuo de Oxidação Biológica por lamas activadas (SBR);^[6]
- Espessamento de lamas;^[7]
- Tratamento e Desidratação de lamas por filtro prensa.^[8]

2.2. Tratamento Preliminar/Obra de Entrada (Gradagem) ^[1]

O tratamento preliminar, que inclui a obra de entrada, consiste então na primeira etapa do tratamento e é onde decorrem as operações unitárias de gradagem, remoção de areias e desengorduramento. Nesta operação unitária de gradagem, as águas residuais são encaminhadas através de várias grades (mecânicas ou manuais) onde ficam depositados os resíduos sólidos com maiores dimensões. O objetivo desta primeira fase é impedir a passagem dos resíduos para as fases seguintes, de forma a evitar entupimentos das condutas e bloqueios de equipamentos mecânicos.

2.2.1. Filtro de Grelha Estática

Nos filtros de grelha estática de limpeza manual a água a ser tratada entra no tanque de alimentação e, em seguida, transborda e distribui-se uniformemente por todo o painel de filtro composto por grelhas de filtração. A forma particular destas grelhas, com barras onduladas, permite uma separação eficaz dos corpos sólidos dos líquidos de forma contínua e sem entupimentos. A inclinação do painel filtrante por si só é ajustável para permitir engrossar mais ou menos o material separado. Na parte frontal é recolhido o material sólido separado, enquanto na parte posterior sai a água filtrada. A grelha é fabricada inteiramente em aço inoxidável AISI 304, com estrutura de suporte em aço galvanizado a quente e painel filtrante com inclinação ajustável composto por grelhas de PVDF de elevada resistência mecânica (resistência de +160° a -35°). O sistema vem preparado para a possível aplicação do vibrador elétrico a fim de facilitar a queda das partículas. Espaçamentos de grade - 1,0 mm.

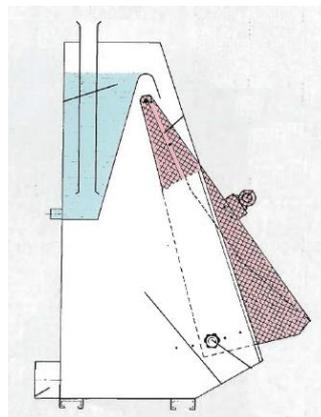


Figura 1. Filtro de Grelha Estática (Vista Lateral)

2.3. Estação Elevatória

No transporte de águas residuais, as estações elevatórias são concebidas para recolher e transportar águas residuais para um ponto de elevação mais elevado. As estações de bombagem são também designadas por estações elevatórias.

Uma estação elevatória é executada para lidar com águas residuais que afluem por canais gravíticos ou outras estações elevatórias intermédias e armazenadas num poço subterrâneo ou poço húmido. Estes sistemas estão equipados com instrumentação elétrica para detetar o nível de águas residuais presentes que conferem um controlo automático e proteção dos equipamentos e de igual modo possíveis transbordos. Quando o nível de águas residuais sobe para um nível predeterminado, denominado de arranque, a estação de bombagem inicia o funcionamento e eleva as águas residuais por um sistema de tubagens pressurizadas até atingir o nível de paragem do processo no respetivo poço. Este ciclo é repetido consecutivamente, e deste modo são bombeadas as afluências até a próxima etapa do processo de tratamento. No caso de afluências elevadas, como períodos de pico de caudal, na existência de bombas adicionais instaladas, estas arrancarão em paralelo, ativando o modo de reforço.

Para o dimensionamento da capacidade instalada das bombas é tido em consideração o número máximo de arranques horários recomendado pelo fabricante. No caso de existência de sólidos, é recomendada a instalação de um sistema de gradagem e /ou filtração prévio às bombas, que permita reter sólidos de dimensão superior aquele suportado pelo nível de passagem máximo das próprias bombas.

2.4. Homogeneização

O objetivo da implementação de um tanque de equalização para os efluentes, consiste em controlar dinamicamente o caudal de entrada no sistema de tratamento por forma a permitir uma operação controlada e suave da ETAR, facto fundamental para que o tratamento decorra da melhor forma e com a máxima eficiência. A este tanque afluem de igual modo o circuito das escorrências e sobrenadantes da ETAR.

Por forma a assegurar um correto funcionamento do sistema a jusante, e cumprindo as boas regras de engenharia neste tipo de aplicações, recomenda-se que o tanque de homogeneização tenha um volume que assegure os picos volumétricos, variações de pH e cargas orgânicas da normal operação diária. Aquando na presença de processos de tratamento biológico, e na ausência de produção de efluente de base diária, deverá ser contemplado um volume adicional que permita a acumulação de uma parte do efluente diariamente de modo a ser tratado durante os períodos e ausência de produção de efluente, assegurando assim a alimentação contínua desta fase de tratamento.

Este tanque poderá ser dotado de uma descarga de emergência, que permitirá, em condições anormais de funcionamento, proceder ao desvio do afluente não tratado para um sistema de recolha de emergência, através do circuito de *bypass* da ETAR.

Acumulação e Homogeneização Arejada para Tratamento Químico ^[2]

Face ao caudal de projecto estabelecido, de 25 m³/dia, este tanque foi projectado para uma capacidade de retenção de 10 m³, correspondendo a cerca de 5 horas de retenção, em função do tempo de laboração de unidade de lavagem de viaturas e da produção de água originário do laboratório.

Acumulação e Homogeneização Arejada para Tratamento Biológico ^[4]

Dado tipo de processo biológico implementado, reactor de lamas activadas descontínuo por cargas, pretende-se acumular o efluente relativo a um dia de operação, para garantir a máxima homogeneização de contaminação e assegurar que o processo biológico seja alimentado com efluente o mais regular possível. Nesse sentido, o tanque de homogeneização a montante do processo biológico tem uma capacidade útil de 27 m³.

A massa líquida é mantida em movimento com recurso a um flojet para promover uma boa mistura da fase líquida e um arejamento adequado em simultâneo. Da mesma forma se evita a formação de zonas paradas no tanque onde os fenómenos de oxidação anaeróbia poderiam ser fonte de maus odores.

A alimentação à subsequente fase é processada através de uma bomba submersível, para tanque de oxidação, favorecendo o metabolismo dado que a relação CBO/SST permanece sempre igual.

Sistema de Mistura/Oxidação preliminar

A existência de um tanque inicial de homogeneização serve também para permitir o arejamento dos efluentes promovendo uma oxidação preliminar de alguma matéria orgânica e evitar fenómenos de anaerobiose que provocam maus odores. O processo de arejamento poderá ser realizado por via da injeção de ar atmosférico com recurso a arejadores submersos do tipo

Venturi, com recurso a arejadores de superfície ou ainda pela injeção de ar a partir de rede difusora instalada no fundo do tanque alimentada por soprador. Em qualquer dos casos estes sistemas permitem a ação combinada de arejamento e mistura do efluente. O processo de mistura poderá ainda ser coadjuvado com o recurso a misturadores submersos tipo *mixer*, que em conjunto garantirão a perfeita mistura do efluente no tanque de homogeneização.

Grupos de Bombagem e Elevação

Neste órgão serão instalados, no topo oposto do coletor afluente, grupos eletrobomba, que farão a alimentação à fase seguinte de tratamento. Estes grupos são controlados por instrumentação de nível instalado no tanque de homogeneização, com níveis bem definidos de arranque, paragem, máximo, alarme e proteção aos grupos.

As águas residuais elevadas do tanque de equalização são conduzidas, numa conduta em pressão, até à entrada da próxima fase do sistema de tratamento, propriamente dito. Nesta conduta de alimentação, poderá ser instalado um medidor de caudal eletromagnético para contabilizar o caudal afluente ao tratamento e adicionalmente, se necessário, poderão ser instalados variadores de velocidade e frequência que permitam variar a tensão da despectiva alimentação elétrica, no sentido de controlar o caudal debitado.

Bombagem com trituração dos efluentes domésticos ^[5]

No tanque de homogeneização dos efluentes, a montante do tanque de oxidação biológica, serão adicionadas as águas residuais domésticas provenientes dos balneários e sanitários. A entrega destas águas far-se-á por bombagem com impulsor de trituração, para que todos os corpos sólidos presentes tipicamente nestes efluentes não venham a causar problemas no tratamento subsequente.

2.5. Unidade de Flotação com Tratamento Químico ^[3]

A partir do tanque de homogeneização, as águas são alimentadas por bombagem submersível à unidade de tratamento químico por flotação com ar dissolvido. Este sistema consta, essencialmente, de um reactor de floculação onde as águas são misturadas com produtos químicos que promovem a separação das substâncias sedimentáveis e coaguláveis, e de uma unidade de saturação das águas tratadas com ar dissolvido, bem como de uma unidade de flotação.

Após a adição dos produtos químicos, as águas são colocadas em contacto com a água saturada de ar e enviadas à unidade de saturação. Nesta unidade, as microbolhas de ar favorecem a separação dos sólidos por flotação, sendo separadas à superfície da unidade onde se encontra uma unidade raspadora de superfície que as transporta para uma tremonha de descarga.

Neste processo é executado um controlo e acerto de pH, com dispositivo electrónico de controlo e dosagem de agente neutralizante, garantindo-se que todo o processo de tratamento químico se processa no valor de pH ideal.

As dosagens químicas bem como os produtos seleccionados para esse tratamento foram determinados em ensaios laboratoriais prévios, sendo todos os produtos consumidos nas reacções do processo.

O dimensionamento da unidade de flotação resulta da combinação de dados de caudal volúmico, concentração de sólidos em suspensão e caudal de ar estabelecido para promover e garantir a flotação das lamas criadas no processo químico. As águas assim tratadas são descarregadas através de sifão para a fase seguinte de tratamento.

O processo de flotação apresenta várias vantagens:

1. Redução de dimensões quando comparado com clarificadores convencionais;
2. Redução no consumo de produtos químicos;
3. Baixo tempo de residência;
4. Remoção de matérias até 99.5%;
5. Extração de lamas até 5-6%;
6. Redução das quantidades de lamas para deposição.

Este sistema consta, essencialmente, de um reactor de floculação onde as águas são misturadas com produtos químicos que promovem a separação das substâncias sedimentáveis e coaguláveis, e de uma unidade de saturação das águas tratadas com ar dissolvido, bem como de uma unidade de flotação. Na tubagem de alimentação ao equipamento é doseado um agente coagulante, eventualmente uma solução de sais de Ferro ou Alumínio.

Com esta dosagem, as substâncias coloidais presentes na suspensão ficam destabilizadas e agregam-se em flocos, sendo a acção do agente coagulante para este feito altamente dependente dos valores de pH. Por este motivo está considerada a medição contínua dos valores de pH e a sua correcção mediante dosagem automática de solução de agente neutralizante

Projecto ETAR Pista de Lavagem Viatura de Recolha de RSU

No seguimento deste processo, será doseada uma solução de polielectrólito que provoca a agregação e crescimento dos microflocos, que se vão juntando por fenómeno de absorção e englobando no seu interior as partículas coloidais eventualmente ainda em suspensão.

Após a adição dos produtos químicos, as águas são colocadas em contacto com a água saturada de ar e enviadas à unidade de saturação. Nesta etapa, as microbolhas de ar favorecem a separação dos sólidos por flotação, sendo separadas à superfície da unidade.

As águas a clarificar, saturadas de ar e descomprimidas no aspersor, atingem o tanque central da unidade de flotação onde os flocos estão repletos de microbolhas de ar, acoplados na fase de formação. Daqui a água é distribuída uniformemente e atravessa um deflector, chegando em total calma ao tanque de flotação/sedimentação. Neste, e em resultado no efeito do ar contido nos flocos, a matéria suspensa é trazida à superfície, enquanto as matérias não flotáveis são depositadas no fundo do tanque. Os materiais separados durante o processo de flotação formam uma camada na superfície da água, camada essa que é posteriormente removida pelo raspador rotativo.

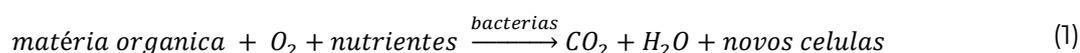
Entretanto, o raspador de fundo, parte da ponte raspadora, remove as matérias sedimentadas do fundo do tanque e condu-las para o ponto de recolha, onde são descarregadas para unidade de acumulação. As águas clarificadas chegam ao canal de recolha a partir do qual é retirada água para reciclagem do sistema de pressurização.

Após tratamento por dissolução de ar comprimido, a água saturada deixa a zona de mistura e retorna à unidade de sedimentação/flotação onde se mistura com a água a ser tratada.

2.6. Processos Biológicos

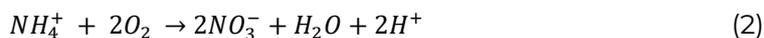
Os compostos presentes nos efluentes industriais são na sua maioria fonte de carbono, azoto, fósforo e enxofre. Se as águas residuais apresentarem baixos níveis de oxigénio dissolvido, é potenciada a redução de sulfatos e degradação anaeróbia da matéria orgânica originando compostos odoríficos como o ácido sulfídrico, mercaptanos, aminas e amoníaco. Para além do odor desagradável, a exposição prolongada a estes compostos pode causar efeitos adversos à saúde pública.

A digestão aeróbia é um processo bioquímico que permite a depuração dos efluentes pela ação de microrganismos que, na presença de oxigénio, transformam toda a matéria orgânica biodegradável em dióxido de carbono e água (equação 1).

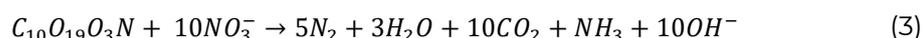


A digestão aeróbia é complementada com um ciclo de nitrificação-desnitrificação que permite remover o azoto presente no efluente. Este processo realiza-se em duas etapas distintas. A primeira etapa do processo é a nitrificação, que consiste na oxidação da amónia por ação de bactérias nitrificadoras resultando na formação de nitrato. A segunda etapa consiste no processo de desnitrificação, promovida por uma reação anóxica (ausência de oxigénio livre) realizada por bactérias desnitrificadoras que reduzem o nitrato em azoto livre na presença de matéria orgânica. Segundo a USEPA, a fórmula química $C_{10}H_{19}O_3N$ pode ser usada para representar o material orgânico biodegradável. As reações das etapas descritas anteriormente estão representadas na equação 2 e 3.

Nitrificação



Desnitrificação



Os compostos resultantes da desnitrificação-nitrificação e digestão aeróbia, não apresentam qualquer tipo de problemas para descarga em meio hídrico.

2.6.1. Reator Biológico de Lamas Ativadas

O sistema de Lamas Ativadas é um dos processos de tratamento biológico das águas mais frequentes em todo o mundo. Este tem como princípio básico a manutenção de uma elevada concentração de microrganismos num reator artificialmente arejado, onde a matéria orgânica irá ser degradada por uma comunidade bacteriana

As Lamas Ativadas são compostas por diversos microrganismos, incluindo vírus, bactérias, protozoários, fungos e metazoários, que são utilizados para avaliação das condições operacionais das instalações das ETAR. Os protozoários ciliados são muito abundantes em todos os processos de tratamento aeróbios, alimentando-se de bactérias que entram, continuamente, no sistema, daí que tenha sido observado que estes melhoram a qualidade do efluente. Para além da

avaliação do desempenho de ETAR através do estudo das comunidades microbiológicas, estes microrganismos auxiliam no processo de floculação, através da secreção de substâncias mucilaginosas com propriedades floculantes.

Um sistema de Lamas Ativadas Convencional é composto por:

- Um ou vários reatores, designados por tanques de arejamento;
- Lamas ativadas;
- Sistema de arejamento (mantém o processo aeróbio);
- Tanque de sedimentação (separa a biomassa do efluente tratado);
- Sistema de recirculação de lamas (recolha dos sólidos no tanque de sedimentação e reintrodução no reator)

O sistema de Lamas ativadas permite converter a maior parte da matéria orgânica solúvel e coloidal, em formas inorgânicas estáveis e massa celular, pois estas vão ser metabolizadas por um diverso grupo de microrganismos. Forma-se, assim, dióxido de carbono (CO₂) e água, para além de uma parte ser convertida em massa celular, que pode, posteriormente, ser removida do efluente por sedimentação.

Inicialmente, no tanque de arejamento, vai ocorrer a degradação da matéria orgânica, em que o carbono orgânico, azoto e fósforo dissolvidos vão ser convertidos em biomassa, sendo assim removidos da água através da ação bacteriana.

A maioria das bactérias tem a capacidade de formar flocos. Graças a este fenómeno, após um determinado período de tempo, a biomassa formada no reator pode ser separada do efluente tratado, através da força da gravidade, depositando-se, assim, nos tanques de sedimentação, permitindo a separação sólido-líquido.

Por fim, uma parte da biomassa vai ser reciclada, sendo reintroduzida no tanque de arejamento mantendo uma população estável de microrganismos, enquanto o excesso devido ao crescimento biológico é periodicamente ou continuamente removido do sistema para o sistema de desidratação de lamas.

2.6.2. SmartSBR®: Reator Biológico Sequencial (SBR) ^[6]

Num reator de sistema sequencial - SBR (Sequential Batch Reactor) a oxidação e a sedimentação são realizadas no mesmo tanque. O esquema do processo pode ser verificado na figura a seguir:

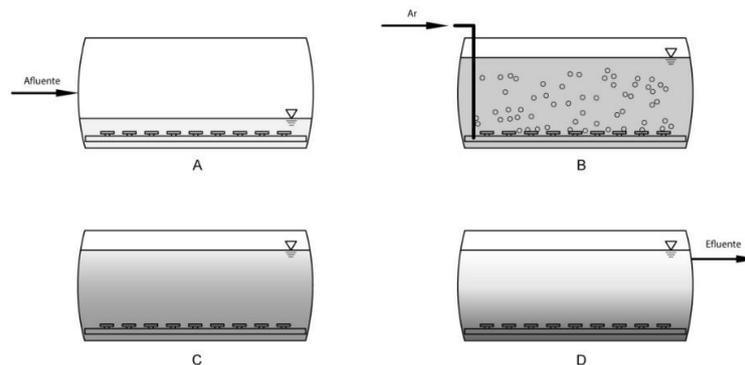


Figura 2. Etapas do tratamento biológico descontínuo sequencial. A) Etapa de enchimento; B) Etapa de arejamento; C) Etapa de sedimentação das lamas; D) Etapa de descarga de efluente tratado.

Durante a etapa de enchimento (etapa A), o(s) tanque(s) biológico(s) SBR está(ão) disponível(is) para receber as águas residuais bombeadas do tanque de Homogeneização. Nesta fase não há promoção de oxigénio, de forma que, em condições anóxicas, possa ocorrer a desnitrificação de nitratos que porventura ainda existam do ciclo anterior.

Na etapa de arejamento (etapa B), o ambiente aeróbio é promovido para:

- oxidação de carbono biológico
- nitrificação de compostos de azoto

A nitrificação biológica é a oxidação bioquímica do azoto amoniacal por meio de bactérias nitrificantes. Neste caso, a reação de nitrificação ocorre simultaneamente (no mesmo reator) com a oxidação biológica do carbono orgânico, utilizando o oxigénio dissolvido, resultante da formação de microbolhas de ar geradas nos difusores instalados no fundo deste tanque.

Este processo biológico também promove:

- redução de nitrato em gás azoto
- aproveitamento do oxigénio remanescente da redução dos nitratos para a eliminação do carbono orgânico (CQO).

A redução do nitrato a azoto gasoso é realizada sob condições anóxicas, pelo que são criadas etapas de paragem de arejamento para promover a desnitrificação.

Após a fase de oxidação, o arejamento é interrompido e a mistura da fase líquida com lamas é deixada assentar (etapa C), para promover a separação da biomassa do líquido tratado (separação das fases sólida e líquida).

Segue-se a etapa de descarga (etapa D), na qual o efluente tratado é descarregado com recurso a descarregadores flutuantes instalados em cada tanque biológico SBR. Porém, nos primeiros instantes desta etapa, e de acordo com a tecnologia da VentilAQUA SmartSBR®, o efluente tratado é encaminhado para o tanque de homogeneização, para evitar a descarga de alguns sólidos que podem permanecer na linha dos descarregadores flutuantes. Após essa purga inicial, a água tratada é descarregada para a saída.



Figura 3. Exemplo de aplicação de descarregadores flutuantes VentilAQUA.

Sempre que necessário, entre o final do último período de descarga e o início de um novo ciclo, o excesso de lama é extraído. Esta etapa pode ser efetuada de forma automática ou manual.

No tanque ficará sempre uma mistura de água e lama que permanecerá no tanque para o próximo ciclo de operação.

Toda esta lógica de operação e controlo do sistema SBR é realizada no quadro elétrico de comando, que possui um autómato e consola táctil programável, onde está instalada a solução de comando SmartSBR® da VentilAQUA.

SmartSBR® é um software de controlo desenvolvido pela VentilAQUA, que permite gerir de forma inteligente toda a lógica de funcionamento da unidade biológica, de forma simples e eficaz. Na ausência de efluente, o SmartSBR® alimenta artificialmente o biológico, evitando assim a perda da atividade microbiológica.

Devido à versatilidade do sistema, é possível durante a exploração ajustar a temporização das várias etapas que compõem o ciclo, com o objetivo de otimizar os custos de energia e qualquer problema relacionado com a qualidade das lamas ativadas.

Em resumo, a tecnologia SBR é um processo em “batch” ou descontínuo, que permite:

- Instalação mais compacta. O sistema SBR elimina a necessidade de decantadores primários e secundários, o que reduz os custos de operação e manutenção. Além disso, as bombas de recirculação também não são necessárias;
- Ajuste dos ciclos de nitrificação/desnitrificação dependendo da quantidade de azoto presente no efluente. É possível a dosagem automática de nutrientes;
- Aumentar/diminuir a etapa de decantação dependendo das características das lamas produzidas.
- Flexibilidade para tratar águas residuais variáveis (carga e composição) simplesmente ajustando os vários ciclos de tratamento.
- Manutenção de um bom desempenho mesmo com choques de carga: as condições de operação (alternância de alta / baixa concentração de substrato) induzem a seleção de bactérias robustas.
- Retenção dos contaminantes até que sejam completamente degradados, tornando o sistema excelente para o tratamento de compostos perigosos que podem entrar nos efluentes industriais.

- Ajuste da entrada de energia e a fração de volume utilizada, de acordo com a carga afluenta que pode permitir redução de custos operacionais. Além disso, é necessário menos espaço, pois todas as operações ocorrem no mesmo tanque
- Diminuir o teor de água desperdiçada das lamas, porque o espessamento das lamas pode ser efetuado durante a fase de decantação, e a descarga de lamas pode ser automática.



Figura 4. Exemplo de SmartSBR® com tanques em Betão.



Figura 5. Exemplo de SmartSBR® com tanques Externos (Aço Inox & Fibra de Vidro).

Tabela 1 – Dados de projecto relativos ao SBR

| Parâmetros | Valor Admitido | Unidade |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Capacidade útil do SBR | 63 | m³ |
| Caudal unitário discos de membrana microbolhas | 4/5 | Nm³/h |
| Número de discos | 40 | difusores |

2.6.3. Remoção de Nutrientes: AZOTO

O azoto e fósforo são elementos essenciais para o crescimento de microrganismos, plantas e animais, sendo conhecidos como nutrientes ou bioestimuladores. As principais fontes destes nutrientes, no meio ambiente, são o uso de fertilizantes na agricultura, detergentes utilizados para limpeza e outros compostos químicos sintéticos. O azoto e o fósforo existem naturalmente nos corpos recetores; o problema reside quando estes são encontrados em excesso. Altas concentrações destes nutrientes apresentam efeitos negativos, onde o principal problema oriundo da disponibilidade excessiva desses nutrientes está relacionado com a eutrofização.

Num processo de tratamento de águas residuais, o azoto pode existir sob diversas formas, da sua forma mais reduzida à mais oxidada, sendo comum encontrar-se sob a forma de amoníaco (NH_3), ião amónio (NH_4^+), azoto molecular (N_2), Nitrito (NO_2^-), Nitrato (NO_3^-) e azoto orgânico.

A remoção biológica do azoto num sistema de lamas ativadas é realizada num processo de 3 fases: Amonificação, nitrificação e desnitrificação.

Amonificação

Também designada por redução dissimulativa da matéria orgânica azotada, nesta fase ocorre a conversão (hidrólise) do azoto orgânico a amónia pela atividade microbiana de diversas bactérias heterotróficas e fungos.

Nitrificação

Esta fase corresponde à oxidação biológica da amónia a nitrato, formando nitrito como produto intermédio, por ação de bactérias autotróficas nitrificantes em condições de aerobiose. A conversão de amónia a nitritos, é feita pelos géneros Nitrosomonas, e Nitrosococcus, entre outros, obtendo a sua energia a partir da oxidação da amónia.

Por sua vez, a conversão a nitratos, é feita pelos géneros Nitrobacter e Nitrococcus, entre outros, obtendo a sua energia a partir da oxidação de nitritos.

Desnitrificação

A desnitrificação ocorre em ambiente anóxico, onde os nitratos e nitritos servem de aceitador final na cadeia de transporte de eletrões quando existe uma fonte orgânica de carbono disponível. Esta fase consiste na redução dos nitratos e nitritos a azoto molecular, ou mesmo a óxidos de azoto (NO e N_2O), através de vários microrganismos heterotróficos facultativos, que obtêm a sua energia a partir de carbono orgânico e metabolizam as suas estruturas celulares a partir do oxigénio molecular e do oxigénio dos nitratos e nitritos.

Na desnitrificação existem cinco compostos de azoto principais, onde o azoto molecular é o produto final, sintetizado do nitrato como substrato inicial.

No caso de uma desnitrificação incompleta, podem ser libertados compostos intermediários como NO e N_2O . Isto acontece geralmente se a concentração de nitratos for elevada e a concentração de substratos orgânicos for residual.

2.7. Tratamento de Lamas – Espessamento ^[7]

As operações de separação sólido-líquido demonstram-se eficientes métodos de reutilização da água implicada no processo e retenção da humidade dos produtos gerados nas indústrias.

A sedimentação é uma operação unitária muito utilizada pelas empresas, pois em alguns casos chegam a 90% de recirculação da água através principalmente de espessadores de vários tipos, formatos e tamanhos.

O espessamento, como operação de separação sólido-líquido baseada na sedimentação, é utilizada para recuperação de água de polpas contendo rejeitados de concentrados, preparação de lamas e rejeitados para descarga, preparação de polpas com densidades mais adequadas para operações subsequentes e separação das espécies dissolvidas dos resíduos lixiviados.

As operações com espessadores são, em sua maioria, simples e robustas, no entanto se não tomadas as devidas cautelas podem gerar uma grande perda de produção devido a longa duração das paragens operacionais, ainda que para uma simples correção ou avaliação de um risco em potencial ao equipamento. Embora sejam de elevada simplicidade, são equipamentos de custo de investimento elevado, contudo de alta confiabilidade e baixo custo operacional.

As lamas originadas no processo de tratamento químico, assim como as lamas originadas no processo de tratamento biológico são enviadas para um tanque de espessamento, com cerca de 18 m³, a partir do qual são alimentadas, por bombagem, a um filtro prensa para desidratação.

2.8. Tratamento de Lamas – Desidratação ^[8]

A desidratação é um processo físico, que tem como objetivo a remoção de parte da humidade das lamas de modo a reduzir volume e custos inerentes ao transporte e colocação em destino final.

Existem vários processos de desidratação, sendo os mais usuais os dispositivos mecânicos, de desidratação mais rápida, que ocupam menos espaço, mas aumentam os custos de exploração. Podem ser realizados através de dispositivos de filtração, compressão, separação centrífuga e compactação.

2.8.1. Filtro Prensa

O filtro prensa é um equipamento destinado a separação de materiais sólidos e líquidos. É amplamente utilizado para tratamento de águas num processo de desidratação pelo baixo custo de manutenção e consumo de energia, com possibilidade de reaproveitar os materiais envolvidos na filtragem, facilidade na deposição final, entre outros.

A sua utilização está associada principalmente às indústrias e no tratamento de efluentes urbanos. Isso porque os filtros prensa permitem um maior teor de sólidos secos em conjunto com um baixo consumo energético.

A sua utilização não se esgota no tratamento de efluentes, existindo outras aplicações onde a redução no volume de solutos permite diminuir os custos na sua deposição final. É possível destacar alguns casos, tais como:

- Na indústria petroquímica e na filtração de lamas oleosas;
- Filtração de vinhos, óleos, extratos, sumos de frutas e outros alimentos;
- Nas lavandarias industriais;
- Na indústria têxtil;
- Em filtros de contra lavagem;
- Na separação, desidratação e lavagem de pigmentos e corantes;
- Na remediação Ambiental;
- Pré-filtração e clarificação de solventes, etc.



Figura 6. Exemplo de Filtro Prensa VentilaQUA®.

O filtro prensa é o elemento filtrante, acoplado a uma bomba de alimentação, sendo capaz de reter a parte sólida por meio da pressão gerada e de acordo com o tamanho dos sólidos.

No processo de alimentação da solução a ser filtrada ao filtro-prensa, a pressão interna aumenta, acumulando os sólidos no interior do filtro. A medida que a pressão aumenta, ela gera e compacta o bolo filtrante libertando o soluto e assim reduzindo a sua humidade. No final da etapa de alimentação e compactação o equipamento é aberto sendo descarregado por processos mecânicos ou pela gravidade.

O filtro proposto é de funcionamento electrohidráulico, de abertura e fecho motorizado, com pratos em PP e telas em Rilsan, com sistema automático de reposição de pressão através de centralina hidráulica controlada por pressostato. O resultado do pré-tratamento é a produção de um resíduo sólido designado onde encontramos praticamente toda a quantidade de matéria inicial em suspensão, presente no efluente bruto.

Para o cálculo da unidade de filtração pressupõe-se que as lamas químicas terão um teor de seco, após desidratação, de cerca de 25-30%.

Com este teor de seco, a quantidade de lamas produzida será cerca de 240 kg/dia, considerando um processamento de 25 m³/dia de efluente. As lamas produzidas serão maioritariamente produzidas no processo químico, dado que do processo biológico, pela sua natureza e critérios

PreZero

Projecto ETAR Pista de Lavagem Viatura de Recolha de RSU

de funcionamento apenas serão extraídas lamas quando se verificar algum desequilíbrio entre a quantidade produzida e a consumida no processo de estabilização de lamas.

As águas resultantes da prensagem das lamas serão ser enviadas para a zona de tratamento biológico, em conjunto com o efluente pré-tratado.

3. Memória Justificativa

3.1. Estação Elevatória

Devido á localização do complexo habitacional relativamente à ETAR será necessário receber o efluente num tanque de bombagem. O tanque de bombagem está localizado junto á gradagem descrita no ponto anterior e foi dimensionado de deforma a ter capacidade de absorver os picos de caudal

$$V_{pb} = Q_{pico} \times t_{retenção} \quad (4)$$

3.2. Gradagem/Tamisagem

Como tratamento primário será realizada uma gradagem de sólidos por um processo manual. Este consiste na passagem do efluente por uma conduta que apresenta uma secção reta trapezoidal. Para o dimensionamento do canal recorreu-se à equação de Strickler para determinar a altura necessária do trapézio.

$$Q = AKR^{2/3}J^{1/2} \quad (5)$$

Em que A é a área molhada do trapézio (m^2), K é o coeficiente de rugosidade de Strickler ($m^{1/3}$), R é o raio hidráulico (m) e o J o declivo de fundo (m/m).

A área da secção molhada de um trapézio é dada pela equação seguinte:

$$A = (b + mh)h \quad (6)$$

Em que b é o comprimento da base menor (m), h é a altura do trapézio h e o m é a inclinação do talude (m). Para a determinação do raio hidráulico é necessário determinar o perímetro molhado do trapézio, P , pela seguinte equação.

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (7)$$

3.3. Homogeneização

O tanque de receção e homogeneização/equalização do efluente é dimensionado de modo a absorver o caudal médio diário com uma margem de segurança definida (SF). O tempo de retenção do efluente no tanque de equalização é definido pelo parâmetro $t_{retenção}$.

$$V_{tanque} = Q \times t_{retenção} \times SF \quad (8)$$

3.4. Tecnologia VAMEF®

O desempenho de uma flotação por ar dissolvido depende da relação de volume de ar e de massa de sólidos necessária para atingir um dado grau de clarificação. Estas razões variam com o tipo de efluente com valores típicos entre os 0,005 e 0,06.

$$\frac{A}{S} = \frac{kgAR}{k_s SST} \quad (9)$$

Através da razão A/S e da seguinte equação é possível obter o caudal necessário de reciclo:

$$Qr = \frac{\frac{A}{S} \times SST \times Q}{23 \times (0.6 \times P_{sat} - 1)} \quad (10)$$

A área de flotação é obtida pela seguinte equação:

$$A = \frac{Qr + Q}{\frac{SST \cdot h}{A}} \quad (11)$$

3.5. Processo Biológico

3.5.1. Processo Biológico: SmartSBR

Tal como referido na secção 2.6, o tratamento biológico pelo processo de lamas ativadas será efetuado num reator sequencial descontínuo - SBR (Sequential Batch Reactor) Os SBR foram dimensionados para as condições de afluência do ano de horizonte de projeto. O esquema do processo proposto encontra-se ilustrado na Figura 5.

O tratamento biológico pelo processo de lamas ativadas será efetuado num reator sequencial descontínuo - SBR (*Sequential Batch Reactor*) Os SBR foram dimensionados para as condições de afluência do ano de horizonte de projeto. O esquema do processo proposto encontra-se ilustrado na Figura 7.

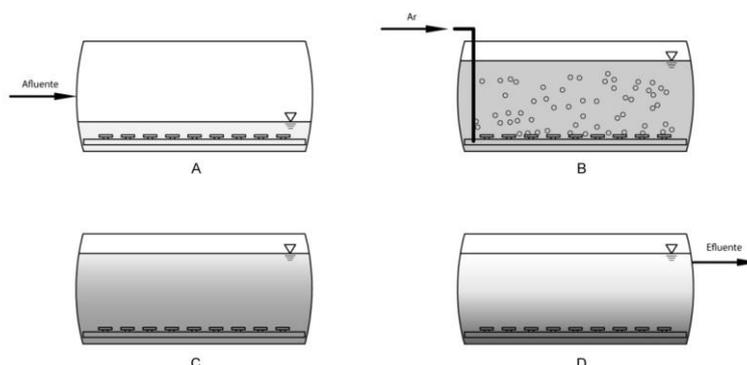


Figura 7 - Etapas do tratamento biológico num SBR. A) Etapa de enchimento; B) Etapa de arejamento; C) Etapa de sedimentação das lamas; D) Etapa de descarga do efluente tratado

Para o dimensionamento da ETAR é necessário selecionar o número de SBR a instalar e definir os tempos para as várias etapas de tratamento, nomeadamente etapa de enchimento (t_f), etapa de reação/arejamento (t_A), etapa de sedimentação (t_s), etapa de descarga (t_D) e etapa de purga de lamas (t_l).

A partir destas considerações é possível determinar o tempo de total por ciclo (t_T) o número de ciclos por dia e o volume de enchimento por ciclo (V_F)

$$\text{Número de ciclos/tanque. } d = \frac{24}{t_T} \quad (12)$$

$$V_F = \frac{Q}{\text{ciclos} \times n^{\circ} \text{ tanques}} \quad (13)$$

Para determinar o volume de cada SBR efetuou-se um balanço mássico aos sólidos assumindo um valor para o índice de lamas (SVI).

$$V_T X = V_S X_S \quad (14)$$

Em que V_T é o volume total de líquido no SBR, X é a concentração de lamas no SBR, V_S é o volume correspondente à decantação e X_S a concentração de lamas na decantação.

3.6. Tratamento de Lamas: Desidratação

O volume do bolo (V_b) foi estimado, admitindo uma valor para a percentagem de sólidos após a filtração e admitindo que toda a água filtrada está isenta de sólidos.

$$V_b = \frac{m_s}{r'_s \rho_b} \quad (15)$$

Em que m_s é a massa de sólidos nas lamas no espessador, r'_s é a nova razão sólidos/água e ρ_b é a massa específica do bolo. A quantidade de água drenada também pode ser estimada pela seguinte equação.

$$V_{\text{água drenada}} = \frac{m_l}{\rho_l} - V_b \quad (16)$$

4. Conclusão

O sistema de tratamento descrito na presente proposta foi projectado para um ciclo de tratamento de modo a obter-se:

Minimização dos custos de exploração da unidade, mediante:

- utilização de tecnologia de baixo consumo energético
- utilização de um conjunto de automatismos para reduzir a necessidade de mão-de-obra de operação, controlo e manutenção

Eficiência da unidade de tratamento, mediante:

- utilização de materiais e equipamentos de alta qualidade, desenvolvidos pelos principais fornecedores ao nível do mercado mundial.

O funcionamento de toda a unidade é controlado por um quadro eléctrico de comando, contendo dispositivos de alarme para um controlo imediato das avarias.

Os resultados obtidos com este processo, operando segundo o nosso projecto, são considerados extremamente satisfatórios não só do ponto de vista da qualidade da água tratada, mas também do ponto de vista dos custos de operação e manutenção.

5. Resumo do Projeto e Utilidades e Características da Instalação

5.1. Resumo dos Dados de Projeto

A unidade de tratamento foi projetada para as condições a seguir descritas, que resultam das previsões de produção de efluente e respetivas cargas contaminantes. Estas considerações encontram-se expressas na seguinte tabela resumo.

Tabela 2. Resumo dos dados de projeto.

| Parâmetros | Valor Admitido | Unidade |
|---|-----------------------|--------------------------|
| Caudal diário | 20+5 | m³/dia |
| CQO máximo estimado <small>(entrada homogeneização para flotação)</small> | 5100 | mg/l |
| CQO máximo estimado <small>(entrada homogeneização para biológico)</small> | 2500 | mg/l |
| Carga CQO diária total | 64 | Kg/dia |
| <small>Outros parâmetros conforme informação do cliente de 25/06/2007</small> | | |
| Ciclo de tratamento | 24 | h/dia |
| Tipo de descarga | Meio hídrico | |

5.2. Utilidades

- Energia elétrica: V 380-50 Hz + 3 fases + neutro + terra
- Água de serviço de rede industrial: Rede Industrial – Ligações de 1” e 1/2”

5.3. Normas e Diretivas

Normas:

ISO 12100:2010: Segurança de Máquinas

IEC 60204-1: Segurança de Máquinas – Equipamento elétrico de máquinas.

Diretivas:

2014/30/UE: Compatibilidade eletromagnética

2014/35/UE: Diretiva de Baixa Tensão

2006/42/CE: Diretiva de Máquinas

5.4. Parâmetros de Saída da Instalação

À saída da instalação de tratamento todos os parâmetros correspondem aos limites máximos exigidos pela normativa em vigor para a descarga em domínio hídrico.

FICHAS TÉCNICAS DOS SEPARADORES

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

MODELO:

NEUTRACOM NG 3-650

Artigo: 1.5554.206PE

Homologação: Z-54.8-219

Sistema separador de hidrocarbonetos da **Aluline Portugal**, marca "MALL", modelo NEUTRACOM, pré-fabricado em betão reforçado, preparado para um caudal de 3 l/s com decantador incorporado de 650 litros.

Características Funcionais:

Separador de hidrocarbonetos Classe 1, de acordo com a DIN1999/EN858, parte 4-6;

Funcionamento pelo processo de adsorção/coalescência dos hidrocarbonetos.

Concentração de óleo residual possível $\leq 5\text{mg/l}$, medida nas condições de ensaio definidas.

Medida de controlo de acordo com a norma DIN38409, parte 18, nas condições de ensaio previstas na norma DIN1999, parte 5

Características Estruturais:

Bacia pré-fabricada em betão reforçado conforme a norma DIN4281, preparada para suportar uma carga estática da classe SLW 60 de acordo com a norma DIN1072, resistente à quebra (estrutura anti-fissura), desenho testado contra flutuação por acção de águas de subsolo, com revestimento interior à prova de líquidos minerais leves.

Componentes:

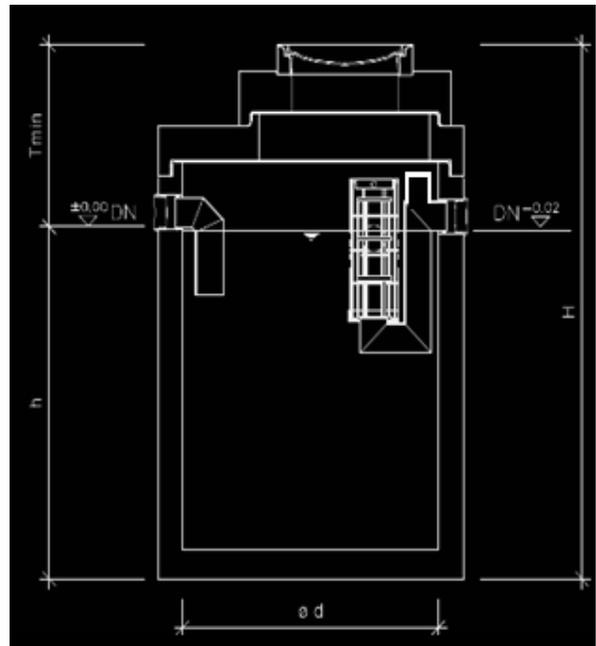
Circuitos hidráulicos em PEAD;

Ligações DN 150 de acordo com a norma DIN19522, para tubo SML;

Equipado com dispositivo de vedação automática, por obturador flutuante (bóia) calibrado para líquidos minerais leves com densidade até $0,90\text{g/cm}^3$ e válvula de corte revestida a borracha;

Filtro coalescente, removível;

Tampa para o separador com 600 mm de diâmetro da classe D400;



Capacidades, Dimensões e Peso:

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Capacidade total de águas residuais: | 1360 litros |
| Capacidade de decantação: | 650 litros |
| Capacidade da zona de separação: | 199 litros |
| Retenção de Hidrocarbonetos: | 511 litros |

T = 725mm, medida da tampa até à geratriz inferior do tubo de entrada;

h = 1200mm;

H = 1925mm;

Ød = 1200mm (1500mm exterior);

Peso total aproximado (vazio): 3160 kg;

Peça mais pesada: 2170 kg.



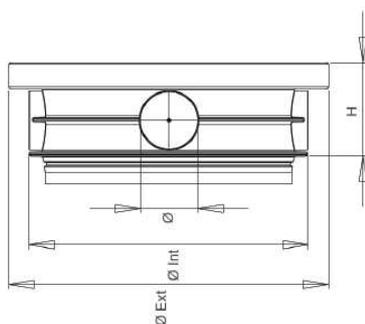
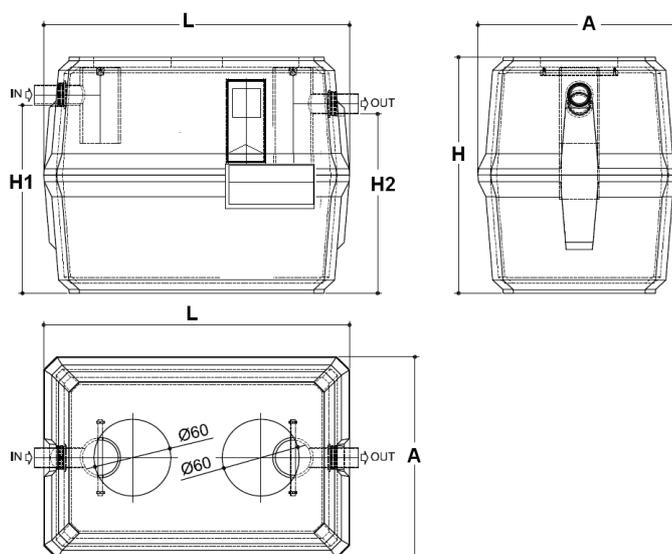
SEPARADOR DE HIDROCARBONETOS EM BETÃO REFORÇADO C90. PARA UM CAUDAL DE 35 l/s



Especificação Técnica: Separador de hidrocarbonetos pré-fabricado em betão pré-fabricado de alta densidade C90 representado por Aluline Portugal, fabricante ELOY modelo Hidrodecanter® de 6500 litros para um caudal de 35 l/s. Equipado com decantador de 3500 litros e um volume total de 6500 litros. De acordo com a EN1825. Bacia pré-fabricada em betão de alta densidade C90 conforme a norma DIN4281, preparada para suportar uma carga estática da classe SLW 60 de acordo com a norma DIN1072, resistente à quebra (estrutura anti-fissura), desenho testado contra flutuação por acção de águas de subsolo. Preparado para passagem directa de cargas até à classe B125. Possibilidade de fornecimento de extensões de tampa com diâmetro interior de 655mm e exterior de 755mm, pré-fabricadas em PE disponíveis em alturas de 220mm e 300mm. Em caso de passagem de tráfego pesado deverá ser efectuada uma laje de protecção por debaixo da tampa. Garantia de 10 anos.



| Tabela de Dimensões | | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------------|-----------------|--------------------------|--|---------------------|----------------|-------------|---------|-----------|
| Artigo | Caudal l/s | Volume Útil Litros | Comprim. L (mm) | Cota de Admissão H1 (mm) | Cota de Admissão H2 (mm) | Altura total H (mm) | Largura A (mm) | Acesso (mm) | DN (mm) | Peso (kg) |
| HYDROC90-15 | 35 | 6500 | 2600 | 1865 | 1795 | 2400 | 2380 | 2x600 | DN315 | 5700 |
| Volume de retenção de sólidos: 3500 litros | | | | | Volume de retenção de hidrocarbonetos: 1160 litros | | | | | |



Representado por Aluline Portugal, Lda

Tel.: 00 351 21 274 24 68 Telefax: 00 351 21 274 16 75

[http:// www.aluline.com.pt](http://www.aluline.com.pt) e-mail: alulineportugal@sapo.pt