



# RELATÓRIO SÍNTESE TRIMESTRAL | APA OUTUBRO, NOVEMBRO E DEZEMBRO | 2025

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ENQUADRAMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTOS DOS PROJETOS PREVISTOS NO ÂMBITO DO AVISO CONVITE N.º 04/REACT-EU/2021 APOIO À TRANSIÇÃO CLIMÁTICA.....</b>	<b>5</b>
<b>4. ESTUDOS PILOTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. ESTUDOS EM CURSO – SOLUÇÕES DE BASE NATURAL.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2. ESTUDOS EM CURSO – ENSAIOS DE TRANSMITÂNCIA.....</b>	<b>11</b>
<b>4.3. ESTUDOS EM CURSO – ENSAIOS DE SECAGEM DAS LAMAS .....</b>	<b>12</b>
<b>5. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL “Soluções de Base Natural no Ciclo Urbano da Água”</b>	<b>13</b>
<b>6. CANDIDATURA AO PROGRAMA LIFE 2021-2027 - Standard Action Projects (SAPs) - Circular Economy and Zero Pollution .....</b>	<b>13</b>
<b>7. DESEMPENHO DA INSTALAÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>9. PEDIDO DE RENOVAÇÃO DO TUA20230405001152 .....</b>	<b>26</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na sequência do resgate da concessão do Sistema de Tratamento de Águas Residuais de Alcanena da AUSTRAL para o Município de Alcanena e por via de contrato de gestão delegada desta entidade com a AQUANENA - Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, EM, SA, com data de 05/07/2019, ficou esta entidade com a gestão do sistema de Saneamento de Alcanena, nomeadamente a ETAR de Alcanena, que está localizada em Lugar do Freixo, freguesia de Bugalhos, concelho de Alcanena, distrito de Santarém.

À data do início da atividade por parte da nova Entidade Gestora, estava em vigor a Licença de Utilização nº L013810.2017.RH5A cuja data final de vigência seria a 1 de outubro de 2019, ou seja, três meses após o início de atividade desta entidade na gestão do sistema.

Por forma a manter a legalidade na atividade de gestão, a AQUANENA solicitou a prorrogação do prazo da licença, sucessivas vezes com apresentação dos compromissos assumidos por esta entidade gestora na resolução dos problemas que a ETAR de Alcanena tem vindo a apresentar ao longo dos anos.

A 25 de fevereiro de 2021, no âmbito do Observatório Ambiental do Concelho de Alcanena, foi realizada a apresentação pública do Plano Estratégico para a Evolução do Sistema de Saneamento de Alcanena (PEESSA), que permitiu mostrar a estratégia da AQUANENA para a resolução das diferentes problemáticas que envolvem o sistema de saneamento, contemplando um planeamento realista dos projetos a elaborar e das ações a realizar para o cumprimento dos objetivos a que se propunha. Nesse seguimento foi emitida a Licença de Utilização dos Recursos Hídricos – Rejeição de Águas Residuais nº L006844.2021.RH5A.

Antes de ser ultrapassado o prazo de validade da referida licença foi instruído um pedido de renovação na plataforma de Licenciamento Único Ambiental e a 5 de abril de 2023 foi emitido o TUA20230405001152.

Passados dois anos da sua emissão e após novo pedido por parte da AQUANENA, a APA/ARH Tejo e Oeste emitiu a renovação do TUA com data de início a 30 de junho de 2025 e validade até 30 de junho de 2030.

## 2. ENQUADRAMENTO

No seguimento da emissão, do TUA20230405001152, que entrou em vigor a 5 de abril de 2023, com renovação emitida a 30 de junho de 2025, apresenta-se o relatório síntese trimestral que tem como objetivo dar resposta à obrigação identificada com o código T000130, separador “Outras condições” do referido TUA e vem dar continuidade aos conteúdos já apresentados nos relatórios anteriores, elaborados no âmbito do cumprimento da Licença de Utilização dos Recursos Hídricos n.º L006844.2021.RH5A, cujo código de utilização foi atualizado para o n.º L076197.2025-RH5A.V1.

No seguimento de reunião realizada no dia 25/03/2024 com a APA/ARH Tejo e Oeste, e atendendo à atual situação da ETAR de Alcanena, foi solicitada pela AQUANENA a necessidade de cumprimento (ou adiamento) das condições estabelecidas no Título Único Ambiental TUA2023040500115, (ver **ANEXO 1**). O referido título emitido em 05/04/2023 e com data de validade de 05/04/2025, apresentava novas condições de rejeição, designadamente valores limites de emissão (VLE) mais exigentes, a cumprir a partir de 05/04/2024.

Os últimos resultados reportados para os parâmetros que caracterizam o efluente rejeitado e que podem ser observados nos relatórios trimestrais enviados, refletem essa melhoria efetiva, associada ao conjunto de investimentos e ações que têm vindo a ser realizados e que resultam do Plano Estratégico para Evolução do Sistema de Saneamento, elaborado para o efeito.

A 03/04/2024, e na sequência do pedido de adiamento do cumprimento das novas condições de rejeição, designadamente valores limite de emissão (VLE) mais exigentes, a cumprir a partir de 05/04/2024, na sequência da impossibilidade de implementação da solução de afinação final no prazo previsto e após a apreciação dos resultados obtidos, com a implementação das medidas do PEESA, a APA/ARH Tejo e Oeste veio informar o seguinte:

- Analisando os dados de autocontrolo efetuado verifica-se o desempenho da instalação – ETAR de Alcanena, o qual tem vindo a evidenciar a melhoria efetiva da eficiência de tratamento, face às medidas/intervenções implementadas;
- É evidente o grau de complexidade de tratamento dos efluentes, resultantes da indústria de curtumes, que apresentam especificidades muito próprias e de difícil tratamento;

- A AQUANENA demonstra-se empenhada na procura de soluções de tratamento, para afinação do efluente e cumprimento de VLE mais restritos.

Face ao exposto, ao abrigo do disposto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 89.º do Código do Procedimento Administrativo (CPA), notificou a AQUANENA de que se mantêm em vigor os VLE expressos na tabela EXP8.3.12 – Condições de Rejeição no ano de arranque, da Licença n.º L006844.2021.RH5A.V1, que integra o Título Único Ambiental TUA20230405001152, até ao término de validade da mesma, 05/04/2025. Por solicitação da AQUANENA, e antes do término da validade, a APA/ARH Tejo e Oeste veio, através do ofício ref.ª S021276-202504-ARHTO\_DOLMT, notificar que “na sequência do pedido de renovação da Licença de Utilização dos Recursos Hídricos para Rejeição de Águas Residuais n.º L006844.2021.RH5A.V1 (TUA20230405001152), relativo à ETAR de Alcanena, informa-se que foi identificado um erro no módulo de Licenciamento Único da plataforma SiLiAmb, devido a um *bug* do sistema, o qual se encontra a ser resolvido pelo Departamento de Tecnologias e Sistemas de Informação desta Agência. Neste contexto, e até comunicação da decisão final relativa ao pedido de renovação acima referido, deverão ser mantidos todos os requisitos e obrigações constantes desta licença, mesmo após o seu término. O reporte do autocontrolo, após o término da licença e até à sua renovação, deverá ser remetido através de e-mail para o endereço: [arht.geral@apambiente.pt](mailto:arht.geral@apambiente.pt).”

Acresce que a AQUANENA deverá continuar a apresentar trimestralmente o relatório síntese, com o ponto de situação e demonstração do desempenho da instalação, evidenciando a melhoria da eficiência de tratamento da ETAR, face às medidas/intervenções implementadas, para cumprimento da condição anterior (ver **ANEXO 2**).

A 30/06/2025 foi emitida a renovação do TUA20230405001152, com o código de utilização L076197.2025.RH5A.V1. A AQUANENA verificou que o documento emitido tinha em falta grande parte dos conteúdos do separador de “Exploração” e também todo o separador de “Obrigações de comunicação”, pelo que entrou em contacto com a APA/ARH Tejo e Oeste para solicitar a correção do documento. O documento final foi emitido a 15/09/2025, e estará válido entre 30/06/2025 e 30/06/2030.

### 3. DESENVOLVIMENTOS DOS PROJETOS PREVISTOS NO ÂMBITO DO AVISO CONVITE N.º 04/REACT-EU/2021 APOIO À TRANSIÇÃO CLIMÁTICA

No seguimento da abertura do Aviso, para apresentação de candidatura no âmbito do Programa COMPETE 2020 – REACT EU, apresentou-se a AQUANENA, como uma das entidades gestoras beneficiárias, com uma dotação de €5.000.000. A candidatura foi submetida 18/10/2021 e a decisão de aprovação foi comunicada a 07/02/2022. O período temporal das despesas elegíveis seria de 01/02/2020 até 31/12/2023.

Decorrente desta comunicação, foi promovida, em Alcanena, uma sessão solene a 09/02/2022, pela Secretaria de Estado do Ambiente em articulação com a AQUANENA, para assinatura do contrato de financiamento das várias entidades envolvidas. A cerimónia contou com a presença da Sra. Secretária de Estado do Ambiente, Inês dos Santos Costa.

Decorrente dos requisitos da candidatura a AQUANENA estaria obrigada a apresentar prova da aprovação do projeto de execução, ou no caso de optar pela modalidade da conceção-construção, comprovação da aprovação dos termos de referência, desde que o respetivo procedimento de contratação pública para a realização das obras fosse lançado no prazo de 45 dias após a assinatura do termo de aceitação. No entanto, atendendo ao conjunto de imponderáveis, associados à escassez de matérias-primas e componentes eletrónicos, às consequências da guerra geopolítica na Rússia-Ucrânia, cujas repercussões se vieram a afigurar relevantes, constatou-se que a solução final a implementar, pela modalidade da conceção-construção, necessitou de um período mais alargado de tempo para a obtenção de resultados que permitissem uma validação robusta e sustentada à boa concretização deste investimento. Assim, a AQUANENA necessitou de um período para a consolidação de todos os ensaios piloto realizados, preparação e aprovação interna de um procedimento de contratação pública sustentável e eficaz, para essa componente da operação. Com base nessas premissas, sucedeu-se uma fase dedicada aos estudos piloto, que foi considerada pela AQUANENA enquanto entidade promotora, como um requisito crucial para a obtenção da solução adequada à afinação de um sistema de tratamento complexo e com especificidades singulares, no país, como é o Sistema de Alcanena.

No dia 12/12/2022 realizou-se reunião em que estiveram presentes, os representantes do COMPETE – REACT EU, o executivo municipal, o Concelho de Administração da AQUANENA e os

corpos técnicos da AQUANENA e da HIDRA para fazer um ponto de situação da candidatura e analisar as empreitadas em curso. Verificou-se que o tempo necessário para a execução da empreitada de conceção-construção da solução final, bem como o aumento considerável dos custos da mesma, tornaria inviável a sua concretização até final de 2023. Em simultâneo, apresentou-se o cronograma financeiro das empreitadas, com o objetivo de fazer um ponto de situação dos trabalhos, e sobretudo, apresentar a situação financeira das empreitadas em curso.

No que respeita ao modelo preconizado de conceção-construção, para a implementação da solução de afinação final, foi desenvolvido o caderno de encargos e preparado o processo de concurso internacional, com lançamento previsto para dezembro/2022. Contudo, esta opção ficou suspensa, devido ao elevado investimento previsto, com um acréscimo de custos muito acentuado face ao valor inicial, e ao prazo de conclusão (24 meses, após o lançamento).

- Investimento inicial previsto: €4.986.500;
- Investimento estimado para lançamento da empreitada de conceção-construção – tratamento de afinação final: €9.000.000.

Este cenário despoletou, ainda no final de 2022, a procura de alternativas de reforço do financiamento comunitário, uma vez que a AQUANENA, não reunia, nem reúne, condições para endividamento, face aos montantes envolvidos.

Atendendo ao facto de ter decorrido um período representativo de execução da operação, em julho de 2023 foi solicitada nova reunião com os representantes do COMPETE – REACT EU, de modo a reavaliar o grau de execução e perspetivas de concretização até final da operação (dezembro de 2023).

A operação foi concluída dentro do prazo previsto, tendo-se executado as intervenções prioritárias acordadas, identificadas para o Sistema de Alcanena, foram consideradas as despesas inerentes à revisão de preços e dos trabalhos complementares e foram incluídos novos investimentos, resultantes da alteração da regulamentação aplicável à ETAR por efeito da emissão da nova Licença de Rejeição emitida a 05/04/2023 que se resumem na lista abaixo:

- Projeto de Reabilitação dos Parafusos de Arquimedes;
- Sistema de Controlo de Sulfuretos (adição de cloreto férrico e medição de caudal);

- Cobertura dos Tanques de Equalização e Sistema de Extração de Gases;
- Sistemas de Injeção de Oxigénio Líquido;
- Aquisição de equipamentos de medição e controle dos processos de tratamento;
- Aquisição de equipamentos para tanque de reserva da ETAR;
- Acessórios para variados equipamentos de bombagem, oxigenação e outras operações da ETAR;
- Aquisição de equipamentos para operações diversas da ETAR de Alcanena;
- Aquisição de equipamento de elevação e movimentação de cargas;
- Aquisição de acessórios para variados equipamentos de bombagem, oxigenação e outras operações da ETAR;
- Aquisição de equipamentos para automatização do tratamento químico na ETAR de Alcanena;
- Aquisição e instalação de sistema de filtragem automático, por areia sílica;
- Aquisição e implementação de software de gestão laboratorial;
- Prestação de serviços para a expansão da infraestrutura elétrica da ETAR de Alcanena;
- Execução de fundações para báscula;
- Aquisição de equipamento báscula para a ETAR de Alcanena;
- Aquisição de bombas submersíveis e demais acessórios;
- Aquisição de tanque metálico de água para lavagem de rodados de camiões;
- Aquisição de equipamento de lavagem de rodados de camiões;
- Aquisição de reboques de gradados.

Salienta-se que a 29/11/2024 decorreu a sessão inaugural dos investimentos realizados, que contou com o Sr. Secretário de Estado do Ambiente, Dr. Emídio Sousa, o Sr. Presidente da Câmara Municipal Alcanena, Eng.º Rui Anastácio, bem como, o executivo municipal, os responsáveis e técnicos da AQUANENA e com representantes de outras entidades.

Esta inauguração integrou, para além dos investimentos prioritários realizados no Sistema de Alcanena (ETAR e coletores), alvo de cofinanciamento pelo REACT-EU, a inauguração das novas redes de saneamento de Carvalheiro e de Covão do Coelho / Vale Alto, estas últimas financiadas pelo POSEUR e da responsabilidade do Município de Alcanena.

#### 4. ESTUDOS PILOTO

De acordo com as informações prestadas nos relatórios anteriores, foram executados todos os ensaios piloto previstos cuja obrigatoriedade de execução foi apresentada na Licença de Utilização dos Recursos Hídricos – Rejeição de Águas Residuais n.º L006844.2021.RH5A, alínea 8ª do separador outras condições:

- No prazo de 6 meses, execução dos ensaios em laboratório de pré-oxidação com ozono e iniciar a exploração de uma unidade piloto do sistema biológico.

Além dos ensaios previstos, decorrente de trabalho de investigação e pesquisa levado a cabo pela AQUANENA, entendeu-se relevante avançar igualmente com um ensaio piloto com um sistema de tratamento por eletrocoagulação.

Os relatórios dos ensaios realizados, com todos os desenvolvimentos e resultados foram apresentados nos relatórios anteriores, não sendo anexados novamente no presente relatório.

##### 4.1. ESTUDOS EM CURSO – SOLUÇÕES DE BASE NATURAL

Não obstante das diversas operações de beneficiação executadas de acordo com o perspectivado no Plano Estratégico, o sistema carece ainda de algumas intervenções.

Assim, tendo em conta a necessidade de melhorar o nível de tratamento da ETAR, a AQUANENA procedeu à contratação da HIDRA - Hidráulica e Ambiente, Lda., que através da sua equipa técnica tem acumulado, ao longo dos anos, conhecimentos sobre as características e desempenho da globalidade do sistema, para a realização de um estudo denominado “Avaliação da Viabilidade de Tratamento de Afinação por Soluções de Base Natural a Jusante da Atual ETAR de Alcanena”. A realização do estudo visa a escolha de uma solução que permita cumprir os requisitos legais atuais e futuros e, simultaneamente, seja viável e sustentável, do ponto de vista dos custos de investimento e dos encargos de exploração.

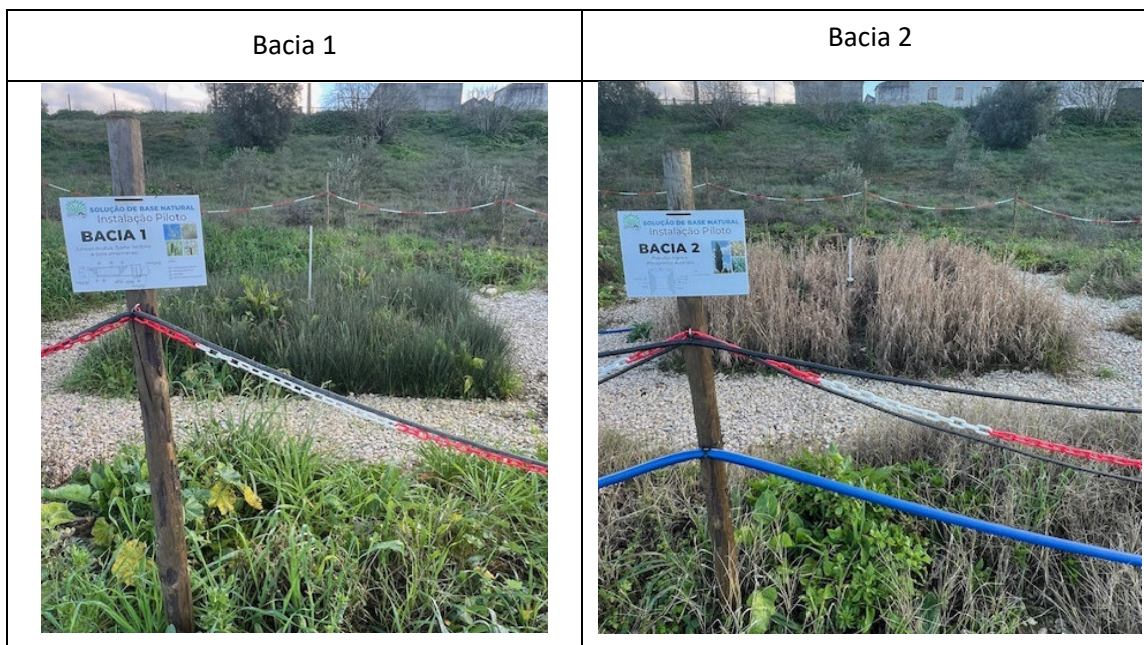
Envia-se no **ANEXO 3** as especificações para instalação e monitorização de instalação piloto na ETAR de Alcanena – Solução de Descarga “Zero”, onde são apresentados os dados técnicos, planeamento e calendarização previstos para a realização dos trabalhos. Este documento concretiza as especificações técnicas de Instalações Piloto de leitos de macrófitas para maximizar

a retenção de água e evapotranspiração, cujo objetivo é obter uma situação tendencial de descarga “zero” do efluente da ETAR de Alcanena, evitando assim a descarga do caudal e cargas poluentes para a linha de água da Ribeira do Carvalho.

À data atual encontram-se instalados os dois leitos previstos, tendo sido realizadas as plantações de todas as espécies, de acordo com as especificações técnicas apresentadas. Estas instalações piloto foram planeadas para retratar, tanto quanto possível, as condições reais. Na fase inicial a evapotranspiração é bastante limitada, prevê-se que esta venha a aumentar com o tempo, nomeadamente, com o crescimento das plantas e a redução da infiltração média por colmatção, o que se pretende avaliar com o ensaio em curso. Nas figuras seguintes pode observar-se a instalação à data de início da exploração.



No primeiro trimestre de 2025, observou-se a evolução das plantas e o desenvolvimento das primeiras folhas nas espécies arbóreas e também o crescimento mais rápido das plantas sendo possível realizar um balanço hidrológico preliminar das instalações piloto cujo relatório de progresso se pode consultar no **ANEXO 4** do presente relatório. No segundo trimestre de 2025 foi construído um terceiro leito com impermeabilização do fundo. No mês de setembro de 2025 a AQUANENA contou com a presença da HIDRA na ETAR de Alcanena, para observar de perto a exploração das unidades piloto e rever algumas dimensões importantes para os cálculos hidrológicos associados ao funcionamento dos pilotos.



No mês de dezembro de 2025 realizou-se uma reunião técnica para fazer o ponto de situação do ensaio em curso que contou com a presença do Professor Saldanha Matos da HIDRA e da arquiteta paisagista envolvida no projeto.

Decidiu-se avançar com um estudo preliminar para avaliar a viabilidade de ampliar este estudo a uma escala superior no âmbito de uma possível candidatura, que a AQUANENA está a preparar, ao **Programa LIFE da Comissão Europeia**, para desenvolver e validar, de um modo sólido e sustentado em evidência científica, uma tecnologia de tratamento baseada em soluções de base natural, a implementar a jusante da ETAR de Alcanena. Esta solução permitiria dar resposta às novas exigências da **DARU - Diretiva de Águas Residuais Urbanas** e aos desafios específicos do tratamento de águas residuais industriais específicos do concelho de Alcanena, garantindo ainda a viabilidade económica da solução, quer ao nível do investimento, quer dos custos de exploração. A candidatura, liderada pela AQUANENA, envolve diversas entidades académicas e de investigação, empresas e entidades tecnológicas especializadas, bem como organismos públicos nacionais com competências de licenciamento e regulação, reunindo assim conhecimento científico, capacidade técnica e enquadramento institucional. A submissão da candidatura está prevista para o primeiro semestre de 2026 e, se aprovada, será desenvolvida num período de 3 a 5 anos.

Bacia 3



#### 4.2. ESTUDOS EM CURSO – ENSAIOS DE TRANSMITÂNCIA

Tendo em conta os requisitos previstos para o futuro TUA da ETAR de Alcanena e as novas exigências decorrentes da entrada em vigor da nova DARU em janeiro de 2025, a AQUANENA iniciou a realização de ensaios de transmitância para avaliar a eficácia de um sistema de desinfecção com a tecnologia de ultravioleta. Por análise dos resultados obtidos, verificou-se que os valores de transmitância medidos no efluente tratado da ETAR de Alcanena situam-se tendencialmente abaixo dos 20%. Tendo em consideração que as tecnologias de desinfecção por UV são eficazes para valores de transmitância acima de 60%, pode-se concluir que a tecnologia de ultravioleta não é técnica nem economicamente viável para a ETAR de Alcanena. Os resultados obtidos são apresentados no **ANEXO 5**.

Tendo em conta os resultados obtidos verifica-se a necessidade de realizar outros estudos, que permitam avaliar o efeito de tecnologias alternativas para desinfecção do efluente tratado.

### 4.3. ESTUDOS EM CURSO – ENSAIOS DE SECAGEM DAS LAMAS

Considerando as elevadas quantidades de lamas resultantes do processo de tratamento na ETAR de Alcanena (cerca de 50 ton/dia) e tendo em conta a impossibilidade de encaminhamento das mesmas para valorização, face às atuais características destas, a AQUANENA tem vindo a reunir esforços no sentido de encontrar novas soluções para o tratamento e encaminhamento destas lamas. Por outro lado, o destino atual – deposição em aterro – tem impactes significativos para as populações circundantes devido à elevada proximidade desta infraestrutura às povoações (cerca de 500 m da vila de Alcanena). Tendo em conta o acima exposto, as perspetivas de vida útil do aterro e os valores pagos pela AQUANENA de TGR – Taxa de Gestão de Resíduos, é imperativa a procura de soluções que:

- Minimizem a deposição em aterro, ou até mesmo permitam a possibilidade, mesmo que parcial, de encerramento do mesmo;
- Salvaguardem a qualidade de vida das populações circundantes;
- Reduzam os custos atuais e futuros com a TGR;
- Permitam a obtenção de um produto final, cujas características potenciem a sua eventual valorização.

Como tal, a AQUANENA tem procurado e avaliado soluções disponíveis no mercado, que permitam atingir os objetivos propostos, tendo identificado como complementaridade ao sistema de desidratação de lamas instalado na ETAR de Alcanena, um sistema de desidratação das mesmas, por secagem térmica, promovendo a evaporação da sua componente líquida, que presentemente se situa no intervalo de 38% a 40%, para valores entre 85% a 90%.

No dia 03/09/2025 a AQUANENA reuniu com o Departamento de Resíduos da APA para expor a situação e questionar acerca do enquadramento legal para licenciamento de uma nova etapa de tratamento das lamas na ETAR. Foi solicitado o envio de uma memória descritiva do projeto, concretizado a 12/09/2025 e se apresenta no **ANEXO 6**. Na sequência da análise realizada pela APA, a AQUANENA recebeu a 07/10/2025 o ofício S055886-202510-DRES.DRS (**ANEXO 7**) que foi encaminhado para a ARH competente a solicitar apoio, nomeadamente a indicação de como deveria proceder para efeitos de atualização do TUA, com implementação da solução de secagem térmica das lamas da ETAR. A 03/12/2025, a AQUANENA recebeu o ofício S067648-202511-ARHTO.DOLMT (**ANEXO 11**), com parecer favorável à implementação da solução de secagem

térmica das lamas da ETAR de Alcanena, ficando este ofício apenso ao TUA n.º TUA20230405001152.

## 5. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL “Soluções de Base Natural no Ciclo Urbano da Água”

No passado dia 22/05/2025, Alcanena foi palco da Conferência Internacional “Soluções de Base Natural no Ciclo Urbano da Água”, uma iniciativa conjunta da AQUANENA e do Município de Alcanena, e que contou com cerca de uma centena de participantes.

O evento reuniu especialistas de referência de Portugal, Espanha e Dinamarca para debater o potencial das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) no tratamento e gestão das águas residuais, refletindo também sobre os desafios emergentes do setor, num contexto de crescente exigência ambiental e necessidade de soluções sustentáveis. Entre os oradores internacionais, estiveram Pedro Carvalho (Aarhus University, Dinamarca) e Joan Garcia (Universidade Politécnica da Catalunha, Espanha). Do lado nacional, marcaram presença João Joanaz de Melo (FCT – Universidade Nova de Lisboa), José Saldanha Matos (IST – Universidade de Lisboa / HIDRA), José Maria Martins Soares (Presidente da APDA) e José Pimenta Machado (Presidente da APA – Agência Portuguesa do Ambiente), num debate técnico e institucional sobre os desafios emergentes do setor da água. A conferência contou ainda com as intervenções do Presidente da Câmara Municipal de Alcanena, Rui Anastácio, e do Presidente do Conselho de Administração da AQUANENA, Nuno Silva, que enquadraram os desafios e ambições locais — com destaque para o Projeto Couros, um projeto estratégico de regeneração urbana, com recurso à engenharia natural e à sustentabilidade.

Ao longo do dia, foram apresentadas abordagens inovadoras, integrando conhecimento científico, engenharia ecológica e adaptação às realidades locais. A tarde ficou marcada por visitas técnicas ao Sistema de Tratamento de Alcanena e às Nascentes dos Olhos d’Água do Alviela.

## 6. CANDIDATURA AO PROGRAMA LIFE 2021-2027 - Standard Action Projects (SAPs) - Circular Economy and Zero Pollution

No seguimento da partilha de ideias da Conferência Internacional “Soluções de Base Natural no Ciclo Urbano da Água” a AQUANENA encontra-se a desenvolver, em coordenação com a INOVA+, uma candidatura a financiamento no âmbito do “Programa LIFE 2021-2027 – Standard Action

Projects (SAPs) – Circular Economy and Zero Pollution”, um instrumento financeiro da União Europeia para o ambiente e a ação climática. As candidaturas LIFE apoiam iniciativas inovadoras, que se caracterizam pela sustentabilidade ambiental, adaptação às alterações climáticas, redução do consumo energético, preservação da biodiversidade, aspetos que no seu conjunto permitem o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), onde se enquadra o tratamento de águas residuais por sistemas de base natural.

No terceiro trimestre de 2025, foram realizadas as reuniões com os potenciais parceiros e entidades observadoras, como a APA/ARH Tejo e Oeste, e todos manifestaram interesse em participar, direta, ou indiretamente, no projeto, nomeadamente:

- AQUANENA (Portugal);
- Universidade Politécnica da Catalunha (Espanha);
- Instituto Superior de Agronomia (Portugal);
- Universidade de Aarhus (Dinamarca);
- CTIC – Centro Tecnológico das Indústrias do Couro (Portugal);
- Ecosalix – Sistemas Ecológicos de Engenharia Natural (Portugal).

Com estas reuniões foram recolhidos muitos contributos relevantes para o projeto vindos das diferentes entidades e procurou-se atribuir a coordenação de cada uma das Áreas de Trabalho (Work Package) aos mesmos, de acordo com as suas atividades e experiência dos técnicos envolvidos, de forma a promover o seu envolvimento e responsabilização. O investimento necessário para a execução do projeto também foi um dos temas abordados com parceiros que deverão apresentar os seus orçamentos específicos para a execução dos trabalhos atribuídos.

No dia 10/09/2025, foi realizada uma reunião com a APA, como entidade coordenadora do programa LIFE em Portugal, em conjunto com a entidade contratada DDL e com a INOVA+, no sentido de esclarecer dúvidas e avaliar o estado da candidatura e passos ainda a realizar para tornar a candidatura mais robusta e mais forte. Desta reunião concluiu-se que se tratava de um excelente projeto, com um conceito adequado ao LIFE, mas que requer ainda alguns ajustes, como seja:

- Reforçar o envolvimento das entidades licenciadoras, APA e CCDR-LVT;

- Desenvolvimento do tema de “networking” (conetividade com outros projetos LIFE e com redes nacionais e internacionais);
- Desenvolver/aprofundar o conceito da replicação do projeto;
- Apresentação com detalhe de todas as rúbricas de gastos.

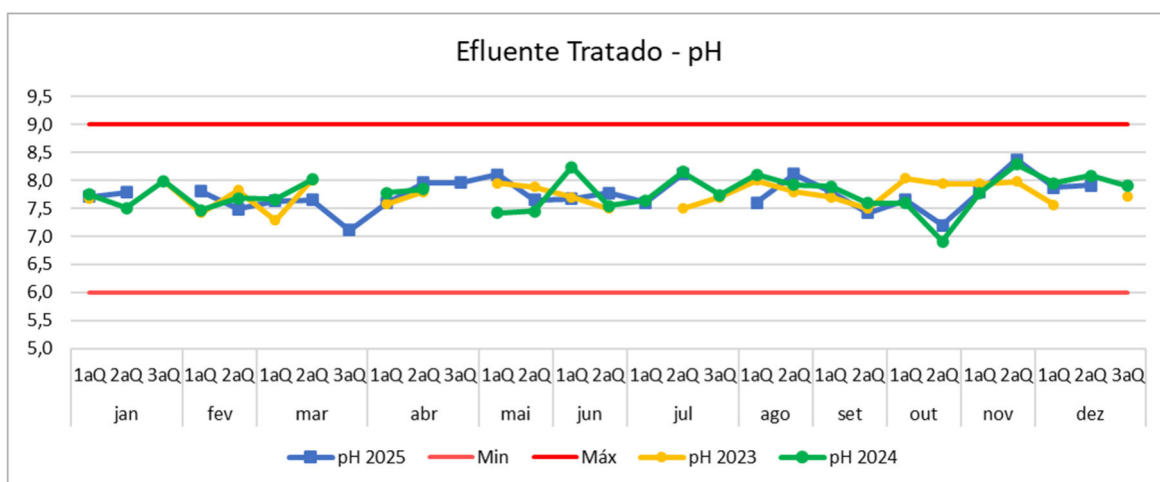
A AQUANENA, em conjunto com a INOVA+, tem vindo a recolher junto dos parceiros, informação complementar para proceder à revisão/adequação dos grupos de tarefas, face aos *inputs* da equipa da APA/DDL, tendo sido reprogramada a calendarização das ações, com vista à submissão da candidatura em 2026.

Para a sua concretização, considera-se como fator chave, o estudo preliminar de suporte ao piloto, alvo de candidatura, a elaborar pela equipa da Hidra, aprovado em dezembro/2025.

## 7. DESEMPENHO DA INSTALAÇÃO

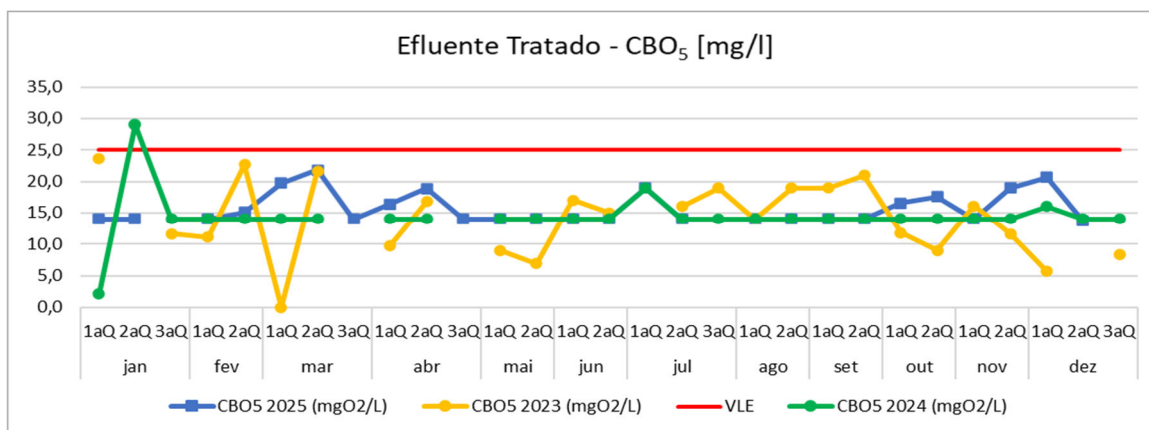
Para a análise de desempenho da instalação, apresentam-se os gráficos com os dados reportados mensalmente para o efluente tratado, com frequência de amostragem quinzenal, remetidos à APA/ARH Tejo e Oeste, para dar resposta ao programa de autocontrolo apresentado no TUA. O intervalo temporal dos dados apresentados é o ano de **2023 completo** (linha e marcadores a amarelo), o ano **2024 completo** (linha e marcadores a verde) e o ano **2025 completo** (linha e marcadores a azul). A apresentação destes dados permite comparar o desempenho da ETAR nestes três anos em período homólogo:

Evolução do parâmetro pH:



**Análise dos Resultados:** Os valores de pH mantêm-se dentro dos limites exigidos no TUA, sem grandes flutuações, estáveis ao longo dos anos.

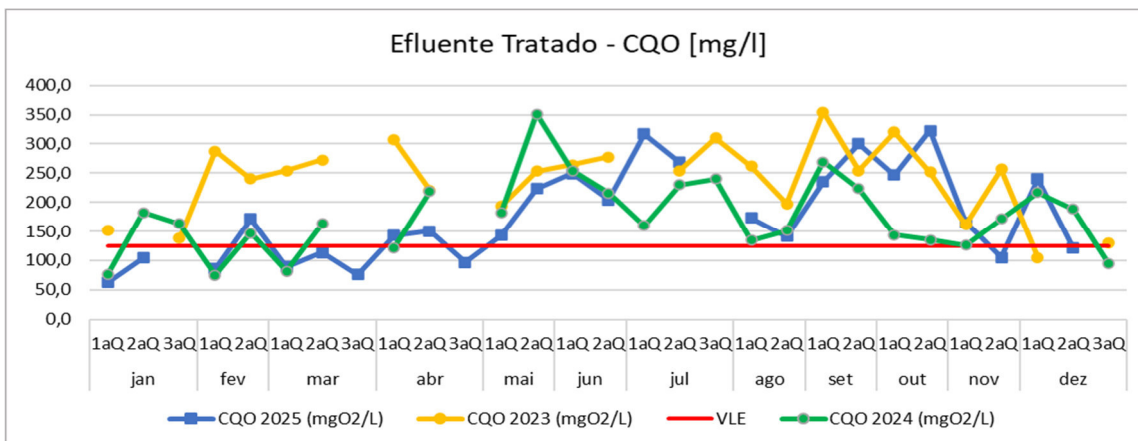
Evolução do parâmetro Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO<sub>5</sub>):



**Análise dos Resultados:** Nos resultados apresentados para o parâmetro CBO<sub>5</sub>, o VLE foi apenas ultrapassado num único resultado analítico da monitorização no mês de janeiro de 2024. Entre fevereiro e abril de 2025, em consequência da afluência excessiva de caudal devido à ocorrência de períodos de forte pluviosidade, verificou-se instabilidade dos processos biológicos da ETAR e por isso a variação brusca de parâmetros associados à atividade microbológica. Ainda assim, não se ultrapassou o VLE para este parâmetro. Outro dado que se pode analisar é a média dos três anos em período homólogo, onde é possível observar valores estáveis e abaixo do VLE para os três anos em análise:

Média CBO <sub>5</sub> 2023 (jan-dez)	15 mg/L
Média CBO <sub>5</sub> 2024 (jan-dez)	14 mg/L
Média CBO <sub>5</sub> 2025 (jan-dez)	16 mg/L

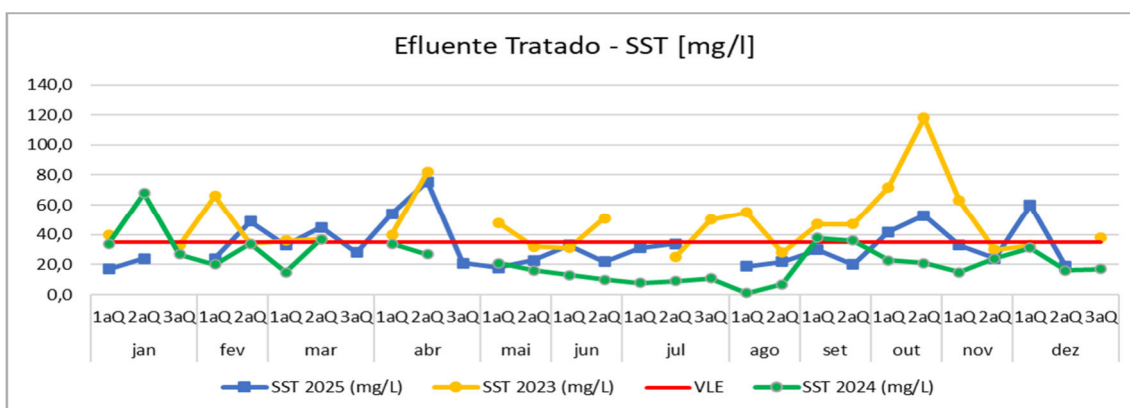
**Evolução do parâmetro Carência Química de Oxigênio (CQO):**



**Análise dos Resultados:** Em relação aos valores de CQO, verifica-se que em períodos de forte pluviosidade e/ou em períodos em que algumas empresas industriais fecham para férias, nomeadamente a meados de agosto e entre os meses de dezembro e janeiro, regista-se um afluente com menos contaminação e por isso melhores resultados para o efluente tratado. Nos restantes períodos este parâmetro encontra-se acima do VLE o que demonstra a sua criticidade. Se observarmos a média dos três anos em período homólogo podemos verificar que existe melhoria nos resultados globais para o parâmetro CQO:

Média CQO 2023 (jan-dez)	238 mg/L
Média CQO 2024 (jan-dez)	175 mg/L
Média CQO 2025 (jan-dez)	175 mg/L

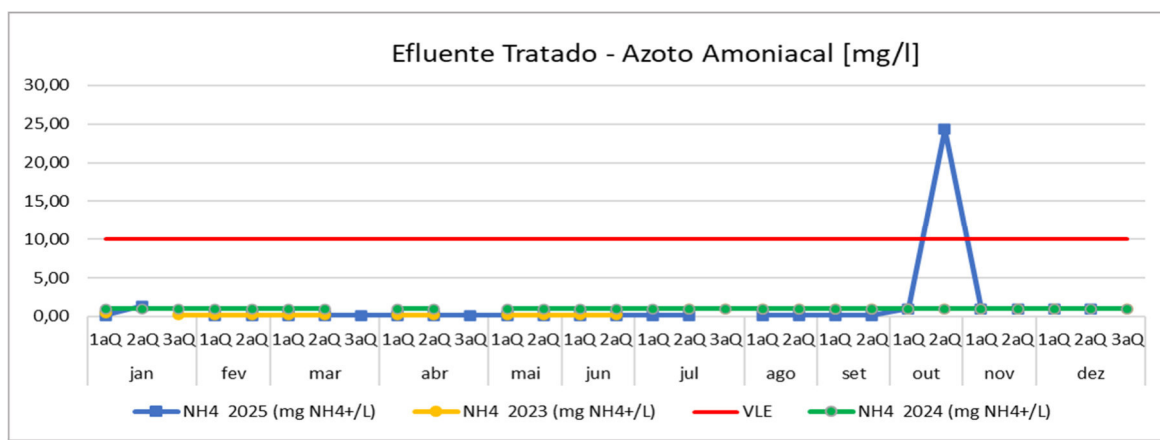
**Evolução do parâmetro Sólidos Suspensos Totais (SST):**



**Análise dos Resultados:** À semelhança do que acontece para a CQO, os valores de SST em 2023 encontram-se muitas vezes acima do VLE de 35 mg/L. Na generalidade, verifica-se um aumento de eficiência na remoção de SST no ano de 2024, com o cumprimento do VLE, na maioria dos resultados obtidos, como se pode observar no gráfico. Em relação ao trimestre em análise, os resultados analíticos para o parâmetro SST ultrapassam o VLE em 3 dos 6 valores apresentados, o que foi motivado pelas oscilações de caudal em períodos de forte pluviosidade. Ainda assim podemos considerar uma melhoria nos últimos anos, o que se traduz pela observação dos valores médios deste parâmetro em período homólogo:

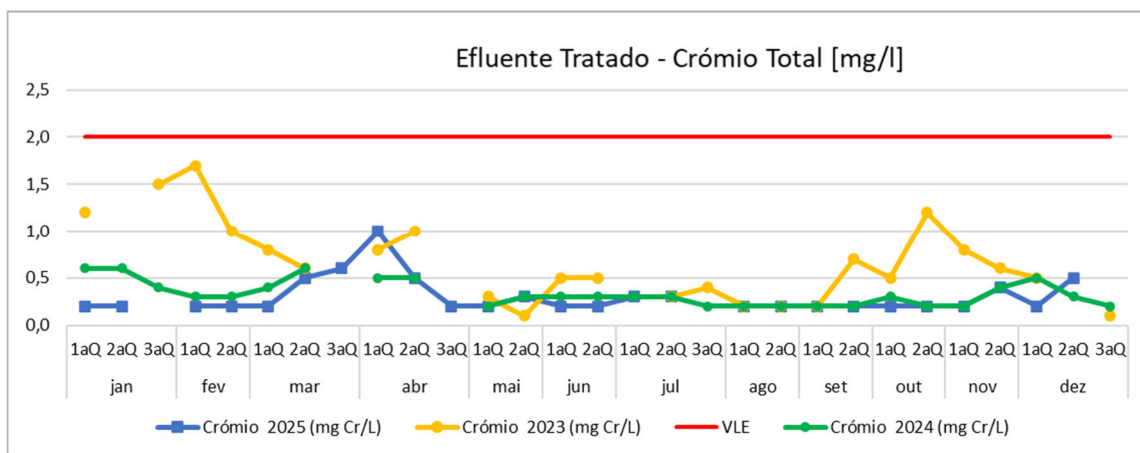
Média SST 2023 (jan-dez)	47 mg/L
Média SST 2024 (jan-dez)	23 mg/L
Média SST 2025 (jan-dez)	33 mg/L

Evolução do parâmetro Azoto Amoniacal (NH<sub>4</sub>):



**Análise dos Resultados:** Os resultados analíticos para o parâmetro Azoto Amoniacal encontram-se abaixo do VLE para todos os períodos em análise exceto em uma única determinação analítica no mês de outubro de 2025, justificado pelas oscilações de caudal em períodos de forte pluviosidade. A maior parte dos valores apresenta-se abaixo do limite de quantificação do método analítico.

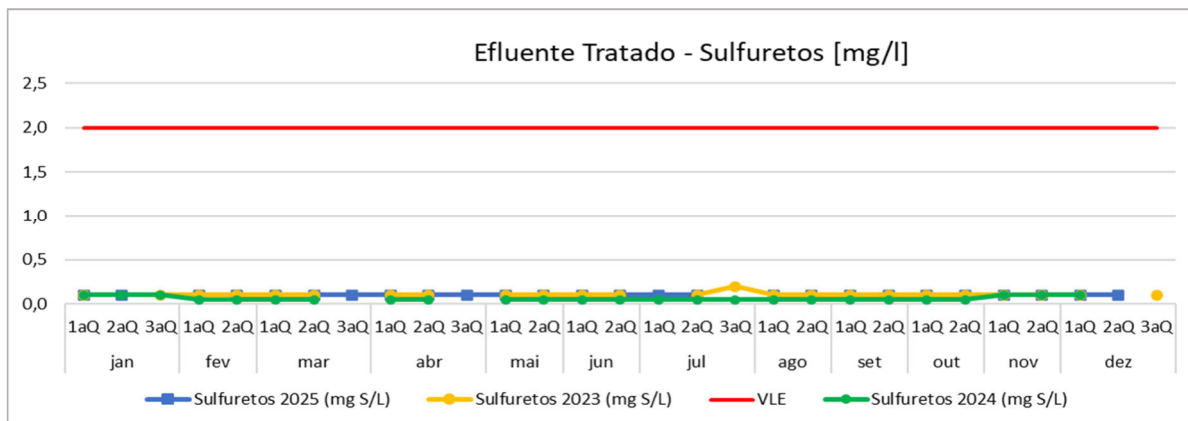
**Evolução do parâmetro Crómio Total (Cr):**



**Análise dos Resultados:** Os resultados analíticos para o parâmetro Crómio Total, encontram-se abaixo do VLE para todos os períodos em análise. A média dos resultados analíticos para o período em análise, encontra-se na maior parte dos casos, abaixo da média dos anos anteriores em período homólogo:

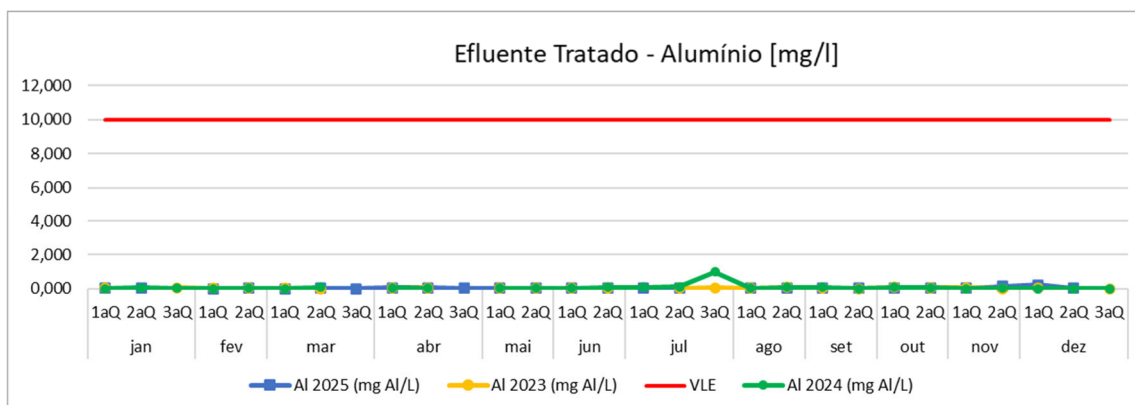
Média Crómio 2023 (jan-dez)	0,7 mg/L
Média Crómio 2024 (jan-dez)	0,3 mg/L
Média Crómio 2025 (jan-dez)	0,3 mg/L

**Evolução do parâmetro Sulfuretos Totais (S<sup>2-</sup>):**



**Análise dos Resultados:** Os valores de Sulfuretos mantêm-se abaixo do VLE, e também abaixo do Limite de Quantificação (LQ) do método analítico.

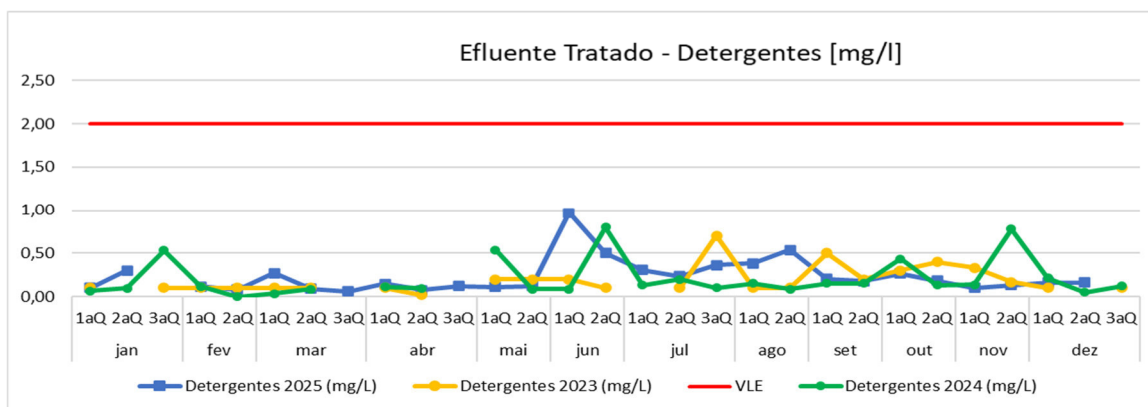
Evolução do parâmetro Alumínio (Al):



**Análise dos Resultados:** Os valores de Alumínio mantêm-se abaixo do VLE.

**Nota:** De acordo com a renovação do TUA que entrou em vigor a 30/06/2025 o parâmetro Alumínio deixa de ter monitorização obrigatória no programa de autocontrolo, com periodicidade de reporte mensal.

Evolução do parâmetro Detergentes:



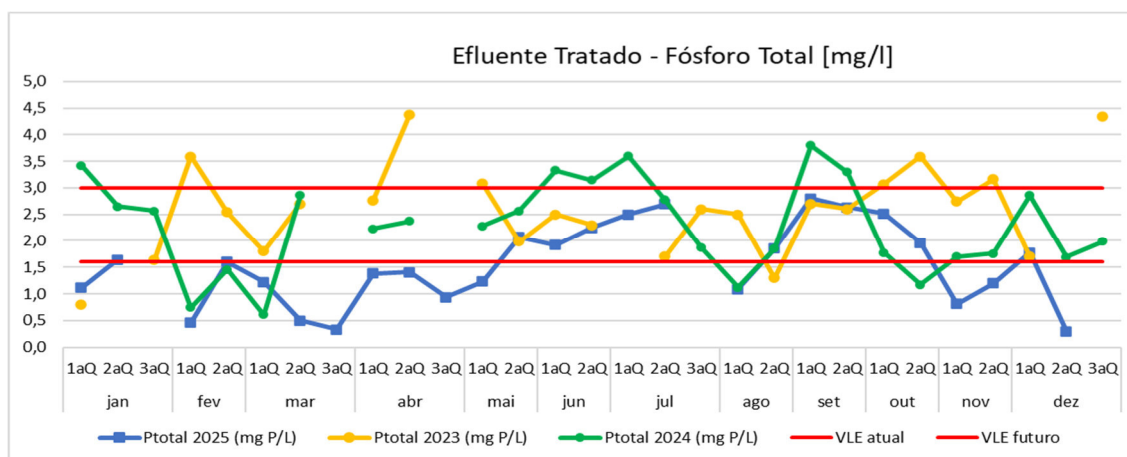
**Análise dos Resultados:** Os valores de Detergentes mantêm-se abaixo do VLE.

**Nota:** De acordo com a renovação do TUA que entrou em vigor a 30/06/2025 o parâmetro Detergentes deixa de ter monitorização obrigatória no programa de autocontrolo, com periodicidade de reporte mensal.

Evolução do parâmetro Fósforo Total:

De acordo com o TUA20230405001152, a monitorização do parâmetro Fósforo Total (P) seria obrigatória apenas para o cálculo da Taxa de Recursos Hídricos (TRH).

A partir da data de renovação do TUA20230405001152, que entrou em vigor a 30/06/2025 o parâmetro Fósforo Total passa a estar incluído no programa de autocontrolo nos parâmetros com obrigatoriedade de reporte mensal, com um novo VLE de 3 mg/L, que será de 1,6 mg/L a partir de 01/01/2027.



**Análise dos Resultados:** De um modo geral, nos anos de 2023 e 2024 os valores de Fósforo Total encontram-se na maioria das vezes abaixo do atual VLE (3 mg/L), mas acima do VLE futuro (1,6 mg/L). No primeiro semestre de 2025 o valor encontra-se abaixo do VLE futuro, mas a partir de junho de 2025 voltamos a ter valores ligeiramente superiores, podemos concluir que os valores são inferiores em 2025, pela observação da média dos três anos em período homólogo:

Média P total 2023 (jan-dez)	2,6 mg/L
Média P total 2024 (jan-dez)	2,3 mg/L
Média P total 2025 (jan-dez)	1,5 mg/L

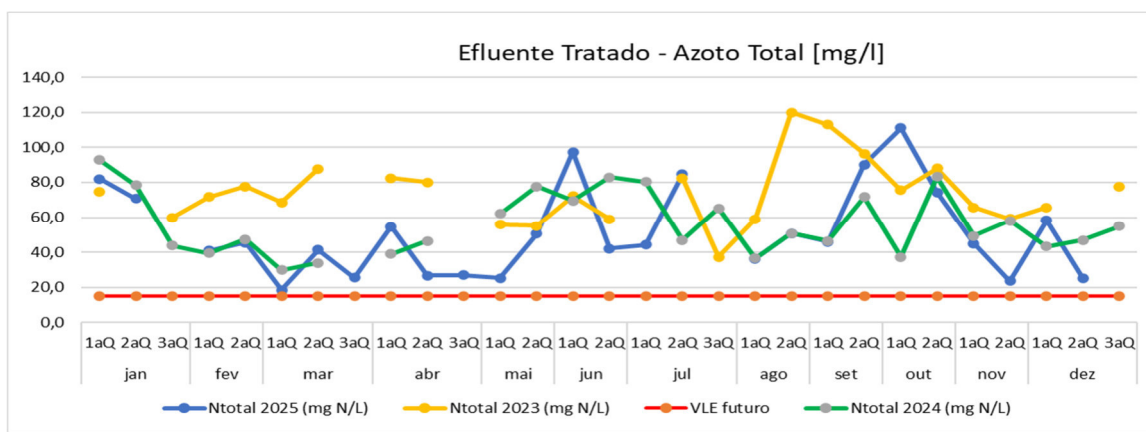
Importa salientar que de acordo com o histórico do autocontrolo da ETAR de Alcanena, para o efluente tratado, este fazia parte dos parâmetros abaixo do VLE. Por análise destes dados ao longo

dos anos verifica-se que há um aumento do valor do fósforo total no efluente bruto (potencialmente devido à alteração dos processos produtivos ou a modificações na formulação dos produtos químicos utilizados nas empresas de curtumes, cujas águas residuais são grandemente relevantes à entrada da ETAR de Alcanena) que se refletiu nos resultados do efluente final tratado.

Face aos valores obtidos no parâmetro fósforo total no efluente tratado, acima dos futuros VLE, que refletem uma alteração nos processos industriais, a AQUANENA tem vindo a caracterizar este parâmetro nos diferentes utilizadores, cuja análise se apresenta no **ANEXO 8**.

Evolução do parâmetro Azoto Total (N):

De acordo com o TUA20230405001152, a monitorização do parâmetro Azoto Total (N) continua a ser obrigatória para o cálculo da Taxa de Recursos Hídricos (TRH). Apesar de ainda não estar incluído no conjunto de parâmetros com obrigatoriedade de reporte mensal, terá um VLE de 15 mg/L a partir de 01/01/2027.



**Análise dos Resultados:** Os valores de Azoto Total encontram-se bastante acima do VLE futuro de 15 mg/L, com tendência a uma melhoria entre fevereiro e maio, meses em que habitualmente se verifica maior estabilidade dos processos biológicos de tratamento na ETAR.

A média dos três anos em período homólogo mostra uma tendência de melhoria de resultados do Azoto Total:

Média N total 2023 (jan-dez)	74,4 mg/L
Média N total 2024 (jan-dez)	56,1 mg/L

Média N total 2025 (jan-dez)	51,4 mg/L
------------------------------	-----------

Relativamente aos parâmetros a analisar no efluente tratado, de acordo com o TUA20230405001152, nomeadamente à alínea com o código T000137, reporte de resultados em contínuo, a AQUANENA tem vindo a enviar os valores de Caudal, Condutividade elétrica, Temperatura e Carbono Orgânico Total em formato Excel, semanalmente de acordo com o exigido no TUA. A AQUANENA aumentou a frequência das determinações analíticas no laboratório interno, de modo a acompanhar os valores dados pelo sensor de medição em contínuo. Além disso foi realizado um contrato com o fornecedor para a calibração do sensor com periodicidade trimestral, a última calibração foi realizada no dia 05/11/2025.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme tem vindo a ser igualmente reportado, no que respeita ao **modelo preconizado de conceção-construção, para implementação da solução de afinação final, foi desenvolvido o caderno de encargos e preparado o processo de concurso internacional**, com lançamento previsto para dezembro de 2022. Contudo, **esta opção ficou suspensa, devido ao elevado valor de investimento previsto, com um acréscimo de custos muito elevado face à perspetiva inicial e devido ao prazo previsto para a sua conclusão (24 meses, após o lançamento).**

- **Investimento inicial previsto: €4.986.500;**
- **Investimento estimado** para lançamento da empreitada de conceção-construção – tratamento de afinação final: **€9.000.000.**

Este cenário despoletou, ainda no final de 2022, a **procura de alternativas de reforço do financiamento comunitário**, uma vez que a empresa municipal AQUANENA, não reunia, nem reúne, condições para endividamento, face aos montantes envolvidos.

Neste contexto foram realizadas, ao longo do ano 2023, **reuniões com o Senhor Ministro do Ambiente e da Ação Climática (Duarte Cordeiro) e com o Senhor Secretário de Estado do Ambiente (Hugo Pires)**, para avaliação de Programa de Acolhimento, onde foi apontada a **possibilidade de intervenção do Grupo Águas de Portugal.**

Destas reuniões resultou a constituição de um **Grupo de Trabalho**, com técnicos da AQUANENA e de diferentes entidades integrantes do **Grupo Águas de Portugal** (ex: EPAL e Águas do Tejo

Atlântico), que tem vindo a realizar visitas técnicas e avaliação de documentação relevante para o efeito, no sentido de desenvolver um **estudo técnico-económico para a implementação da solução final de afinação, aguardando-se a respetiva conclusão.**

Em 2024 foram solicitados pontos de situação deste processo a diferentes responsáveis, como sejam o **Eng.º Arménio Figueiredo (Assessor do Conselho de Administração da EPAL)** e o **Eng.º Carlos Martins (Presidente do Conselho de Administração da EPAL).**

Foi também solicitada reunião com o **Eng.º Carmona Rodrigues (Presidente do Conselho de Administração da AdP – Águas de Portugal)** e com a **Senhora Ministra do Ambiente e Energia (Maria da Graça Carvalho).**

Em 29/11/2024, aquando da inauguração dos Investimentos de Reabilitação do Sistema de Tratamento de Alcanena, e que contou com a presença do **Secretário de Estado do Ambiente, Dr. Emídio Sousa**, o pedido de reunião voltou a ser abordado.

No dia 04/03/2025 ocorreu finalmente a audiência solicitada à **Senhora Ministra do Ambiente e Energia, Prof. Maria da Graça Carvalho**, onde esta temática voltou a ser abordada.

Não obstante as diversas operações de beneficiação executadas de acordo com o perspectivado no Plano Estratégico, o sistema carece ainda de algumas intervenções estruturantes. Assim, tendo em conta a necessidade de melhorar o nível de tratamento da ETAR, a AQUANENA, procedeu à contratação da **HIDRA, Hidráulica e Ambiente, Lda.**, que através da sua equipa técnica tem acumulado, ao longo dos anos, conhecimentos sobre as características e desempenho da globalidade do sistema, para a realização de um estudo denominado **“Avaliação da Viabilidade de Tratamento de Afinação por Soluções de Base Natural a Jusante da Atual ETAR de Alcanena”**, prevendo-se a possibilidade de desenvolver uma solução extensiva, de descarga “zero”, pelo menos em períodos prolongados de tempo.

Em relação às quatro empreitadas que resultaram dos investimentos consideram-se todas concluídas e importa salientar que o grau de execução financeiro da globalidade das empreitadas em execução atingiu os 108,4% (valor que já inclui as revisões de preços contratuais).

Em relação aos dados de controlo analítico para o efluente tratado apresentados na alínea 8, quando analisados de forma global, mostram um aumento de eficiência de depuração, que se demonstra pelos resultados analíticos obtidos nos últimos meses com o cumprimento dos VLE's

para os sete parâmetros a seguir discriminados: pH, CBO5, Azoto amoniacal, Crómio total, Sulfuretos totais, Alumínio e Detergentes. Em relação ao trimestre em análise, os resultados analíticos para o parâmetro SST apresentam oscilação em torno do VLE, tendo ultrapassado com pouca expressão em algumas determinações analíticas no 2º trimestre, mas encontram-se abaixo do VLE no 3º trimestre de 2025, ainda assim podemos considerar uma melhoria significativa. Quanto aos valores de CQO e de Fósforo Total, continuam a apresentar uma tendência de redução. O Parâmetro Azoto Total, mantém-se acima do VLE, mas abaixo dos dois anos anteriores em período homólogo. As fortes chuvadas que se fizeram sentir no primeiro trimestre de 2025 também afetaram os resultados obtidos, por um lado na redução dos valores por diluição, nomeadamente nos parâmetros CQO, Fósforo Total e Azoto Total, por outro lado, apesar de ter pouca expressão, no aumento da concentração de SST por arraste devido à diminuição do tempo de retenção hidráulico nos tanques de tratamento e conseqüentemente o arraste de sólidos.

Conforme referido em reportes anteriores, o ano de 2022 ficou marcado pelo aumento generalizado de custos de exploração com especial incidência no aumento dos custos de energia e produtos químicos. Também os fornecedores justificam esses aumentos com o custo das matérias-primas e processos de produção e transportes, dependentes do uso de energia.

Inevitavelmente o aumento dos custos da energia e produtos químicos teve um impacto com especial relevância no tratamento de águas residuais na ETAR de Alcanena, o que se traduziu num desvio orçamental de mais de 1 milhão de euros, com peso elevado na estrutura de gastos. Apesar disso, a AQUANENA tem vindo a cumprir, dentro das possibilidades, com todas as obrigações previstas. Neste sentido, foi necessário despoletar, em junho de 2022, um Processo de Revisão Extraordinária da Trajetória Tarifária e do Contrato de Gestão Delegada, para o quinquénio 2019-2023, de acordo com o enquadramento legal aplicável, bem como o disposto no Contrato de Gestão Delegada, o qual contemplou um aumento de 10% nos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais domésticas e de 60% nos serviços de saneamento de águas residuais industriais, com aplicação a partir de 15 de outubro de 2022 e que se manteve no ano de 2023. Já no final de 2023 foi aprovada uma atualização tarifária, a qual foi apresentada à ERSAR e implementada no ano 2024.

De referir também que no final de 2024, foi concluído e aprovado o processo de revisão quinquenal previsto no contrato, para o quinquénio 2024 a 2028, tendo sido assinada a 16 de dezembro de 2024, a Adenda de 2ª revisão ao Contrato de Gestão Delegada.

## 9. PEDIDO DE RENOVAÇÃO DO TUA20230405001152

Tendo em consideração que à data de envio do relatório do 2º trimestre de 2025 a data de validade do TUA20230405001152 se encontrava ultrapassada, esclareceu-se que não foi possível realizar o pedido de renovação atempado, e de acordo com o previsto, devido à plataforma SiliAmb não estar a responder através do módulo LUA (Licenciamento Único Ambiental).

Assim, de forma a manter a legalidade na exploração da ETAR, a AQUANENA procedeu ao pedido via email (**ANEXO 9**), ao qual a APA/ARHTO respondeu com o ofício S021276-202504-ARHTO-DOLMT (**ANEXO 10**), com a prorrogação do prazo do TUA e respetivas condições de reporte até todos os condicionamentos estarem resolvidos e ser possível o registo através da plataforma SiliAmb.

A 30/06/2025 foi emitida a renovação do TUA20230405001152, com o código de utilização L076197.2025.RH5A.V1. A AQUANENA verificou que o documento emitido tinha em falta grande parte dos conteúdos do separador de “Exploração” e também todo o separador de “Obrigações de comunicação”, pelo que entrou em contacto com a APA para solicitar a correção do documento. O documento final foi emitido a 15/09/2025, e estará válido entre 30/06/2025 e 30/06/2030.

## 10. ANEXOS

- ANEXO 1 - Pedido de adiamento das condições estabelecidas no Título Único Ambiental TUA2023040500115;
- ANEXO 2 - Resposta APA – ofício - S022611-202404-ARHTO\_DOLMT;
- ANEXO 3 – HH\_2416\_Alcanena Relatório de Especificações Técnicas\_V04;
- ANEXO 4 – Alcanena HH\_2416\_Balanço Hidrológico;
- ANEXO 5 – Ensaio de Transmitância\_2025;
- ANEXO 6 – Memória Descritiva - Secagem térmica de lamas – ETAR de Alcanena;
- ANEXO 7 – Resposta APA – ofício – S055886-202510-DRES\_DRS – Secagem térmica de lamas;
- ANEXO 8 – Caracterização de Fósforo nas Indústrias;
- ANEXO 9 – Pedido de renovação do TUA20230405001152 – ETAR de Alcanena;
- ANEXO 10 – Resposta APA – Ofício – S021276-202504-ARHTO\_DOLMT - Prorrogação de validade do TUA até à formalização do pedido via SiliAmb;
- ANEXO 11 – Parecer APA – Secagem térmica de lamas.

### ELABORADO POR

MARIA TERESA SILVA

MIGUEL GUERREIRO

ISABEL PIRES

### O CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

NUNO SILVA

RÚBEN NUNES

MARIA TERESA SILVA

Alcanena, 15 de janeiro de 2026

# ANEXO 1

## Maria Silva

---

**De:** Isabel Pires  
**Enviado:** 27 de março de 2024 10:15  
**Para:** Carlos Castro; Susana Fernandes  
**Cc:** nunosilva@cm-alcanena.pt; alexandrepres@cm-alcanena.pt; Miguel Guerreiro  
**Assunto:** Título Único Ambiental TUA20230405001152 | Estabelecimento | ETAR de Alcanena

**Importância:** Alta

Ex.mos Senhores

No seguimento de reunião realizada no dia 25/03/2024, cuja disponibilidade demonstrada para apreciação dos temas em análise, a qual desde já agradecemos, vimos colocar à V/ consideração, e atendendo à atual situação da ETAR de Alcanena, a necessidade de cumprimento (ou adiamento) das condições estabelecidas no Título Único Ambiental TUA20230405001152.

O referido título **emitido em 05/04/2023** e com **data de validade de 05/04/2025**, apresenta **novas condições de rejeição**, designadamente **valores limites de emissão (VLE) mais exigentes, a cumprir a partir de 05/04/2024**.

Este Título encerra entre outras condições, o **reporte trimestral**, sob a forma de Relatório Síntese, que temos remetido a essa entidade, com a demonstração do desempenho da instalação – ETAR de Alcanena, o qual tem vindo a **evidenciar a melhoria efetiva da eficiência de tratamento, face às medidas/intervenções implementadas**.

Os últimos resultados reportados para os parâmetros que caracterizam o efluente rejeitado e que podem ser observados no relatório enviado em 15/01/2024, refletem essa melhoria efetiva, associada ao **conjunto de investimentos e ações que têm vindo a ser realizados** e que resultam do **Plano Estratégico para Evolução do Sistema de Saneamento**, elaborado para o efeito.

Destacam-se em seguida, os **investimentos mais relevantes**, já implementados, que **contribuem para a melhoria do desempenho da ETAR**:

- Automatização dos equipamentos de arejamento do segundo estágio do biológico da ETAR, em função de grandezas controladas (valores de O2 dissolvido);
- Automatização do sistema de adução de efluente ao tratamento químico, com controlo mais efetivo de caudais;
- Entrada em funcionamento do sistema de dosagem de Cloreto Férrico, nos 3 emissários de efluente industrial, para controlo de sulfuretos na massa líquida, ação que teve um impacto paralelo positivo na qualidade do efluente que chega à ETAR;
- Realização de Estudos Piloto para melhoria dos parâmetros de rejeição integrantes do TUA;
- Instalação de caudalímetros em pontos estratégicos dos emissários, de forma a conhecer e gerir melhor os caudais afluentes à ETAR;

- Criação de tanque de reserva para desvio de picos de caudal afluente, situação que permitirá evitar/minimizar situações de descarga de emergência e, simultaneamente, gerir melhor os caudais a tratamento;
- Automatização do tratamento químico, permitindo gerir a adição de reagentes de forma automatizada, em função dos caudais a tratamento;
- Instalação de caudalímetros em todos os circuitos hidráulicos de recirculação da ETAR, permitindo fazer o balanço hídrico da instalação com maior rigor;
- Instalação de sistema automático de filtragem após os decantadores secundários, em leitos de areia, para melhoria do parâmetro Sólidos Suspensos Totais (SST).

Realça-se ainda o **conjunto de investimentos conducentes ao cumprimento do objetivo respeitante à redução de odores ofensivos, ter sido integralmente cumprido.**

Conforme tem vindo a ser igualmente reportado, no que respeita ao **modelo preconizado de conceção-construção, para implementação da solução de afinação final, foi desenvolvido o caderno de encargos e preparado o processo de concurso internacional**, com lançamento previsto para dezembro de 2022. Contudo, **esta opção ficou suspensa, face aos montantes estimados, com um acréscimo de custos superior a 40% face ao valor inicial e face ao prazo previsto para a sua conclusão (24 meses, após o lançamento).**

- **Investimento inicial** previsto: **€4.986.500;**
- **Investimento estimado** para lançamento da empreitada de conceção-construção – tratamento de afinação final: **€ 8.000.000 a € 9.000.000.**

Este cenário, com condições claramente divergentes dos requisitos iniciais, despoletou ainda no final de 2022, a **procura de alternativas de reforço do financiamento comunitário**, uma vez que a empresa municipal AQUANENA, não reunia, nem reúne, condições para endividamento, face aos montantes envolvidos.

Neste contexto foram realizadas, ao longo do ano 2023, **reuniões com o Senhor Ministro do Ambiente e da Ação Climática e com o Senhor Secretário de Estado**, para avaliação de Programa de Acolhimento, onde foi apontada a **possibilidade de intervenção do Grupo Águas de Portugal.**

Destas reuniões resultou a constituição de um **Grupo de Trabalho**, no seio do **Grupo Águas de Portugal**, que tem vindo a realizar visitas técnicas e avaliação de documentação relevante para o efeito, no sentido de desenvolver um **estudo para a implementação da solução final de afinação, aguardando-se a respetiva conclusão.**

Face ao **volume avultado dos investimentos** e ao **grau de incerteza ainda existente na eficácia das soluções de tratamento a adotar**, pelo facto dos efluentes objeto de tratamento, resultantes da indústria de curtumes, apresentarem especificidades muito próprias e de difícil tratamento, **torna-se imperioso identificar as melhores opções que conduzam ao objetivo do cumprimento integral do TUA da ETAR de Alcanena.**

Pelos motivos acima expostos, **submete-se à v/ apreciação a manutenção (ou adiamento) dos VLE, nas atuais condições em vigor, no Título em apreço.** Face à data acima referida, 05/04/2024, solicita-se a máxima celeridade na vossa resposta.

**Questionamos ainda se este pedido deve ser também formulado através da plataforma SILIAMB.**

Agradecendo desde já a v/ colaboração, apresentamos os melhores cumprimentos.

**Isabel Gonçalves Pires**

Administradora Executiva

AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A.  
Rua 25 de Abril | Mercado Municipal de Alcanena António Galveias Dias | 2380-042 Alcanena  
Telefone: +351 249 899 414 (custo de uma chamada para a rede fixa nacional) | [www.aquanena.pt](http://www.aquanena.pt)



**AQUANENA**  
EMPRESA MUNICIPAL  
DE ÁGUAS E SANEAMENTO  
DE ALCANENA  
[www.aquanena.pt](http://www.aquanena.pt) ☎ 249 899 414



@aquanena.em



aquanena.empresamunicipal

**ÁGUA DA TORNEIRA**  
Uma escolha NATURAL!

Qualidade Exemplar  
da Água para  
Consumo Humano



ERSAR  
2023  
MELHOR DE QUALIDADE

Evite imprimir este e-mail. O Ambiente agradece.

Imprimir 1 folha A4 significa gastar 10 litros de água.

## ANEXO 2

Aquanena - Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.m., S.a  
Rua 25 de Abril Mercado Municipal António Galveias Dias  
2380-042 Alcanena

---

S/ referência	Data	N/ referência	Data
	01-04-2024	<b>S022611-202404-ARHTO.DOLMT</b>	03-04-2024
	Proc.	<b>ARH-LX 558/10221</b>	

Assunto: Análise do Título Único Ambiental TUA20230405001152 - ETAR de Alcanena

Na sequência do pedido de adiamento do cumprimento das novas condições de rejeição, designadamente valores limite de emissão (VLE) mais exigentes, a cumprir a partir de 05-04-2024, na sequência da impossibilidade de implementação da solução de afinação final no prazo previsto e após a apreciação dos resultados obtidos, com a implementação das medidas do Plano Estratégico para Evolução do Sistema de Saneamento, cumpre-nos informar o seguinte:

- Analisando os dados de autocontrolo efetuado verifica-se o desempenho da instalação – ETAR de Alcanena, o qual tem vindo a evidenciar a melhoria efetiva da eficiência de tratamento, face às medidas/intervenções implementadas.
- É evidente o grau de complexidade de tratamento dos efluentes, resultantes da indústria de curtumes, que apresentam especificidades muito próprias e de difícil tratamento.
- A AQUANENA demonstra-se empenhada na procura de soluções de tratamento, para afinação do efluente e cumprimento de VLE mais restritos.

Face ao exposto, ao abrigo do disposto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 89.º do Código do Procedimento Administrativo (CPA), ficam V. Exas. notificados de que, pelo presente, se mantêm os VLE expressos na tabela EXP8.3.12 – Condições de Rejeição no ano de arranque, da Licença nº L006844.2021.RH5A.V1, que integra o Título Único Ambiental TUA20230405001152, até ao término de validade da mesma, 05-04-2025.

Acresce que deverão continuar a apresentar o relatório síntese trimestralmente, com o ponto de situação e demonstração do desempenho da instalação, evidenciando a melhoria da eficiência de tratamento da ETAR, face às medidas/intervenções implementadas, para cumprimento da condição anterior.

Com os melhores cumprimentos,

A Administradora Regional da ARH Tejo e Oeste

*Susana Fernandes*

---

Susana Fernandes



\CR

## ANEXO 3

AQUANENA – EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO, E.M., S.A.

# Especificações para instalação e monitorização de Instalação Piloto na ETAR de Alcanena – Solução de Descarga “Zero”



R2- ESPECIFICAÇÃO E  
CARACTERIZAÇÃO DE  
UNIDADE PILOTO

OUTUBRO 2024



---

## RELATÓRIO

---

NOME:	Especificações para instalação e monitorização de Instalação Piloto na ETAR de Alcanena – Solução de Descarga “Zero”
REFERÊNCIA:	[HH2416]
TIPO:	Relatório de Especificações técnicas
CONFIDENCIALIDADE:	Não confidencial
CLIENTE:	AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento, E.M., S.A.
DATA:	24 de outubro de 2024

### AUTORES:

- José Saldanha Matos (Eng.º Civil, PhD)
- Beatriz Cunha (Eng.ª Ambiente)

### REVISTO E APROVADO POR:

José Saldanha Matos

---

DISTRIBUIÇÃO: Aquanena – Empresa Municipal de Águas e Saneamento, E.M., S.A.

VERSÃO: V00

Versão	Data	Responsável	Pontos Alterados
V01	24/10/2024	JSM	Criação do documento



## ÍNDICE DE TEXTO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA INSTALAÇÃO PILOTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS E PROCESSOS DE PLANTAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
3.1 ESCOLHA DE ESPÉCIES VEGETAIS .....	7
3.2 INSTRUÇÕES DE PLANTAÇÃO.....	10
<b>4. EXPLORAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DE INSTALAÇÃO PILOTO</b> .....	<b>12</b>
<b>5. CONDICIONANTES</b> .....	<b>12</b>
<b>6. ESTIMATIVA DE CUSTOS</b> .....	<b>13</b>
<b>7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</b> .....	<b>13</b>
<b>ANEXO 1 – DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS (EXCERTO DO PARECER TÉCNICO DE ARQUITETURA PAISAGISTA DO PROJETO)</b> .....	<b>17</b>
<b>ANEXO 2 – ESTIMATIVA ORÇAMENTAL</b> .....	<b>22</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1. Resumo das características das espécies vegetais escolhidas. ....	10
Quadro 7.1. Cronograma correspondente à Fase 4 do projeto. ....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Planta da instalação piloto proposta. ....	5
Figura 2.2. Corte AA' da instalação piloto proposta. ....	6
Figura 2.3. Planta e Corte BB' da caixa de recolha. ....	6
Figura 3.1. <i>Salix atrocinerea</i> . Fonte: Flora-on.....	8
Figura 3.2. <i>Juncus acutus</i> . Fonte: Flora on.....	8
Figura 3.3. <i>Typha latifolia</i> . Fonte Flora-on. ....	9
Figura 3.4. <i>Populus nigra</i> .....	9
Figura 3.5. <i>Phragmites australis</i> . Fonte: Flora on. ....	10
Figura 3.6. Organização de plantação da Unidade Piloto 01.....	11
Figura 3.7. Organização de plantação da Unidade Piloto 02.....	11

# Especificações para instalação e monitorização de Instalação Piloto na ETAR de Alcanena – Solução de Descarga “Zero”

---

## RELATÓRIO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se a “Especificações para instalação e monitorização de Instalação Piloto na ETAR de Alcanena – Solução de Descarga “Zero””, tendo sido desenvolvido no âmbito de Contrato assinado pela AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A e pela Sociedade HIDRA, Hidráulica e Ambiente, Lda., datado de 09 de setembro de 2024.

Após a submissão do Relatório de Planeamento, em inícios de outubro, o presente relatório concretiza as especificações técnicas de Instalações Piloto de leitos de macrófitas para maximizar a retenção de água e evapotranspiração, cujo objetivo é obter uma situação tendencial de descarga “zero” do efluente da ETAR de Alcanena, evitando assim a descarga do caudal e cargas poluentes para a linha de água da Ribeira do Carvalho.

O documento é constituído por 7 capítulos. Após o presente capítulo introdutório, no Capítulo **Error! Reference source not found.** apresenta-se uma caracterização física da instalação, incluindo o dimensionamento da estrutura e os meios de enchimento a utilizar. No Capítulo **Error! Reference source not found.**, são descritos as características e os processos de plantação, abordando tanto a escolha das espécies vegetais quanto a organização da plantação. O Capítulo **Error! Reference source not found.** trata da exploração e monitorização da instalação piloto ao longo de seis meses. O Capítulo 5 apresenta condicionantes a esta fase de projeto. No Capítulo 6 discute as condicionantes desta fase do projeto. Por fim, o Capítulo 7 traz um cronograma de atividades referente à fase do estudo de ‘Análise de resultados das unidades piloto’.

### 2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA INSTALAÇÃO PILOTO

De forma a permitir um estudo mais detalhado, prevê-se que a construção de uma ou duas Unidades Piloto. Estas seguem as recomendações da bibliografia disponível para os leitos de macrófitas com salgueiros, nomeadamente na publicação de Brix e Arias (2011). As Unidades Piloto propostas apresentam características idênticas, diferenciando-se apenas na plantação.

Representadas em planta na Figura 2.1 e em corte lateral na Figura 2.2, ocupam uma área à superfície de 8x8 m<sup>2</sup> e na base e 4x4 m<sup>2</sup>, com taludes a 45 graus. A altura total do leito é de 2 metros, com uma profundidade máxima de água de 1.8 m e borda livre de 20 cm de forma a prevenir a entrada de água proveniente de escorrências pluviais e permitir a acumulação de água na superfície durante o inverno. O fundo do leito tem uma inclinação de 2%.

A água que alimenta o leito é transportada por um tubo com diâmetro de 63 mm. Acoplada ao leito, encontra-se uma caixa de recolha de água em betão, com uma área de 1.5x1.5 m<sup>2</sup> e altura de cerca de 2.6 m, conforme ilustrado na Figura 2.3, onde se pode estimar o volume efluente, por medição de nível. O leito é equipado com um tubo de drenagem com diâmetro de 90 mm, que conduz a água até à caixa de recolha. No interior da caixa, um conector em 'T' possibilita ou a descarga de fundo do leito, permitindo o seu esvaziamento total, ou a descarga para a camara de visita, através do sifão invertido, conforme a abertura ou fecho da válvula. No interior do leito Deve instalar-se um piezómetro no leito para controlo de altura da água no seu interior.

Quanto aos meios de enchimento, propõe-se a adição de gravilha com granulometria de 16/32 mm nas nos espaços laterais do leito, conforme ilustrado nas Figura 2.1 e 2.2. Prevê-se também a utilização de uma camada de gravilha com espessura entre 25 e 33 cm, ajustada ao declive de 2% da parte inferior do leito. Sobre essa camada, será aplicada uma camada de areão com granulometria de 4/8 mm e 1.35 m de altura, seguida por uma camada de 20 cm de terra vegetal no topo, onde será plantada a vegetação.

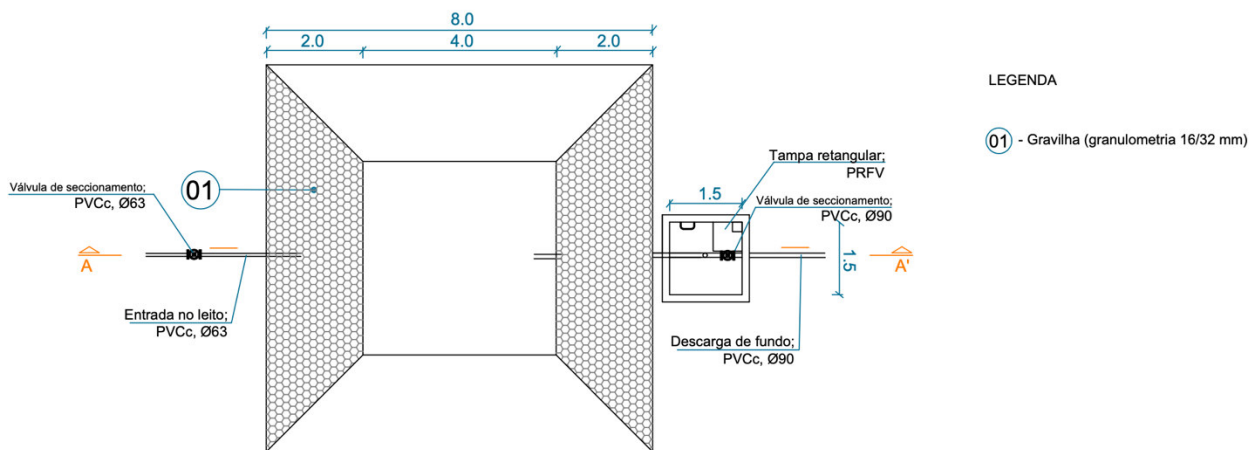


Figura 2.1. Planta da instalação piloto proposta.

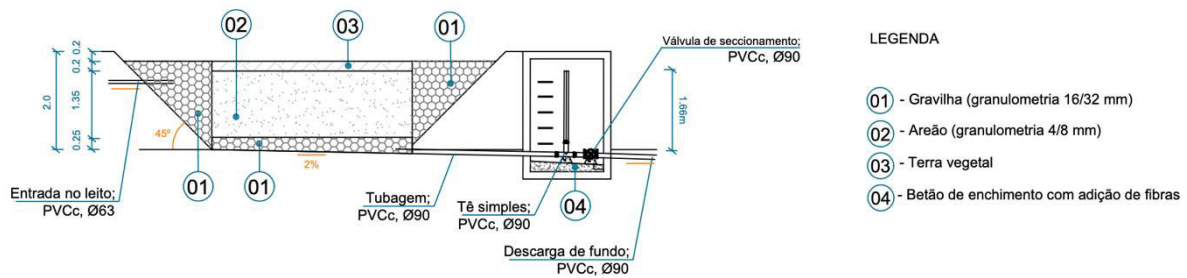


Figura 2.2. Corte AA' da instalação piloto proposta.

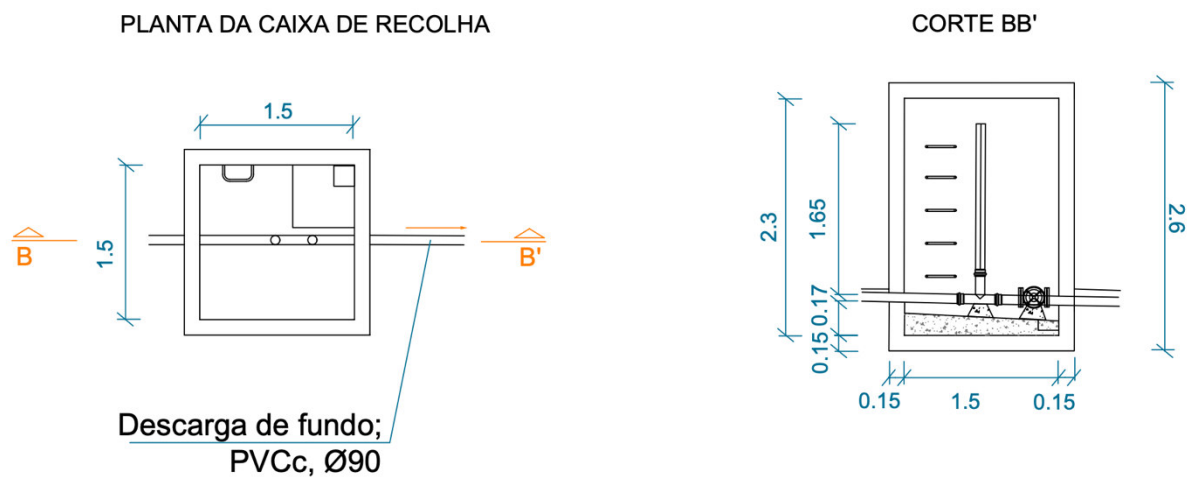


Figura 2.3. Planta e Corte BB' da caixa de recolha.

Adicionalmente, as disposições construtivas detalhadas relativas à caracterização física do leito encontram-se no Anexo 1.

### 3. CARACTERÍSTICAS E PROCESSOS DE PLANTAÇÃO

#### 3.1 ESCOLHA DE ESPÉCIES VEGETAIS

Para as Unidades Pilotos a executar optou-se, em primeiro lugar, por uma plantação de espécies vegetais em dois estratos: um estrato arbóreo e um estrato herbáceo, pois deste modo potencia-se a evapotranspiração durante o ano inteiro. Acresce que as espécies arbóreas ripícolas disponíveis no mercado têm todas folha caduca, assim a implementação do estrato herbáceo garante a evapotranspiração na estação fria.

A escolha das plantas teve em consideração as seguintes características das espécies vegetais:

- Adaptabilidade a ambientes encharcados e a águas eutórficas de modo contínuo ou temporário;
- Serem plantas perenes (plantas que vivem três anos ou mais);
- Apresentarem um sistema radicular volumoso e extenso;
- Possuírem capacidade para depuração da água e eliminação dos microrganismos do afluente;
- Terem capacidade de evapotranspirar, todas as espécies escolhidas têm uma taxa de crescimento rápido quer da parte aérea, quer da parte subterrânea e grande densidade foliar;
- Serem muito resistentes mecanicamente ao vento;
- Crescerem em pH entre os 5 e os 8,5;
- Serem preferencialmente espécies autóctones de Portugal Continental e de preferência da região;
- Criarem no estrato arbóreo-arbustivo matagais densos (*Salix atrocinerea*) ou que crescerem a grande altura (*Populus nigra*);
- Longevidade média ou grande;
- Criar associações de árvore ou grande arbusto caduco com herbácea perene para garantir que existe evapotranspiração na época em que as árvores estão sem folhas;
- Disponibilidade em viveiro em outubro de 2024;
- Não estarem classificadas como plantas invasoras segundo o Decreto-Lei n.º 92/2019 de 10 de julho;
- Terem baixa suscetibilidade à incidência de pragas e doenças;
- Serem fáceis de podar e de eliminar;
- Resiliência a adaptação às alterações climáticas.

**Tendo isto em conta, para a Unidade Piloto número um (01) escolheu-se a espécie *Salix atrocinerea* (borranzeira-preta) para o estrato arbóreo e *Juncus acutus* em conjugação com *Typha latifolia* (tábua-larga) para o estrato herbáceo. Estas espécies encontram-se representadas nas Figuras 3.1 a 3.3.**



Figura 3.1. *Salix atrocinerea*. Fonte: Flora-on.



Figura 3.2. *Juncus acutus*. Fonte: Flora on.



Figura 3.3. *Typha latifolia*. Fonte Flora-on.

Para a Unidade Piloto número dois (02) escolheu-se o *Populus nigra* (choupo-negro) para o estrato arbóreo e *Phragmites australis* (caniço) para o estrato herbáceo, ilustradas nas Figuras 3.4 e 3.5.



Figura 3.4. *Populus nigra*



Figura 3.5. *Phragmites australis*. Fonte: Flora on.

No Quadro 4.1 encontra-se um resumo das características principais das espécies vegetais escolhidas.

Quadro 3.1. Resumo das características das espécies vegetais escolhidas.

Nome científico	Nome comum	Regime de folhagem	Altura (m)	Diâmetro (m)	Taxa de crescimento	Longevidade	Resistência ao vento	pH
<b>Estrato herbáceo</b>								
<i>Juncus acutus</i>	junco-agudo	perene	0.7-1.9	-	rápido	perene	muito grande	-
<i>Phragmites australis</i>	caniço	perene	1.2-2	-	rápido	perene	muito grande	-
<i>Typha latifolia</i>	tábua-larga	perene	1-3	-	rápido	perene	muito grande	-
<b>Estrato arbóreo</b>								
<i>Populus nigra</i>	choupo-negro	caduca	20-30	2-4	rápido	grande	muito grande	5-8.5
<i>Salix atrocinerea</i>	borrazeira-negra	caduca	5-6	2-4	rápido	75 anos	muito grande	5-8.5

### 3.2 INSTRUÇÕES DE PLANTAÇÃO

Na Unidade Piloto 01, o estrato arbóreo, representado pela espécie *Salix atrocinerea*, será transplantado em linhas e colunas com um espaçamento de aproximadamente 1.0 m.

Quanto ao estrato herbáceo, serão transplantadas 15 unidades de *Juncus acutus* e 15 unidades de *Typha latifolia* por metro quadrado, totalizando 240 unidades de cada espécie. Esta configuração está representada na Figura 3.6.

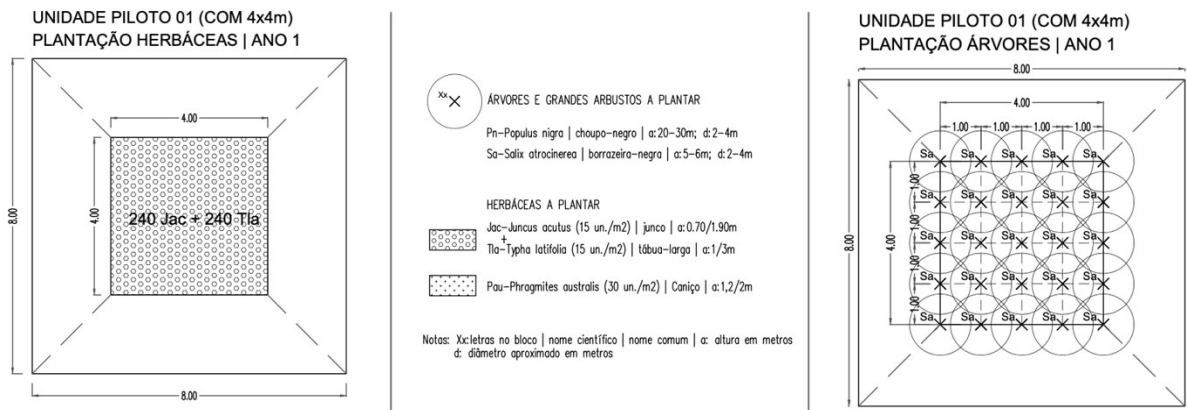


Figura 3.6. Organização de plantação da Unidade Piloto 01.

Relativamente à Unidade Piloto 02, aplica-se o mesmo princípio de transplantar o estrato arbóreo, neste caso representado pela espécie *Populus nigra*, em linhas e colunas com espaçamento de aproximadamente 1.0 m. Para o estrato herbáceo, prevê-se o transplante de 30 unidade de *Phragmites australis* por metro quadrado, totalizando 480 unidades no leito. Esta configuração está representada na Figura 3.7.

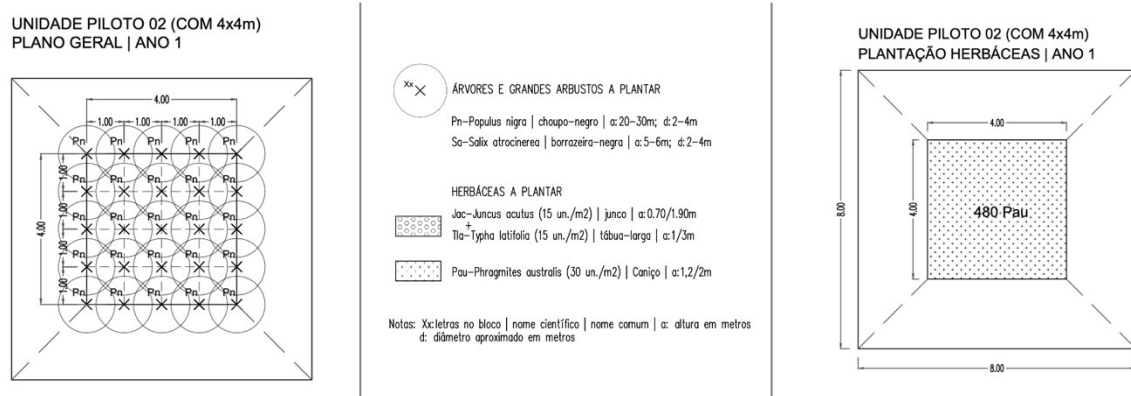


Figura 3.7. Organização de plantação da Unidade Piloto 02.

A solução escolhida terá como primeiro objetivo a retenção e transpiração máxima do afluente nos leitos de macrófitas, e como objetivos secundários a maior longevidade possível das plantas, a promoção da biodiversidade e do sequestro de CO<sub>2</sub> e a possibilidade de se multiplicar estas Unidades Piloto para a criação de um futuro Parque Urbano.

As disposições construtivas detalhadas relativas à plantação encontram-se no Anexo 1.

#### 4. EXPLORAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DE INSTALAÇÃO PILOTO

A exploração e monitorização da instalação piloto é dividida em três fases, de acordo com o tipo de água utilizada. Nos dois primeiros meses ( a confirmar com a evolução dos ensaios) , para os ensaios hidrológicos, será utilizada água proveniente de um furo da ETAR de Alcanena. No terceiro e quarto mês, sugere-se realizar a irrigação com uma mistura de cerca de 50% água de furo e 50% água residual. A partir sensivelmente do quinto mês, recomenda-se a utilização exclusiva de água residual para irrigação.

No primeiro ensaio, o leito de macrófitas será preenchido com água até transbordar, com o objetivo de determinar o volume de enchimento, isto é a sua porosidade.

Durante o primeiro mês, prevê-se a descarga de 1 a 2 m<sup>3</sup>/dia de água de furo, a confirmar, com uma avaliação diária (em dias úteis) dos volumes de água excedentes na caixa de recolha. Adicionalmente, será realizada a monitorização de variáveis climáticas, como precipitação, temperatura, radiação e vento, a partir da estação meteorológica a instalar no local.

No segundo mês, em que continuará a ser utilizada água de furo, o volume de descarga poderá ser ajustado com base nos resultados do primeiro mês. A carga hidráulica será avaliada até à sua capacidade máxima para cumprir o objetivo de descarga zero.

Nos terceiro e quarto meses, será realizada a irrigação com uma mistura de 50% água de furo e 50% água residual. Já no quinto e sexto meses, será utilizada exclusivamente água residual, com medição dos excedentes e análise de variáveis de qualidade da água, como CQO, CBO<sub>5</sub>, nitrogénio (N), fósforo (P) e *E. coli*. Estas análises, bem como a medição dos caudais, serão realizadas, em princípio, no laboratório de análises da AQUANENA.

#### 5. CONDICIONANTES

A principal condicionante destas unidade-piloto é o tempo disponível para a realização do estudo: está previsto serem monitorizadas apenas seis meses e acresce que apanha meses de Inverno, o período de adaptação das espécies vegetais e o seu pequeno porte de viveiro.

Idealmente as Unidades Piloto deveriam ser monitorizadas mais de dois anos e deveriam ser implementadas mais unidades, com maior diversidade de espécies vegetais e com repetições.

Uma possível desvantagem da implementação deste sistema de leitos de macrófitas, na ETAR de Alcanena, será a elevada área necessária para conseguir atingir os valores limite de efluente (VLE). No entanto esse espaço possa ser projetado de modo a ser utilizado como Parque Urbano e deste modo ser uma dupla função.

## 6. ESTIMATIVA DE CUSTOS

A caracterização e disposições construtivas para a implementação das duas unidades piloto constam no Anexo 1.

No Anexo 2 apresenta-se, em termos comerciais, uma versão detalhada de estimativa de custo das duas unidades piloto. A verba total é da ordem de 10 000 EUR, mas a grande maioria corresponde a trabalho de construção civil que pode ser realizada internamente, com recursos próprios da Aquanena.

## 7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

No total, prevê-se que a consultoria referente à Fase 4 do projeto, intitulada ‘Análise de resultados das unidades piloto’, seja realizada ao longo de um período de 6 a 8 meses, com início em fevereiro de 2025 e término em Julho de 2025. O cronograma de atividades proposto para a execução desta fase está representado no Quadro 7.1. Eventualmente pode prolongar-se o estudo da unidade piloto até 8 meses, até setembro, e continuar em operação posteriormente, mas sem medições sistemáticas no âmbito desta prestação de serviços

A investigação base inicia-se com o balanço hidrológico e a recolha de amostras para análise, seguida de uma apreciação dos resultados de qualidade da água. A fase termina com a formulação de expressões empíricas para simulação, em contexto local, dos balanços hídricos e da qualidade da água, e que permita tirar conclusões da viabilidade da solução e suportar a decisão de beneficiação da ETAR de Alcanena.

Quadro 7.1. Cronograma correspondente à Fase 4 do projeto.

Entregáveis/ Fases e Atividades		Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Duração Semanas				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
<b>Fase 4: Análise de resultados das unidades piloto</b>						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					24
4.1	Recolha de amostras.					X	X																															2
4.2	Realização de análises laboratoriais.						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																					9
4.3	Análise de resultados de qualidade.																	X	X	X	X	X	X															7
4.4	Formulação de expressões empíricas para simulação em modelo calibrado.																									X	X	X	X	X	X	X	X					6

Lisboa, 24 de outubro de 2024



## ANEXOS



ANEXO 1 - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS (EXCERTO DO PARECER TÉCNICO DE  
ARQUITETURA PAISAGISTA DO PROJETO)

## 5. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

### 5.1. CONDIÇÕES GERAIS

#### 5.1.1 GENERALIDADES

A AQUANENA compromete-se a:

- Fornecer todos os materiais em boas condições.
- Assegurar o fornecimento do trabalho, segundo as condições estabelecidas no presente Caderno Técnico de Encargos.
- Consultar a Fiscalização em todos os casos omissos ou duvidosos.
- Substituir todas as plantas, sementes ou materiais considerados impróprios pela Fiscalização.
- Assegurar em número e qualificação a presença na obra de pessoal necessário à boa execução dos trabalhos.

A AQUANENA deverá proceder às plantações segundo as boas normas de cultura, e nos períodos apropriados para o efeito.

As plantações deverão ser executadas segundo os planos de plantação podendo, todavia, ocorrerem modificações durante a obra, desde que sancionadas pela Fiscalização.

#### 5.1.2 DESMATAÇÃO DO TERRENO

- Antes da implementação dos leites de macrófitas o terreno será limpo e desmatado, incluindo cepos e restos de plantas e matéria orgânica.

#### 5.1.3 PLANTAÇÕES

Em todas as plantações a AQUANENA deverá respeitar escrupulosamente os respetivos módulos de plantação, não sendo permitidas quaisquer substituições de espécies ou dimensões indicadas das mesmas sem prévia autorização escrita da Fiscalização.

Esta operação compreende todos os fornecimentos de material vegetal, a abertura de covas (só para árvores e arbustos de grandes dimensões), plantação e rega de instalação.

## 5.2. NATUREZA E QUALIDADE DOS MATERIAIS

### 5.2.1 MATERIAL VEGETAL

Todas as plantas a utilizar deverão ser exemplares novos, fitopatologicamente sãos, bem conformados, ramificados desde o colo, sem raízes mortas ou deterioradas, e devem possuir desenvolvimento compatível com a espécie a que pertencem.

As plantas de folhas caduca, a fornecer em raiz nua (ou envasadas, se a altura do ano o justificar), deverão ter o sistema radicular bem desenvolvido e com cabelame abundante. As plantas de folha persistente deverão ser fornecidas em torrão (ou envasadas, se a altura do ano o justificar), suficiente consistente para não se desfazer facilmente.

### 5.2.2 ÁRVORES

As árvores serão de plumagem, com flecha vigorosa com botão terminal em bom estado. O caule deve ser bem direito desde o seu início e as raízes bem desenvolvidas, estendidas e não espiraladas.

As árvores a colocar devem ser das espécies que se seguem, com as referidas dimensões de contentores:

- Pn - *Populus nigra* .....CF1.3 L | Alt. 0,7-1 m
- Sa - *Salix atrocinerea* .....CF1.3 L | Alt. 0,7-1 m

### 5.2.3 HERBÁCEAS

Deverão ser plantas sãs, fornecidas em tufos suficientemente fortes e com abundante sistema radicular.

As herbáceas a plantar são as seguintes, com as referidas dimensões de contentores:

- Jac+Tla - *Juncus acutus* + *Typha latifolia* (15+15 un/m<sup>2</sup>) ..... AF 40
- Pau - *Phragmites australis* (30 un/m<sup>2</sup>) ..... AF 40

### 5.2.4 TERRA VIVA

A terra a fornecer será de textura franca e será proveniente da camada superficial de terrenos de mata ou da camada arável de terrenos agrícolas com elevada capacidade agrícola.

A camada a colocar sobre o terreno deverá possuir a espessura média mínima de 0,20m após compactação, salvo quando indicação em contrário nas peças desenhadas ou Mapa de Medições.

A terra viva será isenta de pedras e materiais estranhos provenientes de incorporação de lixos. Deve apresentar uma composição uniforme, sem qualquer incorporação do subsolo.

Deve ainda apresentar as seguintes características:

- pH: deve situar-se entre 5,0 e 7,0;
- Condutividade elétrica: deve ser inferior a 1500 micromhs por cm num extrato de solo e água de 1:2;
- Azoto (N): não deve ser inferior a 0,2%;
- Fósforo disponível (P): não deve ser inferior a 70 ppm quando extraído com 4,2% de NaHCO<sub>3</sub> ao pH 8,5;
- Potássio disponível (K): não inferior a 300 ppm quando extraído com 8% de nitrato de amónia.

### 5.3. EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

#### 5.3.1 PREPARAÇÃO DO TERRENO

##### i. Modelação

Antes de se iniciarem os trabalhos de preparação do terreno propriamente ditos, deverá este ser colocado às cotas definitivas do projeto.

As bases dos leitos de macrófitas deverão ser modeladas de modo a ficarem com uma inclinação mínima de 2%.

Deve o Empreiteiro remover toda a terra sobranter ou colocar a terra própria necessária, de modo a serem respeitadas as cotas e a modelação expressas no projeto ou indicadas no decorrer dos trabalhos.

##### ii. Espalhamento da terra viva

Na totalidade das zonas verdes prevê-se a necessidade de criar uma camada superior de terra viva com 0.20m de espessura, pelo que a superfície do terreno deverá ficar, após os trabalhos de movimentos de terras, 0.20m abaixo das cotas definitivas do projeto.

A terra viva será espalhada manual ou mecanicamente em camada uniforme, cuja espessura será cerca de 20% superior à espessura final da camada (0.25m) para efeito de compactação.

##### iii. Abertura de Covas

A abertura de covas deverá ser efetuada depois da marcação correta dos locais de plantação das árvores e herbáceas, de acordo com o respetivo plano, que será materializado por mestras que deverão ser conservadas até ao fim da obra.

A Fiscalização procederá à verificação desses trabalhos, ficando, no entanto, bem expresso que, em caso algum, a AQUANENA se poderá eximir à reconstrução de trabalhos mal executados, por ausência desta verificação.

### 5.3.2 PLANTAÇÕES

#### i. Árvores

Abrem-se pequenas covas de plantação, à medida do torrão ou do sistema radicular no caso da plantação em raiz nua, em posição central relativamente à caldeira.

Seguir-se-á a plantação propriamente dita, havendo o cuidado de deixar a parte superior do torrão, no caso de plantas envasadas, ou o colo das plantas, quando estas são de raiz nua, à superfície do terreno, para evitar problemas de asfixia radicular.

Por fim, será efetuada uma pequena rega para ajudar na fixação mais rápida do exemplar.

#### ii. Herbáceas

As herbáceas serão plantadas nas densidades indicadas, ficando dispostas em triângulos equiláteros salvo se indicado de outro modo nas peças desenhadas, respeitando as densidades por m<sup>2</sup>, as indicações do projeto e o parecer da Fiscalização.

No que respeita à profundidade de plantação, facto importante no êxito da operação, deverão ser tomados todos os cuidados e exigências de cada espécie.

Terminada a plantação seguir-se-á a primeira rega, com água bem pulverizada e distribuída.

## ANEXO 2 - ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

DESIGNAÇÕES	UNID.	QUANTIDADES	ORÇAMENTO	
			Preços unit. (€)	Imp. totais (€)
<p><b>Notas:</b></p> <p>1. Não constituindo este documento, uma descrição exaustiva das condições em que os trabalhos e fornecimentos deverão ser executados, deverá ser lido, obrigatoriamente, em conjunto com as peças desenhadas.</p> <p>2. Nos preços unitários de cada artigo consideram-se incluídos o fornecimento dos materiais no local, a sua aplicação e acabamento, trabalhos de construção civil, trabalhos preparatórios e/ou complementares, bem como ensaios, vistorias e certificações, nos termos das normas e regulamentação aplicável, que sejam necessários à boa execução do mesmo e funcionamento dos sistemas.</p> <p>3. Refere-se que as quantidades de trabalho indicadas resultam da projecção horizontal dos planos e taludes representados em projecto, não conferindo direito a erros e omissões o diferencial relativamente à área real.</p> <p>4. Todos os artigos descritos abaixo, incluem o fornecimento dos materiais ao local, a sua aplicação e acabamento, e todos as operações de construção civil necessárias à correcta execução dos trabalhos e funcionamento dos sistemas.</p> <p>5. Todos os materiais e acessórios têm de verificar previamente a compatibilidade total com os materiais existentes.</p> <p>6. É da responsabilidade do empreiteiro conhecer todas as condicionantes da obra a executar e planear o seu modo de execução, bem como prever na sua proposta todos os trabalhos complementares à correta execução das tarefas.</p> <p>7. É da responsabilidade do empreiteiro conhecer todas as condicionantes da obra e planear o seu modo de execução, bem como prever na sua proposta todos os trabalhos complementares à correta execução das tarefas, nomeadamente o estaleiro de obra, o plano de segurança e saúde e a gestão de resíduos.</p> <p>8. A estimativa dos trabalhos a serem executados foram elaboradas com base nos elementos fornecidos externamente, nomeadamente o cadastro de infraestruturas existentes e levantamento topográfico das caixas. Sendo que estes dois elementos não estão coerentes um com outro, deverão ser executadas várias verificações no local no sentido de se confirmar quais as caixas onde ligam os sumidouros existentes bem como a possibilidade de ligação de novos sumidouros/caixas às caixas existentes.</p> <p>9. Todos os trabalhos que estejam apresentados em peças desenhadas que não se encontrem especificados em mapa de quantidades deverão ser comunicados ao projetista em fase de concurso.</p> <p>10. Caso existam divergências identificadas no local relativamente ao projeto, o projetista deverá ser contactado para que se atualize a informação no projeto inicial.</p>				
<b>1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>				
1.1 Desmatação da área de intervenção, incluindo limpeza, carga, transporte e colocação dos produtos em vazadouro e eventual indemnização por depósito, e todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários e complementares para a correta execução da tarefa.	m <sup>2</sup>	128.00	2.50 €	320.00 €
<b>TOTAL DE 1</b>			<b>320.00 €</b>	
<b>2 MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
2.1 Execução de escavação para receber os leitos de macrófitas, em terreno de qualquer natureza, por meios manuais ou mecânicos adequados, incluindo sobrelarguras, rebaixamento do nível freático se necessário, escoramentos, eventuais reparações e desvios de infraestruturas, compactação mecânica do terreno do fundo pelo menos a 95% do ensaio de Proctor modificado (CBR≥5%), e todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários e complementares para a correta execução da tarefa.	m <sup>3</sup>	195.84	10.00 €	1 958.40 €
2.2 Carga, transporte e descarga em destino final compatível com as exigências legais dos materiais sobrantes provenientes de escavação, considerando um coeficiente de empolamento de 1,25, incluindo todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários e complementares para a correta execução da tarefa.	m <sup>3</sup>	244.80	3.50 €	856.80 €
<b>TOTAL DE 2</b>			<b>2 815.20 €</b>	
<b>3 BASES DE LEITO DE MACRÓFITAS "WETLAND"</b>				
3.1 Fornecimento, colocação e espalhamento de meio de enchimento das plataformas de evapotranspiração, constituído por inerte de material da região com as espessuras indicadas nos desenhos de pormenor, incluindo todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários e complementares para a correta execução da tarefa:				
3.1.1 Gravilha de origem calcária, com granulometria de 16 a 32 mm.	m <sup>3</sup>	71.5	25.00 €	1 788.00 €
3.1.2 Areão de rio lavado, com granulometria de 4 a 8 mm.	m <sup>3</sup>	43.1	54.00 €	2 328.48 €
3.1.3 Terra viva, com uma espessura de 20cm, proveniente da camada superficial de terrenos de mata ou de camada arável de terrenos agrícolas, devidamente isenta de pedras de dimensões superiores a 50mm, torrões, raízes, materiais orgânicos ou detritos, com composição uniforme e textura franca, incluindo carga, transporte, descarga, espalhamento e regularização de acordo com o projeto.	m <sup>3</sup>	6.4	30.00 €	192.00 €
<b>TOTAL DE 3</b>			<b>4 308.48 €</b>	
<b>4 PLANTAÇÕES</b>				
4.1 Fornecimento e plantação de árvores, bem conformadas, com flecha intacta e raízes com torrão, com sistema radicular bem desenvolvido e cabelame abundantes, fornecidas em vasos/contentores devidamente etiquetadas, incluindo abertura de cova, tapamento e todos os trabalhos e materiais necessários à sua plantação conforme módulos de plantação.				
4.1.1 Pn – <i>Populus nigra</i> (ref. Sigmetum), CF 1,3L - H=0,7-1,00m.	Un	25	12.00 €	300.00 €
4.1.2 Sa – <i>Salix atrocinerea</i> (ref. Sigmetum), CF 1,3L- H=0,7-1,00m.	Un	25	12.00 €	300.00 €
4.2 Fornecimento e plantação de herbáceas, incluindo fornecimento, abertura de cova, tapamento, bem como remoção a vazadouro dos materiais sobrantes, conforme módulos de plantação.				
4.2.1 Jac – <i>Juncus acutus</i> (ref. Sigmetum), AF40.	Un	240	2.70 €	648.00 €
4.2.2 Tia – <i>Typha latifolia</i> (ref. Sigmetum), AF40.	Un	240	3.50 €	840.00 €
4.2.3 Pau – <i>Phragmites australis</i> (ref. Sigmetum), AF40.	Un	480	3.00 €	1 440.00 €
<b>TOTAL DE 4</b>			<b>3 528.00 €</b>	

## ANEXO 4

AQUANENA – EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO, E.M., S.A.

# Balanços Hidrológicos preliminares de Instalações Piloto na ETAR de Alcanena



R3- RELATÓRIO DE  
PROGRESSO

MAIO 2025



---

## RELATÓRIO

---

NOME:	Balanços Hidrológicos preliminares de Instalações Piloto na ETAR de Alcanena
REFERÊNCIA:	[HH2416]
TIPO:	Relatório de progresso
CONFIDENCIALIDADE:	Não confidencial
CLIENTE:	AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento, E.M., S.A.
DATA:	27 de maio de 2025

### AUTORES:

- José Saldanha Matos (Eng.º Civil, PhD)
- Beatriz Cunha (Eng.ª Ambiente)

### REVISTO E APROVADO POR:

José Saldanha Matos

---

DISTRIBUIÇÃO: Aquanena – Empresa Municipal de Águas e Saneamento, E.M., S.A.

VERSÃO: V00



## ÍNDICE DE TEXTO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. SISTEMA DE ALCANENA .....</b>	<b>9</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	9
2.2 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA ETAR .....	9
2.3 QUALIDADE DO ALFUENTE E EFLUENTE DA ETAR.....	12
2.4 ENQUADRAMENTO AMBIENTAL .....	19
2.4.1 <i>Dados climáticos</i> .....	19
2.4.2 <i>Resultados analíticos de águas subterrâneas</i> .....	21
2.4.3 <i>Resultados analíticos de águas superficiais</i> .....	26
2.5 ESTUDOS DESENVOLVIDOS E PERSPECTIVAS DE EVOLUÇÃO .....	31
<b>3. SOLUÇÕES DE BASE NATURAL PARA DESCARGA “QUASI” ZERO – ESTADO DE ARTE... 37</b>	
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PILOTO NA ETAR DE ALCANENA .....</b>	<b>43</b>
<b>5. MONITORIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PILOTO E DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>6. RESULTADOS DE BALANÇOS HÍDRICOS.....</b>	<b>55</b>
<b>7. OPÇÕES DE BASE NATURAL PARA O CONTROLO DO EFLUENTE DA ETAR .....</b>	<b>58</b>
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1. Licença de rejeição – VMA.....	14
Quadro 2.2. Resultados de parâmetros de qualidade no efluente entre janeiro e junho de 2023. ....	15
Quadro 2.3. Resultados de parâmetros de qualidade no efluente entre julho e dezembro de 2023. ....	15
Quadro 2.4. Resultados de parâmetros de qualidade no efluente entre janeiro e agosto de 2024. ....	16
Quadro 2.5. Nomenclatura e localização dos pontos de amostragem, de acordo com classificação do INAG e amostragem AQUANENA.....	22
Quadro 2.6. Nomenclatura dos pontos de amostragem das águas superficiais. ....	26
Quadro 2.7 - Características do tanque da instalação piloto. ....	33
Quadro 4.1. Resumo das características das espécies vegetais escolhidas. ....	48
Quadro 6.1. Cálculo da saída de água do sistema para os Períodos A do Leito 01 e 02. ....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Fotografia aérea da ETAR de Alcanena. ....	10
--	----

Figura 2.4. Fotografias da ETAR de Alcanena: a) desarenador; a) tanques de equalização/arejamento do 1º estágio; c) decantadores 1º estágio; d) tanques de lamas ativadas 2º estágio; e) decantadores 2º estágio; f) microfiltração. ....	11
Figura 2.5. Fotografias da ETAR de Alcanena: a) espessador gravítico; b) filtros prensa; c) sistema de adição de Calci; d) torres de absorção química .....	12
Figura 2.2. Evolução de SST, CBO5 e CQO das águas residuais afluentes à ETAR de Alcanena, entre janeiro de 2024 e setembro de 2024.....	13
Figura 2.3. Evolução da concentração de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> nas águas residuais afluentes à ETAR de Alcanena, entre janeiro de 2024 e setembro de 2024.....	13
Figura 2.4. Localização no terreno dos pontos de recolha de águas subterrâneas. ....	22
Figura 2.5. Evolução mensal do pH das águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.....	23
Figura 2.6. Evolução mensal da temperatura das águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.....	24
Figura 2.7. Evolução mensal da condutividade das águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.....	24
Figura 2.8. Evolução semestral da concentração de Crómio VI nas águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024. ....	25
Figura 2.9. Evolução semestral da concentração de nitratos nas águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024. ....	26
Figura 2.10. Localização no terreno dos pontos de recolha das águas superficiais. ....	27
Figura 2.11. Evolução trimestral do pH das águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024.....	28
Figura 2.12. Evolução trimestral da condutividade das águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024. ....	29
Figura 2.13. Evolução trimestral da concentração de Crómio VI nas águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024. ....	30
Figura 2.14. Evolução trimestral da concentração de nitratos nas águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024. ....	31
Figura 2.15. Instalação piloto de unidades de macrófitas na ETAR de Alcanena. ....	34
Figura 2.16. Dados de SST da estação piloto da ETAR de Alcanena (julho 2019).....	34
Figura 2.17. Área para implantação dos leitos de macrófitas, segundo o PE-AL 2021.....	36
Figura 3.1 – Zonas húmidas construídas – “Bruce Peninsula National Park”. ....	37
Figura 3.2. Imagem da solução de base natural – ETAR de Nimr, em Oman.....	38
Figura 3.3. Soluções de base natural – co benefícios e serviços de ecossistemas. ....	40
Figura 3.4. Esquema de um sistema de salgueiros sem saída (sistema evaporativo) (adaptado de <i>H. Brix and C.A. Arias, 2005</i> ). ....	41
Figura 4.1. Planta da instalação piloto proposta. ....	44
Figura 4.2. Corte AA' da instalação piloto proposta. ....	44
Figura 4.3. Planta e Corte BB' da caixa de recolha. ....	44
Figura 4.4. <i>Salix atrocinerea</i> , utilizada nas Unidades Piloto 01 e 03. Fonte: Flora-on. ....	46
Figura 4.5. <i>Juncus acutus</i> , utilizada nas Unidades Piloto 01 e 03. Fonte: Flora on. ....	46
Figura 4.6. <i>Typha latifolia</i> , utilizada nas Unidades Piloto 01 e 03. Fonte Flora-on.....	47

Figura 4.7. <i>Populus nigra</i> , utilizada na Unidade Piloto 02. Fonte Flora-on.....	47
Figura 4.8. <i>Phragmites australis</i> , utilizada na Unidade Piloto 02. Fonte: Flora on. ....	48
Figura 4.9. Organização de plantação da Unidade Piloto 01.....	49
Figura 4.10. Organização de plantação da Unidade Piloto 02.....	49
Figura 4.11. Vista comparativa dos Leitos 01 (esquerda) e 02 (direita), com vegetação estabelecida (maio de 2025).....	50
Figura 4.12. Processo de construção do Leito 03 (à esquerda) e Leito 03 concluído (à direita) (maio de 2025).....	50
Figura 5.1. Estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena. ....	51
Figura 5.2. Evolução da temperatura média registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.....	52
Figura 5.3. Evolução da radiação média registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.....	53
Figura 5.4. Evolução da velocidade média registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.....	53
Figura 5.5. Evolução da precipitação registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.....	54
Figura 6.1. Esquema representativo do balanço hidrológico aplicado ao leito de macrófitas em estudo.	56
Figura 6.2. Comportamento hidráulico da Unidade Piloto 01 ao longo do tempo. ....	56
Figura 6.3. Comportamento hidráulico da Unidade Piloto 02 ao longo do tempo. ....	57

# Balanços Hidrológicos Preliminares de Instalações Piloto na ETAR de Alcanena

---

## RELATÓRIO DE PROGRESSO

### 1. INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se aos “Balanços Hidrológicos preliminares de Instalações Piloto na ETAR de Alcanena”, tendo sido desenvolvido no âmbito do Contrato assinado pela AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A e pela Sociedade HIDRA, Hidráulica e Ambiente, Lda., datado de 09 de setembro de 2024.

Na sequência da submissão do Relatório de “*Planeamento e das Especificações Técnicas para as Instalações Piloto*”, o presente relatório inclui a apresentação e discussão de resultados de balanços hidrológicos das Instalações Piloto de leitos de macrófitas na ETAR de Alcanena, nestes primeiros meses, e que foram concebidas para maximizar a retenção de água e a evapotranspiração. O objetivo último é alcançar uma situação tendencial de descarga zero do efluente da ETAR de Alcanena, evitando assim a emissão de caudais e cargas poluentes para a linha de água da Ribeira do Carvalho.

O documento é constituído por 8 capítulos. Após este capítulo introdutório, o Capítulo 2 apresenta um enquadramento do sistema de Alcanena, incluindo a ETAR, os estudos previamente realizados e o contexto ambiental envolvente. O Capítulo 3 apresenta, resumidamente, o estado de arte das soluções de base natural com vista a maximizar a evapotranspiração. O Capítulo 4 descreve as Instalações Piloto, abordando tanto as suas características físicas como a plantação. O Capítulo 5 refere-se à exploração e monitorização da instalação piloto ao longo do período em análise. No Capítulo 6, são analisados os balanços hídricos de cada uma das unidades piloto. O Capítulo 7 é dedicado à aplicação das opções de base natural à afinação do efluente da ETAR. Por fim, no Capítulo 8 são apresentadas as principais conclusões e recomendações.





## 2. SISTEMA DE ALCANENA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DO SISTEMA DE DRENAGEM

Em termos sumários, o sistema de águas residuais de Alcanena inclui, as seguintes componentes principais, para além das redes de drenagem “em baixa”:

1. Sistema de Monsanto com uma extensão de emissários domésticos de 5148 m com 136 câmaras de visita, e de emissários de efluente industrial pré-tratado em 8768 m com 219 câmaras de visita.
2. Sistema de Vila Moreira com uma extensão de emissário doméstico de 3365 m com 69 câmaras de visita, e de emissários de efluente industrial pré-tratado com uma extensão total de 5413 m com 124 câmaras de visita.
3. Sistema de Gouxaria com uma extensão de emissários domésticos de 7234 m com 170 câmaras de visita e de emissários de efluente industrial pré-tratado em 11538 m com 263 câmaras de visita.
4. Uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), dispondo de tratamento terciário (lamas ativadas de média carga, com zonas anóxicas e remoção de azoto).

Para além destas componentes principais do sistema, existem várias obras ou componentes complementares, nomeadamente, o sistema de recuperação de crómio, designado por SIRECRO e o sistema de aterro sanitário de Alcanena.

### 2.2 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA ETAR

O projeto de execução da ETAR de Alcanena teve lugar em finais da década de 70 e início da década de 80, mas a entrada em funcionamento da ETAR só teve lugar em fevereiro de 1988, sob gestão de uma empresa privada, a LUSÁGUA, S.A. Na Figura 2.1 apresenta-se uma fotografia aérea da ETAR de Alcanena.



Figura 2.1. Fotografia aérea da ETAR de Alcanena.

As águas residuais urbanas e industriais de quase todo o concelho são conduzidas até à ETAR de Alcanena, que está dimensionada para tratar um caudal de 10 000 m<sup>3</sup> por dia, com uma carga orgânica equivalente a 400 000 habitantes, sendo que os caudais domésticos transportam cerca de 2,5% do total da carga orgânica afluyente à ETAR. Os efluentes a tratar são encaminhados para a estação de tratamento através de um sistema de drenagem separativo doméstico e de um sistema separativo industrial.

Pela análise dos gráficos conclui-se que, em média, a ETAR admite um caudal de 200 000 m<sup>3</sup>/mês, compatível com o seu caudal de dimensionamento, e que descarrega cerca de 170 000 m<sup>3</sup>/mês (5 600 m<sup>3</sup>/dia) de efluente tratado na linha de água. É também possível verificar que existe uma variabilidade temporal muito significativa, em termos de distribuição mensal, face aos períodos de chuva.

A ETAR, que ocupa uma área de 4 750 m<sup>2</sup>, dispõe de tratamento terciário (lamas ativadas de média carga, com zonas anóxicas e remoção de azoto) e apresenta as seguintes operações e processos de tratamento para as fases líquida e sólida:

- **Fase líquida** – elevação inicial, tamisação, desarenamento/desengordurador, equalização/homogeneização, tratamento biológico por lamas ativadas em dois estágios, incluindo tratamento físico-químico, decantação primária e secundária, microtamisação e descarga na Ribeira do Carvalho.
- **Fase sólida** – espessamento com duas unidades de desidratação mecânica com filtros prensa, após estabilização das lamas (a lama desidratada é misturada com cinza, cal e cimento (Calci)) com transporte a destino final para o Aterro Sanitário de Lamas.

Na Figura 2.2 apresentam-se fotografias de diversos órgãos pertencentes à fase líquida do tratamento de águas residuais na ETAR de Alcanena. Por sua vez, a Figura 2.3 ilustra os órgãos associados à fase sólida do tratamento.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 2.2. Fotografias da ETAR de Alcanena: a) desarenador; a) tanques de equalização/arejamento do 1º estágio; c) decantadores 1º estágio; d) tanques de lamas ativadas 2º estágio; e) decantadores 2º estágio; f) microfiltração.



a)



b)



c)



d)

Figura 2.3. Fotografias da ETAR de Alcanena: a) espessador gravítico; b) filtros prensa; c) sistema de adição de Calci; d) torres de absorção química

O efluente final da ETAR é lançado na Ribeira do Carvalho, afluente do rio Alviela, cujas nascentes são conhecidas por "Olhos de Água". A EPAL possui a captação dessa água desde 1880.

O rio Alviela tem um comprimento aproximado de 37 km e a sua bacia hidrográfica, com uma superfície de cerca de 327 km<sup>2</sup>, tem origem no Maciço Calcário Estremenho, formação cársica com aquíferos sensíveis a contaminação.

### 2.3 QUALIDADE DO ALFUENTE E EFLUENTE DA ETAR

No âmbito do Plano Estratégico de Alcanena (PE-AL), 2029-2021, e posteriormente, foram analisados os vários elementos disponíveis, constatando a significativa variabilidade temporal da qualidade da água, em termos nomeadamente de SST, CQO e CBO<sub>5</sub>, com impossibilidade de satisfazer os requisitos de descarga dos efluentes, com o atual sistema de tratamento.

As Figura 2.4 e Figura 2.5 ilustram, respetivamente, a evolução dos valores de SST, CBO<sub>5</sub>, CQO e de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no afluente, mais recentemente, entre janeiro e setembro de 2024. Os afluentes brutos apresentam concentrações extremamente elevadas, com valores de SST geralmente

entre 1 000 e 4 000 mg/L, CQO entre 3 000 e 6 000 mg/L, CBO5 entre 2 000 e 3 000 mg/L, e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> variando entre 100 e 150 mg/L.

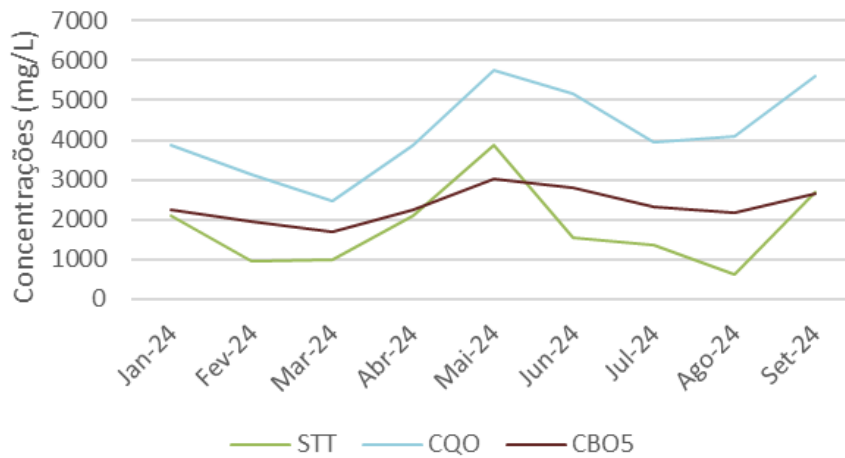


Figura 2.4. Evolução de SST, CBO5 e CQO das águas residuais afluentes à ETAR de Alcanena, entre janeiro de 2024 e setembro de 2024.

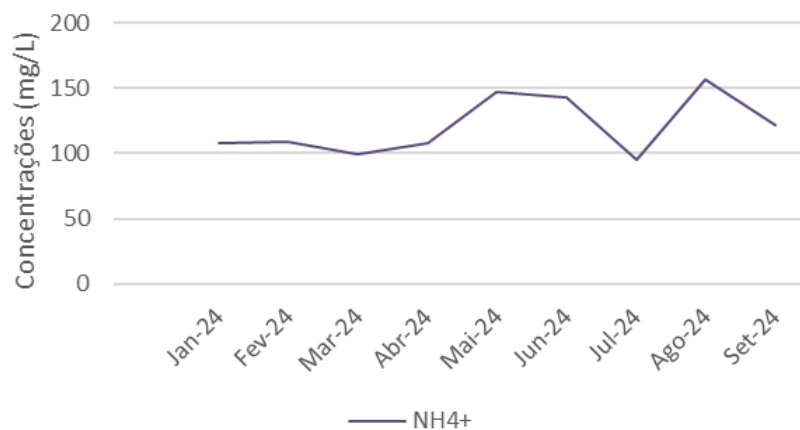


Figura 2.5. Evolução da concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nas águas residuais afluentes à ETAR de Alcanena, entre janeiro de 2024 e setembro de 2024.

No Quadro 2.1 apresentam-se os VMA (Valor Máximo Admissível) e os LWG (Certificação para a Indústria do Couro), bem como a média global de resultados em 2023 e 2024.

Quadro 2.1. Licença de rejeição - VMA.

Licença de rejeição - 2023/2024					
Parâmetro	VMA atual	VMA janeiro 2024	LWG	Média Global 2023	Média Global 2024
pH	6-9	6-9	--	7.4	7.8
SST	35 (28)	35 (28)	20.0	43.9	20.5
Sulfuretos	1.0	1.0	1.0	<0,1	<0,1
Crómio	2.0	1.6	<0,1	0.6	0.4
CQO	125(120)	125(120)	<120	227	180
CBO5	25.0	20.0	<15	13.8	15.6
Al	10.0	10.0	--	0.0	0.1
P total	--	1.6	2.0	2.5	2.4
N total	--	15.0	<15	72.1	56.4
NH4	10.0	8.0	6.0	<0,1	<0,1
Detergente	2.0	2.0	--	0.3	0.2
<i>E. coli</i>					

O facto de o número de conformidades permitido na licença ser muito baixo, não superior a 10-15%, em face do número total de amostras, faz com que os valores médios daqueles parâmetros tenham de ser, forçosamente, muito inferiores aos VMA para garantir a satisfação da legislação.

Na Figura 2.4 e Figura 2.5, apresentam-se, respetivamente, a evolução de SST, CBO<sub>5</sub> e CQO e, de N e P no efluente, entre janeiro de 2023 e agosto de 2024.

No Quadro 2.2 a Quadro 2.4 apresentam-se, respetivamente, a evolução desses parâmetros de qualidade no efluente ao longo do tempo, na forma tabelada.

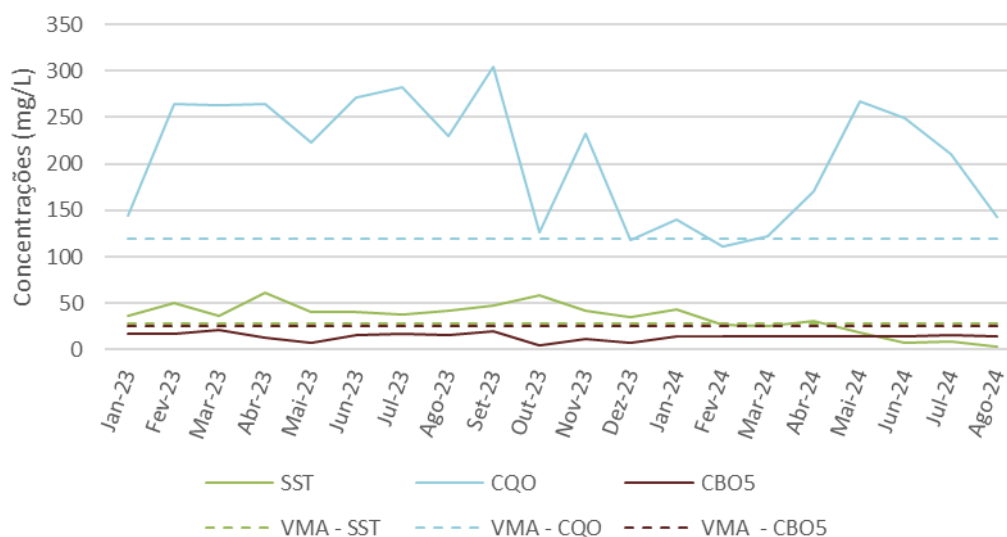


Figura 2.4. Evolução de SST, CBO<sub>5</sub> e CQO no efluente tratado entre janeiro de 2023 e agosto de 2024 (e limites VMA atuais, em período estival).

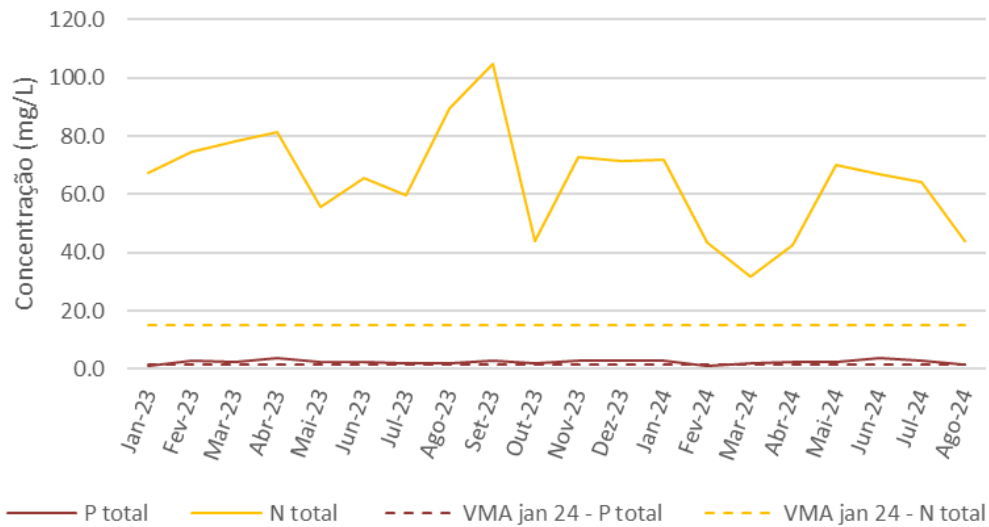


Figura 2.5. Evolução de P e N total no efluente tratado entre janeiro de 2023 e agosto de 2024 (e limites VMA de janeiro 2024, em período estival).

Quadro 2.2. Resultados de parâmetros de qualidade no efluente entre janeiro e junho de 2023.

Parâmetro	JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN	
	pH	7.7	8.0	7.4	7.8	7.3	8.0	7.6	7.8	8.0	7.9	7.7
SST	40	33	66	34	36	37	40	82	48	32	31	51
Sulfuretos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Crômio	1.2	1.5	1.7	1	0.8	0.6	0.8	1.0	0.3	0.1	0.5	0.5
CQO	152	138	288	240	254	273	307	221	193	253	264	278
CBO5	24	12	11	23	< 20	22	10	17	9	7	17	15
Al	0.061	0.07	0.05	0.05	0.03	0.01	0.04	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05
P total	0.8	1.6	3.6	2.5	1.8	2.7	2.8	4.4	3.1	2.0	2.5	2.3
N total	74.8	60.0	71.7	77.7	68.5	87.8	82.4	80.1	55.9	55.0	72.2	58.9
NH4	0.48	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17
Detergente	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0.02	2.00	0.20	0.2	0.1
<i>E. coli</i>												

Quadro 2.3. Resultados de parâmetros de qualidade no efluente entre julho e dezembro de 2023.

Parâmetro	JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ	
	pH	7.5	7.7	8.0	7.8	7.7	7.5	0.0	7.9	7.7	8.0	7.6
SST	25	50	55	28	47	47	0	118	63	30	33	33
Sulfuretos	< 0,1	0.2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0.0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Crômio	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.7	0.0	1.2	0.8	0.6	0.4	0.5
CQO	254	310	262	197	355	254	0	252	162	257	278	106
CBO5	16	19	14	19	19	21	0	9	16	12	8	6
Al	0.030	0.06	0.04	0.11	0.04	0.01	0.00	0.06	0.07	< 0,02	< 0,02	0.04
P total	1.7	2.6	2.5	1.3	2.7	2.6	0.0	3.6	2.7	3.2	3.0	1.7
N total	82.4	37.3	58.9	120.0	113.0	96.5	0.0	87.9	65.7	59.1	94.2	65.6
NH4	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,0	< 1,0	< 1,0	0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Detergente	0.10	0.70	0.10	0.1	0.50	0.20	0.00	0.40	0.33	0.17	0.36	0.1
<i>E. coli</i>												

Quadro 2.4. Resultados de parâmetros de qualidade no efluente entre janeiro e agosto de 2024.

Parâmetro	JAN			FEV			MAR			ABR			MAI			JUN			JUL			AGO		
pH	7,8	7,5	8,0	7,5	7,7	7,7	8,0	7,8	7,9	7,4	7,5	8,2	8,1	7,6	7,7	8,2	7,7	8,1	7,9	8,1	7,9			
SST	34	68	27	20	34	15	37	34	27	21	16	13	6	2	8	9	11	1	1	7	7			
Sulfuretos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Crómio	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
CQO	76	182	163	75	147	82	163	122	219	181	352	245	245	257	160	230	240	134	134	151	151			
CBO5	2	29	14	<14	<14	< 14	< 14	< 14	< 14	< 14	< 14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	< 14	< 14	< 14	< 14			
AI	< 0,02	0,06	0,03	0,02	0,04	0,02	0,09	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,10	0,10	0,13	<1,0	0,05	0,10	0,10	0,10			
P total	3,4	2,7	2,6	0,7	1,5	0,6	2,9	2,2	2,4	2,3	2,6	3,3	3,8	3,7	3,6	2,8	1,9	1,1	1,1	1,9	1,9			
N total	92,7	78,4	43,9	39,5	47,3	29,8	33,9	38,9	46,4	62,1	77,6	69,5	86,5	44,6	80,2	47,0	65,2	36,6	36,6	50,8	50,8			
NH4	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00			
Detergente	0,07	0,10	0,53	0,12	<0,02	0,04	0,24	0,09	0,11	0,10	0,54	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
E. coli	13 000	9800	3900	4900	650	1100	14000	2400	1800	290	2900	11000	8200	> 24000	1500,0	6500,0	24000,0	> 24000	> 24000	> 24000				

Os requisitos de descarga raramente são satisfeitos para qualquer dos parâmetros, ou seja, e referindo a médias mensais, a ETAR nunca cumpriu os limites impostos pela licença de descarga para os parâmetros de SST e CQO, sendo que para a CBO<sub>5</sub> e o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> apenas cumpriu muito pontualmente.

Cruzando os dados de concentração no afluente e efluente com as eficiências globais de tratamento, conclui-se que o cerne da problemática incide nas elevadas concentrações destes parâmetros no caudal admitido na ETAR. De facto, comparando valores típicos de um efluente doméstico em Portugal (800 mg/L para CQO, 350 mg/L para CBO<sub>5</sub> e 500 mg/L para SST), com as concentrações médias do afluente bruto à ETAR de Alcanena (doméstico e industrial) (cerca de 5 500 mg/L para a CQO, 3 000 mg/L para a CBO<sub>5</sub> e 2 600 mg/L para SST) verifica-se um agravamento de concentrações entre 500% a quase 1000%, relativamente a esgoto típico doméstico.

Esta disparidade de valores evidencia a forte componente industrial da massa líquida afluente à ETAR, também confirmada pela proporção entre o caudal afluente doméstico e o afluente industrial, da ordem de 1 para 5. As indústrias locais, em que predominam os curtumes, são indústrias que produzem efluentes com cargas poluentes muito elevadas e de limitada biodegradabilidade.

À data, o tratamento efetuado na ETAR de Alcanena não é suficiente para cumprir os VLE impostos pela licença de descarga. No sentido de inverter essa tendência, tornou-se necessário estudar, para além de outras intervenções, uma etapa complementar de tratamento terciário/quaternário, para afinação do efluente.

Em conformidade com as recomendações do Plano Estratégico, para a evolução do sistema de saneamento Alcanena, foram realizadas as intervenções prioritárias seguintes:

- **Reabilitação da obra de entrada de efluentes (Parafusos de Arquimedes).**
- **Sistema de controlo de sulfuretos nos 3 emissários, com objetivo de reduzir odores ofensivos e melhorar o tratamento na ETAR.**
- **Cobertura dos tanques de homogeneização e sistemas de extração de gases, para controlo da libertação de odores.**

- **Sistema de injeção de oxigénio líquido para uma oxidação mais eficiente do efluente.**
- **Estudos piloto para afinação final do efluente, nomeadamente, ozonização, sistema MBR, eletrocoagulação e leito de macrófitas.**
- **Estudo-solução de filtragem para afinação do efluente final através de meio filtrante (vidro ionizado) para remoção de sólidos suspensos totais e assegurar o cumprimento da Licença de Rejeição.**
- **Investimentos complementares, incluindo a aquisição de equipamentos para o tanque de reserva da ETAR, sistemas de medição e controlo, infraestruturas elétricas, novo software de gestão laboratorial, bem como automatismos de controlo e comando.**

Os principais objetivos estratégicos do Plano foram, nomeadamente: garantir o cumprimento dos limites estabelecidos na Licença de Rejeição para o efluente final na ETAR de Alcanena, assegurar o controlo eficaz de sulfuretos e de odores ofensivos, e mitigar aflúências indevidas ao sistema de tratamento. O investimento para a concretização de parte desses objetivos foi de cerca de 5.0 M €.

O tratamento terciário de afinação tem como objetivo a remoção de poluentes que se mantêm no efluente após terem passado pelas fases de tratamento anteriores em concentrações acima das desejáveis, como partículas dificilmente decantáveis, microrganismos patogénicos, nutrientes, como azoto e fósforo, ou outros compostos, como herbicidas ou pesticidas. A afinação do efluente final permite não só que este garanta as condições necessárias para ser descarregado no meio recetor, como permite a sua reutilização para fins compatíveis.

Tendo em consideração os parâmetros cujos VLE não são atualmente cumpridos na descarga da ETAR de Alcanena, consideraram-se processos de tratamento terciário que permitissem a remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos bem como azoto total e *E.Coli*, tais como a decantação assistida com reagentes e/ou processos de membranas, soluções de base natural (e.g., híbridas com lagoas e plantas macrófitas), ou com recurso a ozono e eletrocoagulação, e desinfecção posterior.

Relativamente à situação antes das intervenções, 2019, 4 a 5 anos depois, a análise de resultados mostra uma evolução significativa, sobretudo em termos de remoção de Sólidos Suspensos Totais (SST) e CBO<sub>5</sub>, mas que ainda não garantem a satisfação de nova licença, em termos da CQO e *E.Coli*, (prevista entrar em vigor em 2025)

A ter também em conta, os requisitos da nova Diretiva das Águas Residuais Urbanas (DARU), aprovada no Conselho a 5 de novembro de 2024, e que entrou em vigor em 01 de janeiro de 2025. Essa nova Diretiva é muito exigente em termos de remoção de nutrientes (0.5 mg/l e 6 mg/l, nomeadamente para P e N) e de tratamento quaternário (remoção de micropoluentes orgânicos, para populações equivalentes servidas superiores a 150 000 e.p. ou superiores a

10 000 e.p, que descarreguem para zonas de risco). O intervalo para aplicação da Diretiva terá lugar entre 2025 e 2045, com metas parcelares.

Resumidamente, entre os aspetos relevantes da nova Diretiva, com impacto futuro no sistema de saneamento em Alcanena, incluem-se os seguintes:

- 1- Redução, na generalidade, dos riscos de poluição de meios recetores, com alargamento do princípio do tratamento mínimo de nível secundário a sistemas que sirvam mais de 1000 e.p (2000 e.p na anterior Diretiva);
- 2- **Redução da poluição por nutrientes**, com requisitos mais exigentes para os limites de emissão dos parâmetros fósforo total (0,5 mg/l) e azoto total (6 mg/l), e que se devem agora aplicar aos sistemas que sirvam mais de 150 000 e.p. independentemente do meio recetor, e àqueles que sirvam mais de 10 000 e.p. e que descarreguem para zonas sensíveis, em termos de risco de eutrofização (Zonas sensíveis a definir pela Entidade Licenciadora (APA))
- 3- **Controlo da poluição por excedentes** (“overflows”) de sistemas unitários, pseudo-separativos ou de separativos pluviais, para bacias de mais de 100 000 e.p, por forma a carga poluente não exceder 2% da carga total poluente anual ( indicador de referência, não vinculativo).
- 4- **Redução de poluição por micro-poluentes orgânicos**, através de exigência da eficiência global de remoção de pelo menos 80%, para 6 desses compostos (produtos da indústria farmacêutica e cosmética), para os sistemas que servem mais de 150 000 e.p., ou sirvam mais de 10 000 e.p., e que descarreguem para meios recetores de risco. Zonas de risco a definir pela APA (2028)
- 5- **Objetivo de neutralidade carbónica a nível nacional** (ETAR > 10 000 e.p.).
- 6- **Responsabilidade alargada ao produtor** (com financiamento de 80 % de todos os encargos do tratamento quaternário, pela Indústria farmacêutica e cosmética).

No Quadro seguinte apresentam-se, resumidamente, os requisitos da nova Diretiva (DARU)

## Quadro – Requisitos da Nova Diretiva de Águas Residuais Urbanas (DARU)

Directiva WWTD-Aprovada em reunião do Conselho de 5 de novembro de 2024 ( 4 D )							
Domínio/datas	2025/2030	2030/2035	2035/2040	2040/2045		Observações	
Controlo de qualidade de excedentes ("overflows")	Monitorização em vigor. Identificação de zonas de risco, para 10 000 a 100 000, em 2028. Controlo 2% do total tempo seco ( processos equivalentes) objetivo não vinculativo	Planos integrados de gestão de AR para aglomerados > 100 000 e.p. em 2033 ( conteúdo definido)	e Planos integrados concretizados para aglomerados > 100 000 e.p., em 2039 ( conteúdo definido)	Meta satisfeita ( tendencialmente 2% de carga poluente em TS na ETAR) para todos os aglomerados > 10.000 e.p.(áreas de risco) , em 2045.		Planos devem incluir reserva, infiltração e pre-tratamento, para controlo das cargas	Muitas exigências de monitorização Redução e mais omissivos
Sistemas de tratamento individuais ( STI)(até 1000 e.p)(d >10 a 25 e.p/ha)	Inspeções regulares em todos os Estado Membro (EM) e apresentação de relatórios para EM com elevado nº de STI	Entrada em vigor de legislação da UE para STI					
Agglomerados de pequenas dimensões(1000 a 2000)	Definição de novos valores- limite de des carga (de tratamento secundario) para aglomerados populacionais com > 1000 e.p.(sistemas centralizados)	Todos os aglomerados > 1.000 a 2000 p.e. devem satisfazer os valores limite de des carga, em 2035 ( com derrogações, para Países, clima frio, e ultraperifericas)			Densidade > 10 a 25 hab./há ( não disperso)	Derrogação de data para TS para PE entre 1250 e 2000 ep, se justificado, ou se garantir ( NBS etc) o mesmo nível de tratamento.	
T tratamento secundário e Tratamento terciário -Controlo de nutrientes (azoto e fósforo)	Identificação de zonas de risco a eutrofização, em 2027 Remoção de N (80%:10 mg/l ou 8 mg/l, conforme > 10 000 ou 150 000 ep) e/ou P (87,5% ou 90% : 1 ou 0,5 mg/l)	Em 2033, meta intercalar( 30%) para remoção de N e P em ETAR > 150 000 p.e. e de (20%) para ETAR > 10 000 p.e. em zona sensível (ZS)	Meta intercalar( 70%) para remoção de N e P em ETAR > 150 000 p.e em 2036, e 100% em 2039. Para ETAR > 10 000 e.p-em zonas de risco, 30%: 2036 e 60%-2039.	Cumprimento a 100%, em 2045, com derrogações	Recuperação de fósforo e azoto-circularidade de nutrientes. Requisitos mínimos de recuperação. Em casos justificados, se o efluente for reutilizado em agricultura, o TT pode não se aplicar a essa fracção (derrogação).	Derrogação justificada e aceite de TSec (e TTer), se tiver lugar a des carga em águas profundas com diluição/dispersão (< 150 000 ep) ou regiões ultraperifericas	>2000 aplica-se TS. Para Pop entre 2000-10 000, a des carregar para oceano, data limite passa a cumprimento para para 2035
Controlo de Micropoluentes (farmacêuticos, cosméticos- tratamento quaternário)	Implementação, com responsabilidade alargada do produtor 80% custos Identificação de área de risco em 2030	Meta intercalar (20% em 2033) para instalações acima de 150 000 p. e 10%, em 2033, para >10 000 .	Cumprimento pelas ETAR > 150 000 e.p. e satisfação das metas intercalares, 60%, em 2039, para as áreas "em risco", em 2035	Todas as ETAR >150 000 e >10 000 a des carregar para zonas em risco devem dispor de tratamento avançado, ate 2045			
Neutralidade Energética	Implementação de auditorias energéticas para as ETAR e sistemas acima de 100 000 e.p. e de 10 000 e.p., respetivamente em 2028 e 2032	satisfeita da meta intercalar de neutralidade carbonica (20%, 40%,) em 2030 e 2035	Satisfeita as metas intercalares para efeitos de neutralidade energética( 40% e 70%) em 2035 e 2040	100% em 2045.	Produção de energia on site ou off site.Possibilidade de aquisição até 30%, fora do setor, até 2045, perante certas condições justificadas pelas auditorias		
Responsabilidade Alargada do Produtor	Princípio de Responsabilidade Alargada ao Produtor para cobertura de custos adicionais associados ao Tratamento Quaternário				Exceções a aplicação da RAP ( se tiver lugar baixa produção, 1 ton/ano ou se se demonstrar que biodegrada)		

## 2.4 ENQUADRAMENTO AMBIENTAL

### 2.4.1 DADOS CLIMÁTICOS

O concelho de Alcanena situa-se, do ponto de vista Climatológico, na barreira de condensação Montejunto-Estrela, constituída por várias serras - incluindo a Serra dos Candeeiros e a Serra de Aire. A análise climática da área em estudo indica que se trata de uma região com clima temperado, moderadamente chuvoso e seco, onde o défice de água no verão é grande e a eficácia térmica é nula ou pequena. As Figuras seguintes (Figura 2.6 a 2.11) apresentam uma caracterização climática de Alcanena com base em diversos parâmetros, registados pela estação meteorológica local entre outubro de 2023 e setembro de 2024.

No que diz respeito aos contrastes térmicos, a temperatura mais elevada foi registada no verão, entre junho e julho, com uma temperatura média máxima próxima de 24°C. No inverno, as temperaturas mínimas médias atingiram cerca de 10°C, em dezembro de 2023. A radiação solar

segiu um padrão semelhante ao da temperatura, com picos no verão, chegando a 6 000 W/m<sup>2</sup>, e mínimos no inverno, abaixo de 2 000 W/m<sup>2</sup>. A humidade relativa, por sua vez, mostrou um comportamento inverso, com máximos entre novembro de 2023 e janeiro de 2024, atingindo 94%, e mínimos médios entre abril e setembro de 2024, situando-se em 68%. A velocidade do vento apresentou uma tendência de aumento contínuo, passando de 0.7 m/s em dezembro de 2023 para 2.6 m/s em agosto de 2024.

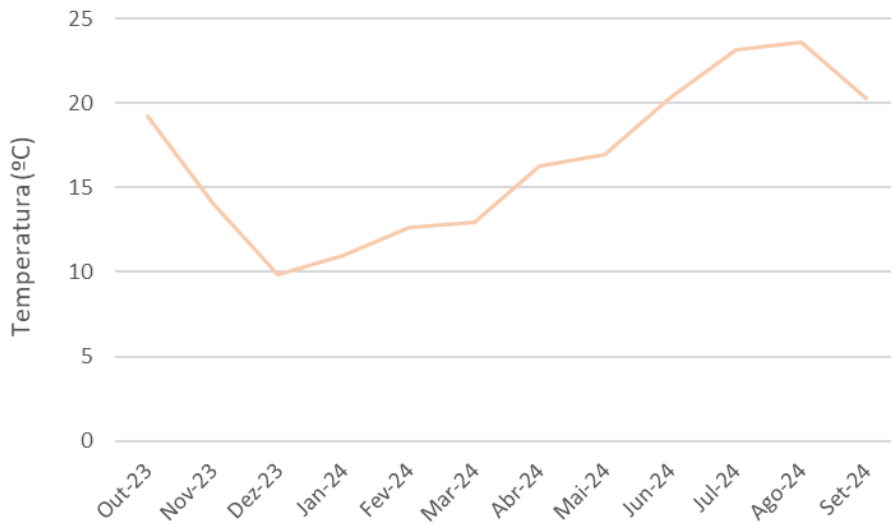


Figura 2.6. Evolução da temperatura em Alcanena entre outubro de 2023 e setembro de 2024.

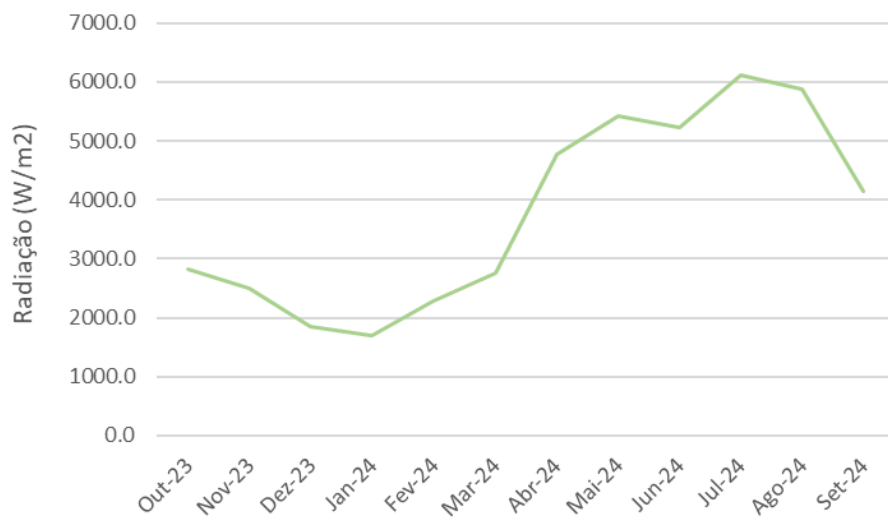


Figura 2.7. Evolução da temperatura em Alcanena entre outubro de 2023 e setembro de 2024.

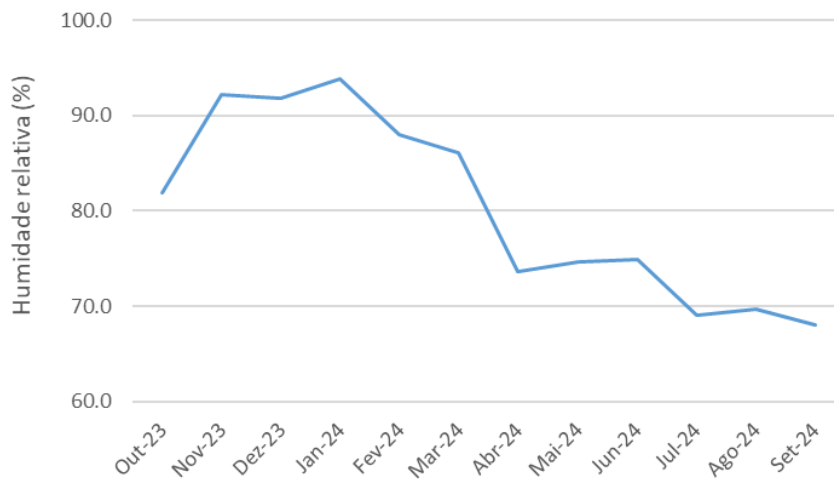


Figura 2.8. Evolução da umidade relativa em Alcanena entre outubro de 2023 e setembro de 2024.

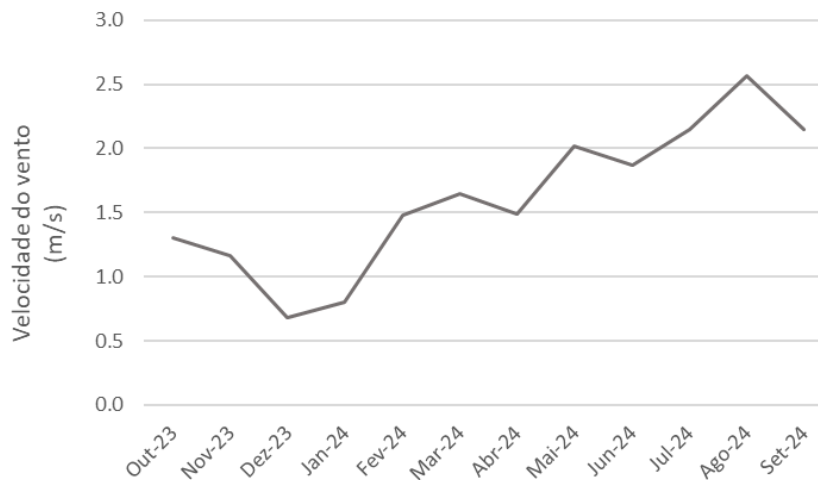


Figura 2.9. Evolução da velocidade do vento em Alcanena entre outubro de 2023 e setembro de 2024.

### 2.4.2 RESULTADOS ANALÍTICOS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Com o intuito de detetar eventuais fugas de lixiviados resultantes do aterro, encontra-se a operar uma rede de monitorização de águas subterrâneas definida pelo Instituto da Água, constituída por vários pontos de recolha de água, em piezómetros, furos e poços.

As amostras de água são recolhidas de forma pontual, com uma frequência que pode variar entre mensal, semestral ou anual, dependendo dos parâmetros de análise. Para este projeto, optou-se por apresentar os resultados de quatro pontos de monitorização específicos. As características detalhadas desses pontos encontram-se no Quadro 2.5, e a localização é indicada na planta da Figura 2.6.

Quadro 2.5. Nomenclatura e localização dos pontos de amostragem, de acordo com classificação do INAG e amostragem AQUANENA.

Amostragem Aquanena	Numeração INAG	Coordenadas	Tipologia	Descrição do local	Profundidade (m)
3	329/271	39°26'58''N 8°40'07''W	Poço	Imediatamente a montante da ETAR	8
4	329/269 (RLA 1)	39°26'50''N 8°40'05''W	Furo	Abastecimento da ETAR	301
6	329/268 (INAG 5)	39°26'47''N 8°40'10''W	Piezômetro (nível piezométrico de 4.9 m)	Imediatamente a jusante da ETAR	17
10	329/267 (INAG 4)	39°26'42''N 8°39'58''W	Furo	Rega de taludes e jardins – estrada de acesso ao aterro de resíduos	184



Figura 2.6. Localização no terreno dos pontos de recolha de águas subterrâneas.

Os resultados das análises para pH, temperatura, condutividade elétrica, concentração de crómio VI e concentração de nitratos encontram-se nas figuras seguintes (Figura 2.7 a Figura 2.11). É importante destacar que, para as concentrações de Crómio VI e nitratos, os limites de

quantificação, que variam conforme o mês, estão assinalados nos gráficos, sendo os valores abaixo desse limite considerados como tal.

Os valores de pH nos diferentes pontos apresentam comportamentos semelhantes, variando entre 6.7 e 7.9, com uma média de 7.3. Apesar das flutuações moderadas, os pontos permanecem num intervalo neutro.

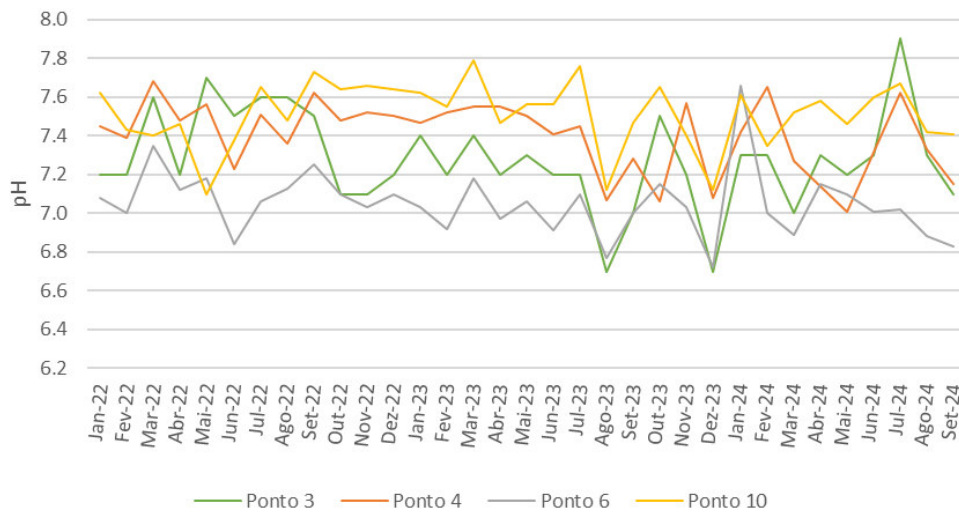


Figura 2.7. Evolução mensal do pH das águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.

Em relação à temperatura, os valores nos diferentes pontos mostram comportamentos semelhantes, variando entre 15.5°C e 26.2°C, com uma média de aproximadamente 20°C. Observam-se variações sazonais típicas, com picos de temperatura durante o verão, especialmente nos meses de junho, julho, agosto e setembro.

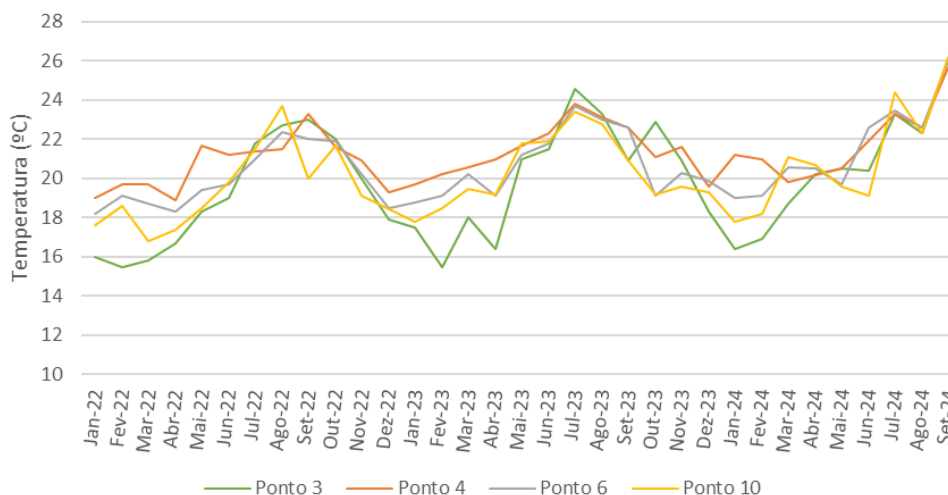


Figura 2.8. Evolução mensal da temperatura das águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.

A condutividade elétrica apresenta uma variabilidade considerável entre os diferentes pontos de amostragem, com uma média geral próxima de 1 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O Ponto 6 destaca-se com os níveis mais elevados e de forma constante, atingindo valores superiores a 1 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando uma possível maior concentração de sais dissolvidos ou poluentes. Por outro lado, os Pontos 4 e 10 mostram, em geral, níveis de condutividade mais baixos, em torno de 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , embora com algumas exceções pontuais de variação.

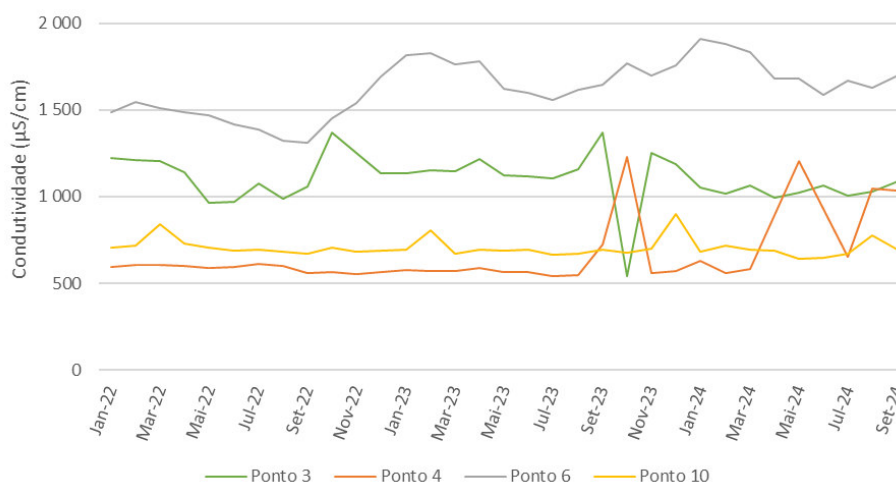


Figura 2.9. Evolução mensal da condutividade das águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.

Relativamente à concentração de Crómio VI, foi estabelecido um limite de quantificação de 0.01 mg/L para as amostras recolhidas em outubro de 2023 e abril de 2024. O Ponto 10, que está localizado mais distante da ETAR de Alcanena, apresenta uma concentração inicial quase

atingindo 0.05 mg/L em outubro de 2022. No entanto, após abril de 2023, os valores caem significativamente para níveis abaixo do limite de quantificação. O Ponto 6 mostra uma tendência semelhante, com concentrações iniciais de cerca de 0.030 mg/L, mas após abril de 2023 também apresenta uma queda acentuada para o limite de quantificação. Já os Pontos 3 e 4, que estão bastante próximos da ETAR, mantêm concentrações consistentemente baixas e estáveis, próximas ou abaixo do limite de quantificação ao longo do período analisado.

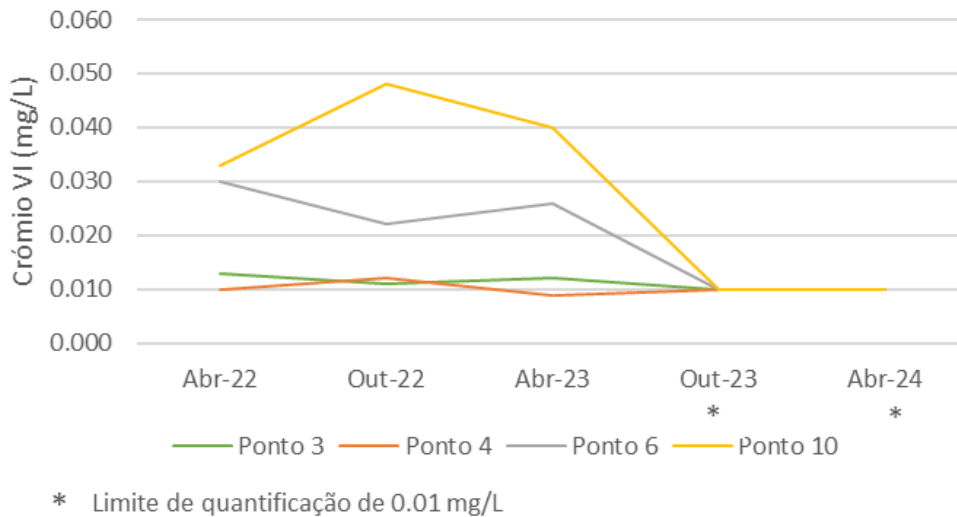
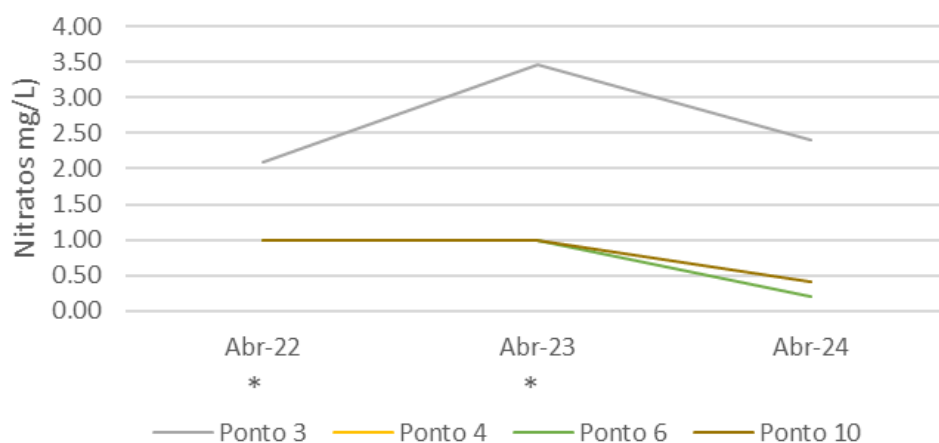


Figura 2.10. Evolução semestral da concentração de Crómio VI nas águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.

Para a concentração de nitratos nas águas subterrâneas, foi estabelecido um limite de quantificação de 1.0 mg/L para as amostras recolhidas em abril de 2022 e abril de 2023. O Ponto 6 apresenta concentrações significativamente mais elevadas, variando entre 2.00 mg/L e 3.5 mg/L, indicando uma possível fonte de contaminação. Em contraste, os Pontos 3, 4 e 10 mostram

concentrações de nitratos significativamente inferiores às observadas no Ponto 6, sempre abaixo do limite de quantificação de 1.00 mg/L.



\* Limite de quantificação de 1.0 mg/L

Figura 2.11. Evolução semestral da concentração de nitratos nas águas subterrâneas captadas em Alcanena entre janeiro de 2022 e setembro de 2024.

### 2.4.3 RESULTADOS ANALÍTICOS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Adicionalmente, está implementado um Programa de Monitorização das águas superficiais na área circundante à ETAR, na ribeira do carvalho. No Quadro 2.6 e na Figura 2.12 são apresentadas, respetivamente, as características e a localização de quatro pontos de recolha de amostras. Os pontos 5, 7, e 8 encontram-se situados nas linhas de água que afluem ao rio Alviela, sendo que o Ponto 9 está localizado ao longo do próprio curso do rio.

Quadro 2.6. Nomenclatura dos pontos de amostragem das águas superficiais.

Pontos de amostragem	Coordenadas	Localização
5	39°27'24"N 8°40'18"W	Ribeira de Vila Moreira - Alcanena
7	39°26'47"N 8°40'07"W	Ribeira do Carvalho – jusante da ETAR
8	39°26'23"N 8°40'03"W	Ribeira do Carvalho – jusante do Sistema de Tratamento de Alcanena
9	39°26'43"N 8°42'42"W	Nascentes do Rio Alviela

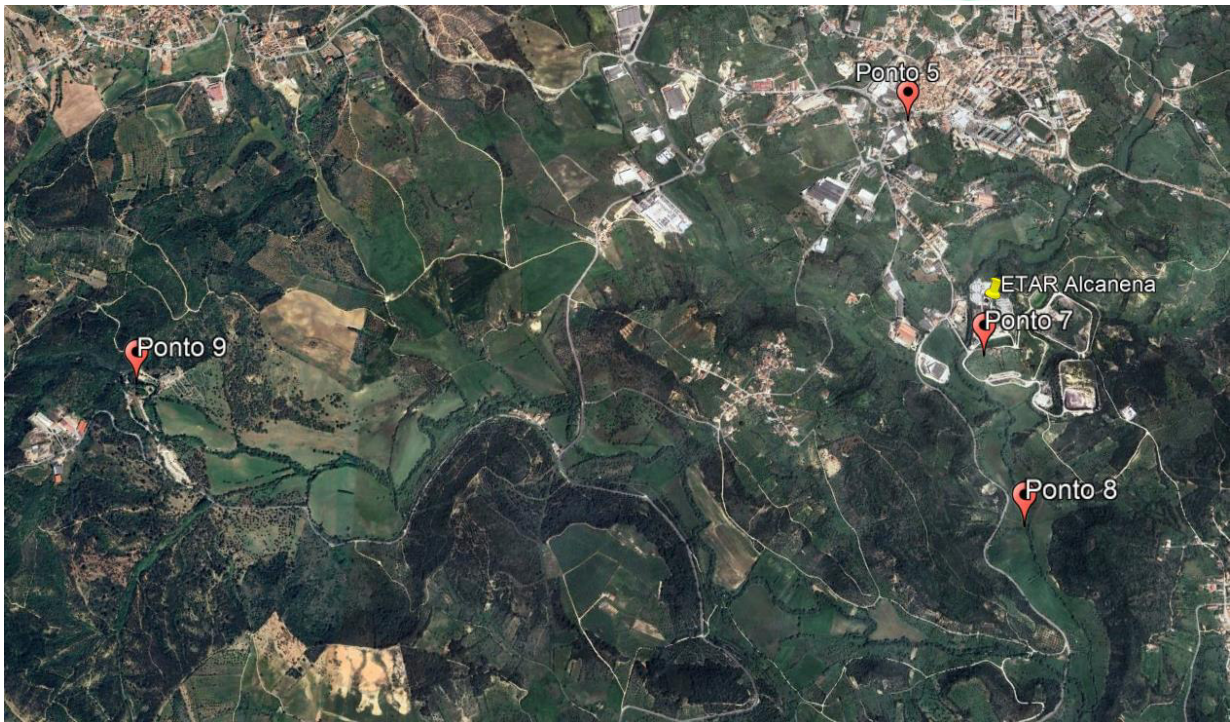


Figura 2.12. Localização no terreno dos pontos de recolha das águas superficiais.

Os resultados das análises para pH, temperatura, condutividade elétrica, Crómio VI e nitratos encontram-se nas figuras seguintes (Figura 2.13 a Figura 2.16). Tal como na análise das águas subterrâneas, para as concentrações de crómio VI e nitratos, os limites de quantificação, que variam conforme o mês, estão assinalados nos gráficos, sendo os valores abaixo desse limite considerados como tal.

Em relação ao pH, os valores nos diferentes pontos apresentam comportamentos semelhantes, variando entre 7.0 e 8.2, com uma média de 7.7. Apesar das flutuações moderadas, os pontos permanecem num intervalo neutro.

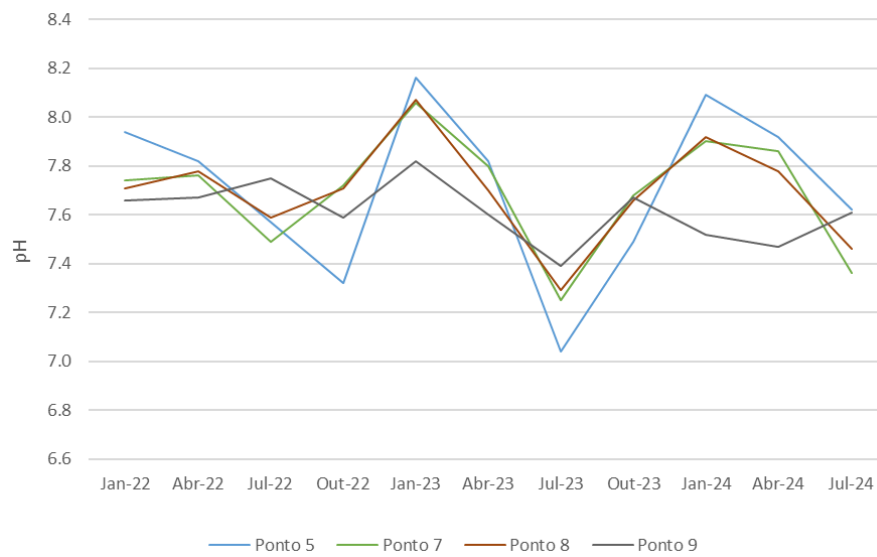


Figura 2.13. Evolução trimestral do pH das águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024.

Os valores de temperatura apresentam comportamentos bastante semelhantes nos quatro pontos, oscilando entre 9.7°C e 23.3°C, com uma média de 22°C. Observam-se variações sazonais típicas, com picos de temperatura durante o verão, especialmente nos meses de julho.

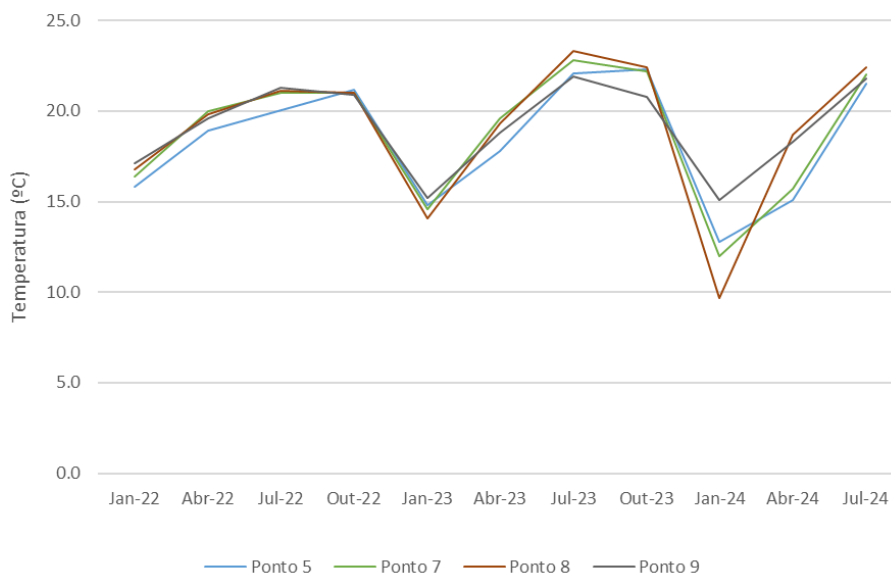


Figura 2.18. Evolução trimestral da temperatura das águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024.

Em relação à condutividade, os Pontos 7 e 8 apresentam comportamentos muito semelhantes, com flutuações significativas. Ambos atingem picos superiores a 12 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e mínimos a cerca de 1 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sugerindo uma maior presença de sólidos dissolvidos. Por outro lado, os Pontos 5 e 9 também exibem comportamentos semelhantes entre si, mas com níveis de

condutividade muito baixos e estáveis, em torno de 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estes valores indicam uma baixa salinidade e uma quantidade reduzida de sólidos dissolvidos.

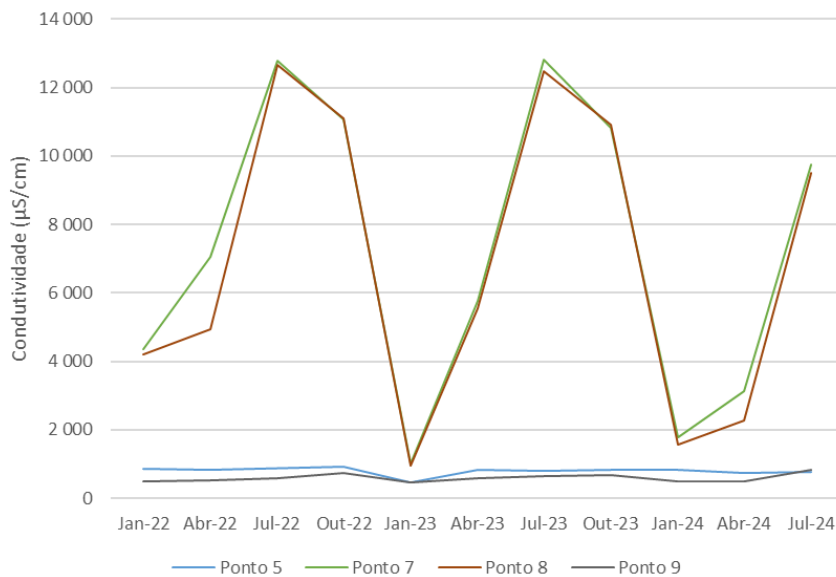


Figura 2.14. Evolução trimestral da condutividade das águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024.

As concentrações de Crómio VI nas águas recolhidas ao longo do ano apresentam diferentes limites de quantificação, conforme indicado no gráfico. Os Pontos 5 e 9 exibem concentrações constantes e baixas, próximas aos limites de quantificação, sem grandes variações ao longo do tempo. Em contraste, os Pontos 7 e 8 mostram grandes oscilações nas concentrações de Crómio VI. Inicialmente, observa-se um aumento acentuado entre janeiro e outubro de 2022, com os níveis a ultrapassarem os 0.35 mg/L. Posteriormente, em janeiro de 2023, verifica-se uma queda abrupta para 0.02 mg/L, seguida de pequenas flutuações. Ambos os pontos se mantêm consistentemente abaixo do limite de 0.1 mg/L entre janeiro e julho de 2024.

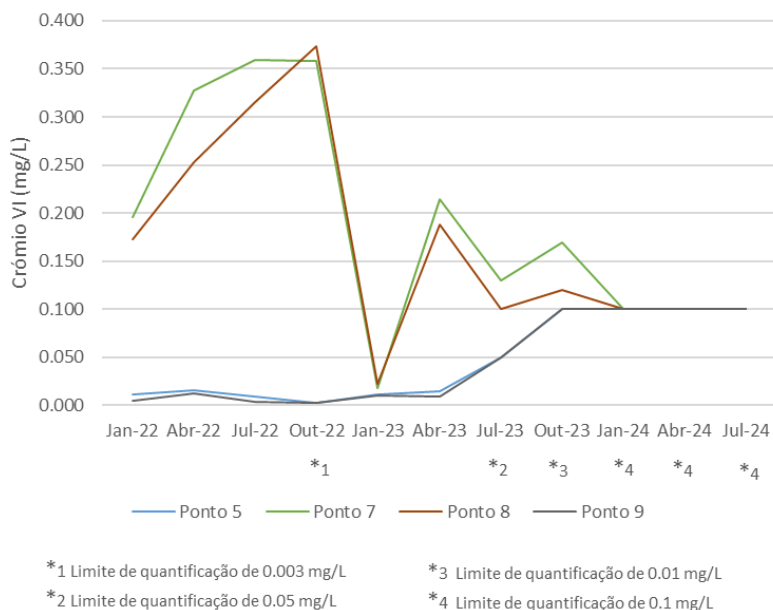


Figura 2.15. Evolução trimestral da concentração de Crômio VI nas águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024.

Relativamente às concentrações de nitratos nas águas subterrâneas, estas seguem tendências semelhantes às observadas para o Crômio VI. Os Pontos 5 e 9 apresentam concentrações baixas e estáveis, geralmente abaixo de 10 mg/L ou próximas desse valor. Por outro lado, os Pontos 7 e 8 exibem concentrações significativamente mais elevadas, com picos superiores a 35 mg/L. No entanto, assim como no caso do Crômio VI, há uma queda acentuada nas concentrações entre outubro de 2022 e janeiro de 2023. Novos picos ocorrem em abril e outubro de 2023.

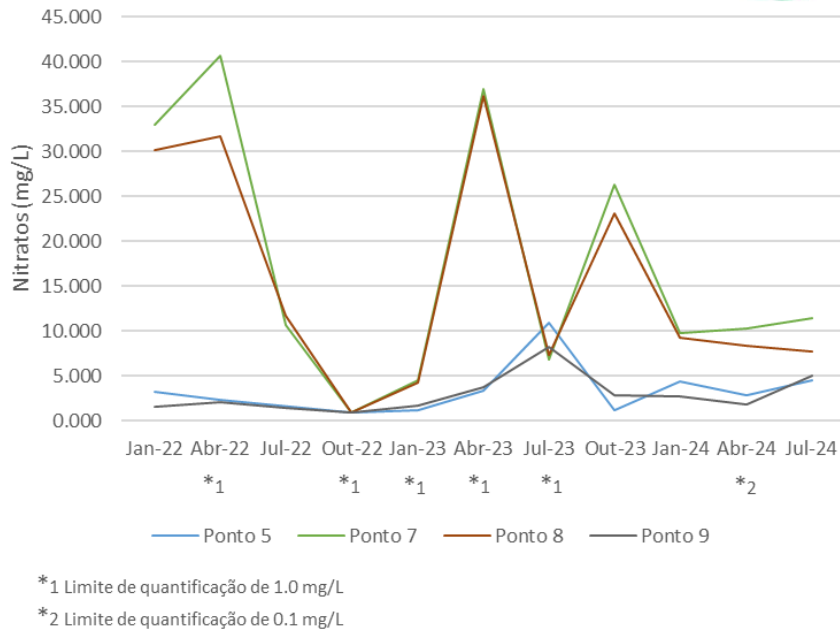


Figura 2.16. Evolução trimestral da concentração de nitratos nas águas superficiais captadas entre janeiro de 2022 e julho de 2024.

## 2.5 ESTUDOS DESENVOLVIDOS E PERSPECTIVAS DE EVOLUÇÃO

O desenvolvimento do Plano Estratégico para a Evolução do Sistema de Saneamento de Alcanena decorreu entre janeiro 2020 e fevereiro 2021.

A prestação de serviços da HIDRA, Hidráulica e Ambiente, Lda., incluiu a avaliação do controlo na origem das aflúncias indevidas ao sistema, nomeadamente de origem pluvial, a avaliação da qualidade de água residual no interior do sistema de drenagem, nomeadamente do ponto de vista da evolução e controlo da concentração dos sulfuretos dissolvidos e de gás sulfídrico, da avaliação do desempenho ambiental da ETAR, e da gestão integrada do sistema conjunto Coletor-ETAR. O objetivo principal desta prestação de serviços foi o desenvolvimento de um Plano Estratégico de evolução do sistema de saneamento de Alcanena de curto, médio e longo prazo, com identificação de medidas prioritárias e complementares que permitissem assegurar, com riscos mínimos, a satisfação das condições legais de descarga de efluentes do sistema de tratamento no meio recetor, formulado com base em conhecimento real de campo (programas de monitorização) e simulação de quantidade e qualidade de aflúncias com modelos pré-calibrados.

Constituíram ainda objetivos importantes dessa consultoria, o desenvolvimento e implementação de modelos de simulação hidráulica (baseados no SWMM) e ambiental (AEROSEPT) do sistema de drenagem industrial, para apoiar as decisões de intervenção e de gestão, a elaboração do projeto de algumas intervenções consideradas prioritárias, nomeadamente:

- a) A reabilitação das estações de monitorização e de controlo de sulfuretos;
- b) A remodelação da obra de entrada da ETAR;
- c) A cobertura de órgãos e reforço da capacidade de tratamento e controlo de odores na ETAR.

Nos estudos anteriores previram-se ainda intervenções estruturantes da fase líquida, baseadas no reforço do tratamento físico-químico e/ou biomembranas, com recurso a ozonização e/ou carvão ativado.

Mas estas intervenções, para serem credíveis do ponto de vista do cumprimento da legislação, atual e futura, resultam em custos, sobretudo de operação e manutenção, especialmente penalizadores. As exigências futuras respeitam nomeadamente a desinfecção e o tratamento quaternário, com remoção de micro-poluentes (da indústria farmacêutica e cosmética), previstas em sede da nova DARU, já aprovada no Parlamento Europeu.

Nesse sentido entendeu-se, em 2024, explorar de forma mais profunda e detalhada o recurso a soluções de base natural para controlo do efluente final da ETAR, reduzindo e flexibilizando, assim, as exigências de depuração na atual ETAR.

**O conceito geral foi o de procurar, através desse tipo de soluções, reduzir as cargas poluentes, reduzindo simultaneamente, e de forma significativa, o caudal total, bem como as concentrações de poluentes, tendencialmente, numa abordagem do tipo “zero discharge” (ou seja, com leitos de macrófitas ou plataformas de evapotranspiração do tipo “willows”- salgueiros ou choupos, para maximizar a evapotranspiração), enquanto a matriz de solo e raízes promovem a filtração, a retenção e a captação de matéria orgânica e nutrientes, azoto e fósforo.**

**Este estudo tem uma componente relevante de inovação e investigação aplicada, com ensaios *in situ* e exploração de unidades piloto, por forma a garantir o desempenho da solução proposta, à escala protótipo. Tal exige um estudo prolongado de cariz fundamentalmente climático, baseado em dados e resultados hidrológicos (avaliação de balanços hídricos e de taxas de infiltração e evapotranspiração) ao longo do tempo.**

Já anteriormente, a Aquanena tinha avaliado as condições de afinação do efluente final da ETAR por leitos de macrófitas, explorando unidades piloto na própria ETAR. Para esta instalação, a AQUANENA instalou quatro leitos “piloto” em paralelo, com as dimensões apresentadas no Quadro 2.7, mas sem intuito de maximizar a evapotranspiração.

Quadro 2.7 - Características do tanque da instalação piloto.

Caraterísticas	Valor
Tanque (CxLxH cm)	110x68x57
Área superficial (m <sup>2</sup> )	0.748
Altura da caixa (m)	0.57
Altura da gravilha (m)	0.35
Altura de AR a partir do fundo (m)	0.3
Porosidade do meio (%)	33
Volume de AR (l)	74.1

O meio de enchimento foi gravilha de granulometria de 4-8 mm (gravilha do tipo APAH 4), com uma densidade das plantas entre 35 e 40 plantas/m<sup>2</sup> de *Phragmites australis* para 3 unidades, sendo a 4<sup>a</sup> unidade plantada com *Typha latifolia*. Foi instalado um tubo PVC previamente perfurado no interior do leito, de modo a permitir amostragem e posterior a análise de parâmetros de qualidade da massa líquida (temperatura, condutividade, pH e potencial redox).

Foi assumida uma carga mássica típica, de 30 kg/hab·dia para a CBO<sub>5</sub> (Kadlec and Wallace, 2009) ou uma carga de 200 kg/hab·dia para a CQO (Albuquerque et al., 2008). Propôs-se um valor de referência de caudal de 40 L/dia, resultando num tempo de residência hidráulico no leito de aproximadamente 1.8 dias. Os 40 L/dia podem ser aplicados de forma aproximadamente contínua, com alimentação a partir de uma mangueira com torneira semi-aberta, ou de forma intermitente, por exemplo, com alimentação quatro vezes por dia, 10 L por cada aplicação, ou duas vezes por dia, cada uma de 20 L.

Foi ainda prevista a exploração de várias cargas hidráulicas, ou menores que o valor de referência, por exemplo 20 L/dia, ou superiores, 60 L/dia, assegurando tempos diferentes de residência hidráulica e diferentes desempenhos dos leitos, em termos de taxas de remoção de matéria orgânica.

De acordo com a informação disponibilizada pela AQUANENA, no início do mês de julho de 2020 foi concluída a implantação da instalação piloto de acordo com o apresentado na Figura 2.17. Os tanques numerados de 1 a 4 correspondem, respetivamente, aos caudais de 20, 40, 60 e 40 L/d. O quarto leito, identificado com o número 4, está, como referido anteriormente, plantado com a espécie *Typha latifolia* e um caudal de 40 litros por dia.

Tal como sugerido, foi realizada uma monitorização diária e recolha de amostras individuais à saída de cada leito duas vezes por semana (pH, CQO e SST).



Figura 2.17. Instalação piloto de unidades de macrófitas na ETAR de Alcanena.

Na Figura 2.18 apresentam-se os dados de exploração da estação piloto, no que diz respeito à CQO e SST, respetivamente.

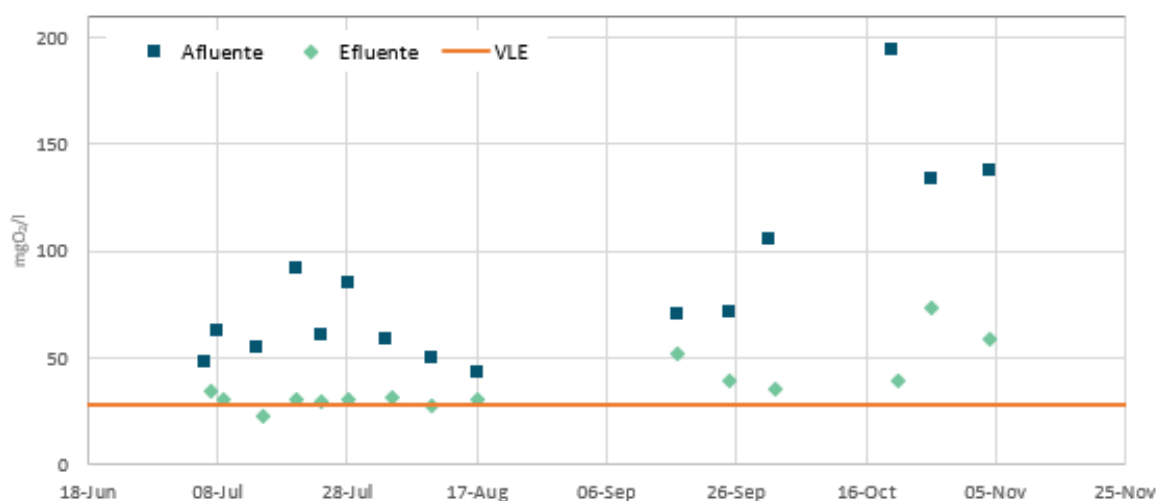


Figura 2.18. Dados de SST da estação piloto da ETAR de Alcanena (julho 2019).

Através da análise dos dados obtidos, é possível verificar que os leitos de macrófitas da estação piloto apresentaram, à data, uma eficiência limitada de remoção da CQO do afluente, removendo cerca de 55% de SST. Observa-se igualmente, que os VLE da ETAR não são satisfeitos para CQO e se encontram próximo dos valores limites para os SST. Não houve medição de eficiência em termos de microbiologia.

Apesar das plantas não se encontrarem totalmente desenvolvidas, a baixa eficiência obtida para a remoção de CQO corrobora a existência de matéria orgânica dificilmente biodegradável, pelo

que se crê que se não deverá assumir uma perspetiva otimista, antes pelo contrário, no que respeita ao cumprimento da nova licença de descarga.

Na prática, através da realização dos ensaios de OUR (“Oxygen Uptake Rate”) foi possível posteriormente observar em laboratório /Espanha) a **difícil biodegradabilidade do efluente, com concentrações elevadas de CQO inerte (CQOI) no efluente clarificado, a rondar os 350 - 400 mg/L.**

Assim, a redução de matéria orgânica que ocorre na 2ª etapa do tratamento na ETAR de Alcanena é limitada, o que **indiciou que seria necessário quebrar as cadeias de carbono da matéria orgânica presente, através de um oxidante forte, para que se tornasse mais biodegradável, ou usar técnicas de adsorção (carvão ativado) muito dispendiosas, ou recorrer a soluções inovadoras, de engenharia natural, com otimização da evapotranspiração. As técnicas de oxidação avançada, por ozonização, também não resultaram em valores promissores, dado o impacto negativo da espécie de Crómio ( $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{6+}$ )**

Na área envolvente às instalações da ETAR de Alcanena, existem espaços disponíveis para implantação de múltiplas unidades de leitos de macrófitas, tal se observa na Figura 2.19.



Figura 2.19. Área para implantação dos leitos de macrófitas, segundo o PE-AL 2021.

### 3. SOLUÇÕES DE BASE NATURAL PARA DESCARGA “QUASI” ZERO – ESTADO DE ARTE

A construção de leitos da macrófitas, ou *wetlands*, consiste não só numa intervenção de engenharia natural, alternativa a soluções de natureza físico-química, mas também numa intervenção de arquitetura paisagística, agregando valor paisagístico e de lazer.

De facto, além dos benefícios ambientais, tais como regularização climática, preservação e recuperação dos ecossistemas e manutenção e desenvolvimento da biodiversidade de fauna e flora, as *wetlands* apresentam-se diversos benefícios socioculturais como a estética criada pela paisagem, a possibilidade de atividades recreativas e de lazer, e a oportunidade de educação ambiental direta ou indiretamente. A poupança em encargos com reagentes e lamas, é muito significativa.

Na Figura 3.1 apresentam-se imagens do “Bruce Peninsula National Park”, uma *wetland* natural com cerca de 15 400 ha situada no Canadá. Tal como se pode observar, através da instalação de infraestruturas adequadas, é possível adaptar uma *wetland* num espaço adequado à prática de atividades recreativas e de lazer.



Figura 3.1 – Zonas húmidas construídas – “Bruce Peninsula National Park”.

Relativamente a plataformas de evapotranspiração, apesar de não se conhecerem aplicações deste tipo de sistemas em Portugal, estas são muito comuns nos países escandinavos, países bálticos, Polónia, Irlanda e Inglaterra (Brix e Arias, 2011). Na Dinamarca, por exemplo, existem

mais de 500 sistemas de ET (evapotranspiração) em operação, com utilização de salgueiros. Estes sistemas são geralmente constituídos por um leito com mais de 1,5 m de profundidade, preenchido com solo e plantado com espécies de salgueiros (*Salix viminalis L.*). A área superficial dos sistemas depende da quantidade e qualidade das águas residuais afluentes e da precipitação anual local (Brix e Gregersen, 2001).

Os fatores meteorológicos que determinam a ET são parâmetros climáticos, designadamente a radiação solar (a maior fonte de energia para a evaporação da água), a temperatura, a humidade do ar e a velocidade do vento (o vento e a turbulência do ar contribuem significativamente para a remoção do vapor de água).

Existem diferentes tipos de sistemas por ET de comprovado sucesso no tratamento de águas residuais municipais, lamas fecais e lixiviados de aterro com plantações de salgueiros (Rosenqvist et al., 1997; Hasselgren, 1998; Hasselgren, 1999), entre os quais se destacam os seguintes: sistemas de ET em que o leito é impermeabilizado através de uma membrana, impedindo a infiltração no solo, pelo que a totalidade da água residual afluente e da precipitação que cai sobre o sistema tem de ser evapotranspirada anualmente; sistemas de ET com infiltração, que permitem alguma infiltração no solo. Dadas as condicionantes impostas pelos planos de ordenamento do território vigentes e o facto de o afluente já ter anteriormente tratamento terciário, o sistema por ET proposto pode não prevê, a confirmar, a impermeabilização do leito.

A título de exemplo, refere-se a ETAR de Nimr, em Oman, reportada como a maior do Mundo, deste tipo (Figura 3.2).



Figura 3.2. Imagem da solução de base natural – ETAR de Nimr, em Oman.

As *wetlands* cobrem 500 ha, e as lagoas de evaporação 800 ha. A ETAR de SBN trata águas residuais contaminadas com óleo, geradas durante a exploração e produção de petróleo. Neste sentido, o tratamento é realizado por meio de diferentes ações químicas e biológicas que ocorrem

nas plantas e no solo das *wetlands*, incluindo absorção pelas plantas, biodegradação e volatilização. Para tal, recorrem-se a diferentes espécies, nomeadamente *Typha*, *Cyperus* e *Juncus*.

Esta ETAR com solução de base natural apresenta uma capacidade de tratamento de 175 000 m<sup>3</sup>/dia (Stefanakis 2019), cerca de 30 vezes mais do que o caudal efluente da ETAR Alcanena. O tratamento realizado no local atende ao limite de efluentes de 0.5 ppm para óleos na água, estabelecido pelos Padrões Nacionais do Sultanato de Oman. O tratamento dos efluentes no local é eficiente, com uma redução de 99% no consumo de energia em comparação com as instalações de tratamento convencionais (Stefanakis et al. 2018).

Este projeto contribui com mais de 6% para o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa até 2030, conforme o Acordo de Paris.

As *wetlands* representam um novo ecossistema, que se pode tornar num local crucial para aves migratórias, cujo habitats se encontram sob pressão. Nesta ETAR Já foram avistadas mais de 100 espécies, incluindo garças, íbis, andorinhas-do-mar e corvos-marinhos.

O efluente tratado das *wetlands* é utilizado para a irrigação de culturas locais, incluindo milho e algodão. Os resíduos vegetais das *wetlands* também são recolhidos e convertidos em biocombustível.

Na Figura 3.3 apresentam-se os benefícios deste tipo de solução, quando vistos numa perspetiva sistémica, ou seja, como um sistema de sistemas, com impacte em vários setores, da água, da energia, da natureza, da economia e do desenvolvimento.

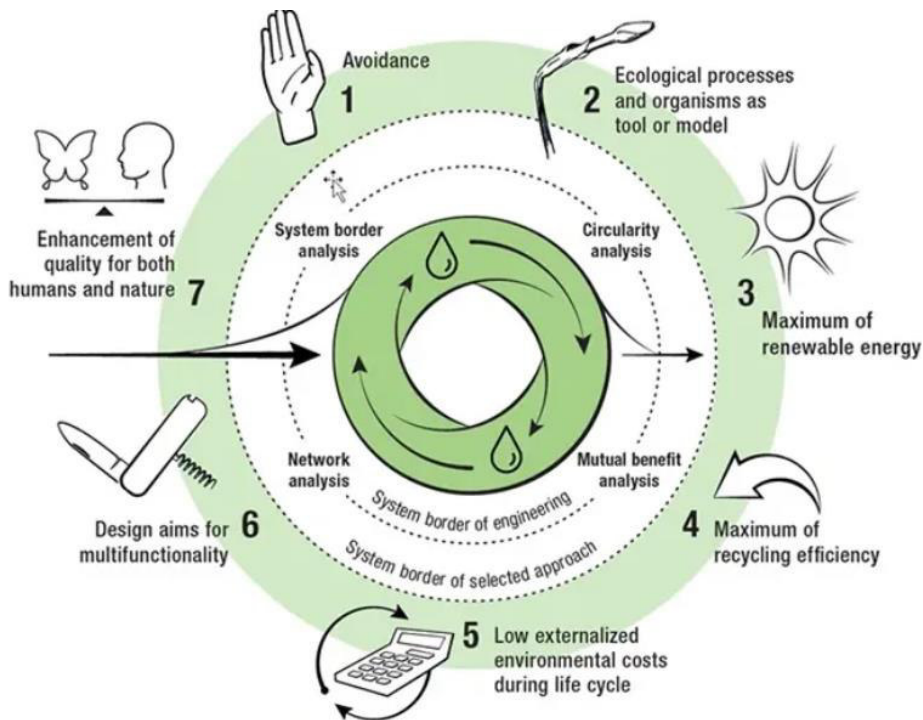


Figura 3.3. Soluções de base natural – co benefícios e serviços de ecossistemas.

Segundo H. Brix e C.A. Arias (2005), num sistema doméstico individual (equivalente a 5 habitantes), as águas residuais devem ser previamente tratadas num tanque de sedimentação com duas ou três câmaras, com um volume mínimo de 2 m<sup>3</sup>, antes de serem encaminhadas para o sistema com salgueiros. Os autores também indicam que a área necessária para o sistema depende do volume de águas residuais a tratar, da precipitação média anual e da evapotranspiração potencial do local.

Os sistemas fechados normalmente seguem a configuração padrão apresentada na Figura 3.4, caracterizada por uma profundidade de 1.5 metros, taludes com inclinação de 45° e uma largura típica de 8 metros. No fundo do leito é instalado um tubo de drenagem, que pode ser utilizado para esvaziar o sistema caso ocorra acumulação de sais ao longo do tempo.

Para manter as plantas jovens e saudáveis, garantindo elevadas taxas de transpiração, cerca de um terço a metade dos salgueiros é colhido anualmente. Além disso, durante o primeiro ano de estabelecimento, os salgueiros devem ser cuidadosamente monitorizados quanto à presença de pragas, ao crescimento de infestantes e à saúde geral das plantas. As infestantes devem ser removidas por métodos mecânicos.

Para maximizar a evapotranspiração, os sistemas devem ser instalados em áreas abertas, afastados de edifícios e árvores, de modo a evitar sombreamento por construções altas ou vegetação densa. O leito deve ser orientado perpendicularmente à direção predominante do vento, e deve existir acesso adequado para toda a maquinaria necessária à instalação e à

colheita dos salgueiros (Brix & Arias, Danish Guidelines for Small-Scale Constructed Wetland System for Onsite Treatment of Domestic Sewage, 2005) (Brix e Arias, 2011).

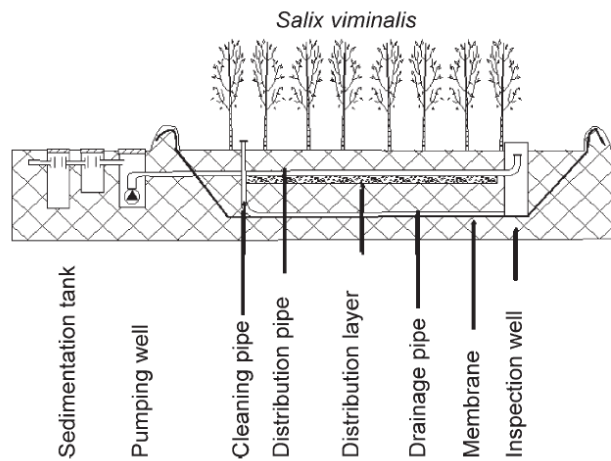


Figura 3.4. Esquema de um sistema de salgueiros sem saída (sistema evaporativo) (adaptado de H. Brix and C.A. Arias, 2005).



#### 4. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PILOTO NA ETAR DE ALCANENA

De forma a permitir um estudo detalhado e realista, foram concebidas três Unidades Piloto. Estas unidades foram projetadas com base nas recomendações presentes na bibliografia disponível sobre leitos de macrófitas com salgueiros, especialmente na publicação de Brix e Arias (2011). As Unidades Piloto 01 e 02 foram construídas no início de dezembro e apresentam características semelhantes entre si, diferenciando-se apenas pelo tipo de plantação.

Representadas em planta na Figura 4.1 e em corte lateral na Figura 4.2, as unidades 01 e 02 ocupam uma área superficial de 8 x 8 m<sup>2</sup>, reduzindo-se para 4 x 4 m<sup>2</sup> na base, com taludes a 45°. A altura total do leito é de 2 metros, com uma profundidade máxima de água de 1.8 m e uma borda livre de 20 cm, destinada a prevenir a entrada de água proveniente de escorrências pluviais e a permitir a acumulação de água na superfície durante o inverno. O fundo do leito apresenta uma inclinação de 2%.

A Unidade Piloto 03, que só entrou em operação na 2ª quinzena de maio, apresenta menores dimensões que as outras duas, com uma base 2m x 2m e taludes com inclinação de 3 (vertical) para 2 (horizontal). Além disso, distingue-se das restantes por incluir uma camada de geomembrana na base, exatamente para avaliar de forma direta apenas a componente de evapotranspiração.

A alimentação dos leitos é realizada através de um tubo com diâmetro de 63 mm. Acoplada ao sistema, existe uma caixa de recolha em betão com área de 1.5 x 1.5 m<sup>2</sup> e altura aproximada de 2.6 m, conforme ilustrada na Figura 4.3. O leito está equipado com um tubo de drenagem de 90 mm que conduz a água até à caixa de recolha. No interior desta caixa, um conector em 'T' permite a descarga pelo fundo do leito, possibilitando o seu esvaziamento total, ou a descarga para a câmara de visita, através de um sifão invertido, conforme a posição da válvula. No interior do leito, será instalado um piezómetro para controlo da altura da água.

Quanto aos meios de enchimento, adicionou-se gravilha com granulometria de 16/32 mm nos espaços laterais do leito, conforme ilustrado nas Figura 4.1 e 2.2. Foi também colocada uma camada de gravilha com espessura entre 25 e 33 cm, ajustada ao declive de 2% da base do leito. Sobre essa camada, aplicou-se uma camada de areão com granulometria de 4/8 mm e altura de 1.35 m, seguida por uma camada superior de 20 cm de terra vegetal, onde foi instalada a vegetação.

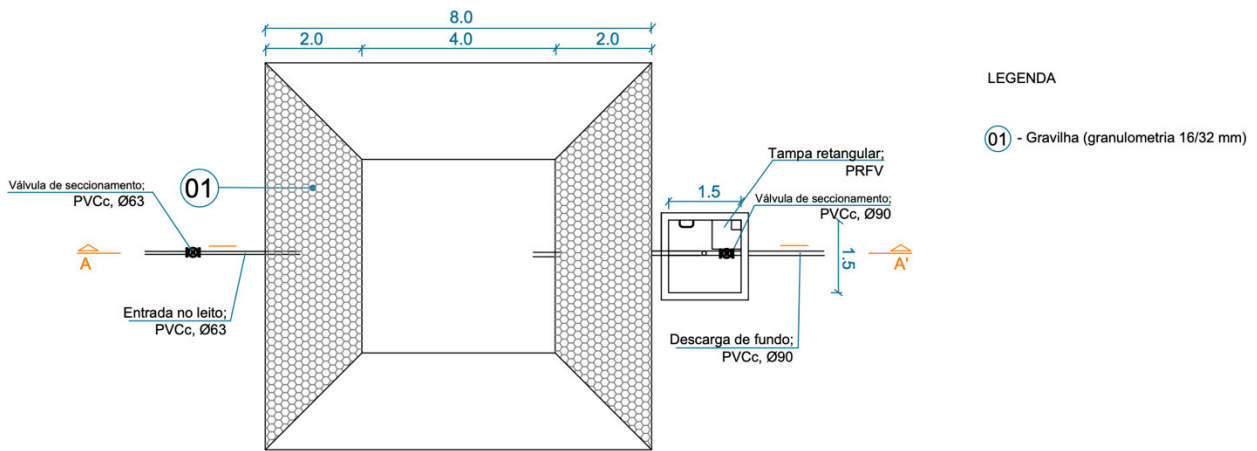


Figura 4.1. Planta da instalação piloto proposta.

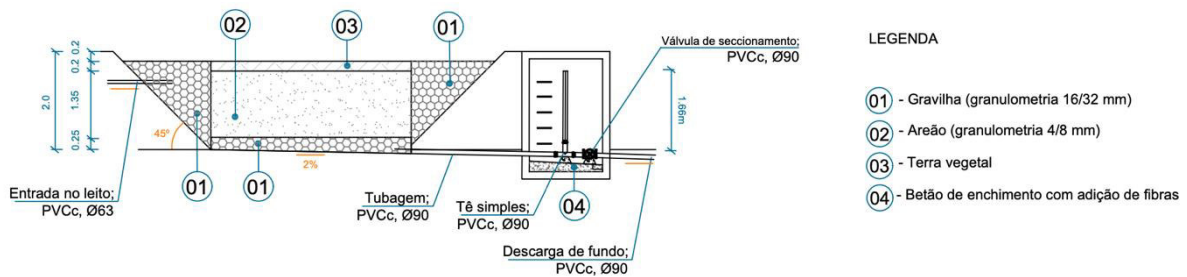


Figura 4.2. Corte AA' da instalação piloto proposta.

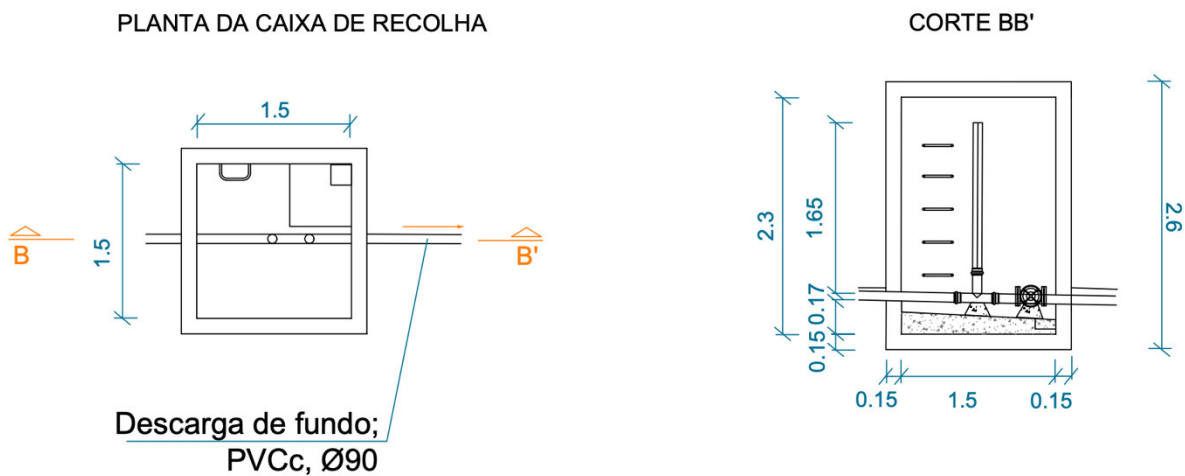


Figura 4.3. Planta e Corte BB' da caixa de recolha.

Relativamente à vegetação dos leitos, optou-se por uma plantação de espécies vegetais em dois estratos: um estrato arbóreo e um estrato herbáceo, pois deste modo potencia-se a evapotranspiração durante o ano inteiro. Acresce que as espécies arbóreas ripícolas disponíveis

no mercado têm todas folha caduca, assim a implementação do estrato herbáceo garante a evapotranspiração na estação fria.

A escolha das plantas teve em consideração as seguintes características das espécies vegetais:

- Adaptabilidade a ambientes encharcados e a águas eutórficas de modo contínuo ou temporário;
- Serem plantas perenes (plantas que vivem três anos ou mais);
- Apresentarem um sistema radicular volumoso e extenso;
- Possuírem capacidade para depuração da água e eliminação dos microrganismos do afluente;
- Terem capacidade de evapotranspirar, todas as espécies escolhidas têm uma taxa de crescimento rápido quer da parte aérea, quer da parte subterrânea e grande densidade foliar;
- Serem muito resistentes mecanicamente ao vento;
- Crescerem em pH entre os 5 e os 8,5;
- Serem preferencialmente espécies autóctones de Portugal Continental e de preferência da região;
- Criarem no estrato arbóreo-arbustivo matagais densos (*Salix atrocinerea*) ou que crescerem a grande altura (*Populus nigra*);
- Longevidade média ou grande;
- Criar associações de árvore ou grande arbusto caduco com herbácea perene para garantir que existe evapotranspiração na época em que as árvores estão sem folhas;
- Disponibilidade em viveiro em outubro de 2024;
- Não estarem classificadas como plantas invasoras segundo o Decreto-Lei n.º 92/2019 de 10 de julho;
- Terem baixa suscetibilidade à incidência de pragas e doenças;
- Serem fáceis de podar e de eliminar;
- Resiliência a adaptação às alterações climáticas.

Tendo isto em conta, para a Unidade Piloto 01 e 03 escolheu-se a espécie *Salix atrocinerea* (borranzeira-preta) para o estrato arbóreo e *Juncus acutus* em conjugação com *Typha latifolia* (tábua-larga) para o estrato herbáceo. Estas espécies encontram-se representadas nas Figuras 3.1 a 3.3.



Figura 4.4. *Salix atrocinerea*, utilizada nas Unidades Piloto 01 e 03. Fonte: Flora-on.



Figura 4.5. *Juncus acutus*, utilizada nas Unidades Piloto 01 e 03. Fonte: Flora on.



Figura 4.6. *Typha latifolia*, utilizada nas Unidades Piloto 01 e 03. Fonte Flora-on.

Para a Unidade Piloto número dois (02) escolheu-se o *Populus nigra* (choupo-negro) para o estrato arbóreo e *Phragmites australis* (caniço) para o estrato herbáceo, ilustradas nas Figuras 3.4 e 3.5.



Figura 4.7. *Populus nigra*, utilizada na Unidade Piloto 02. Fonte Flora-on.



Figura 4.8. *Phragmites australis*, utilizada na Unidade Piloto 02. Fonte: Flora on.

No Quadro 4.1 encontra-se um resumo das características principais das espécies vegetais escolhidas.

Quadro 4.1. Resumo das características das espécies vegetais escolhidas.

Nome científico	Nome comum	Regime de folhagem	Altura (m)	Diâmetro (m)	Taxa de crescimento	Longevidade	Resistência ao vento	pH
<b>Estrato herbáceo</b>								
<i>Juncus acutus</i>	junco-agudo	perene	0.7-1.9	-	rápido	perene	muito grande	-
<i>Phragmites australis</i>	caniço	perene	1.2-2	-	rápido	perene	muito grande	-
<i>Typha latifolia</i>	tábua-larga	perene	1-3	-	rápido	perene	muito grande	-
<b>Estrato arbóreo</b>								
<i>Populus nigra</i>	choupo-negro	caduca	20-30	2-4	rápido	grande	muito grande	5-8.5
<i>Salix atrocinerea</i>	borrazeira-negra	caduca	5-6	2-4	rápido	75 anos	muito grande	5-8.5

Nas Unidades Piloto 01 e 03, o estrato arbóreo foi idêntico, representado pela espécie *Salix atrocinerea*, que foi transplantado em linhas e colunas com um espaçamento de aproximadamente 1.0 m. Quanto ao estrato herbáceo, foram transplantadas 15 unidades de *Juncus acutus* e 15 unidades de *Typha latifolia* por metro quadrado, totalizando 240 unidades de cada espécie. Esta configuração está representada na Figura 4.9.

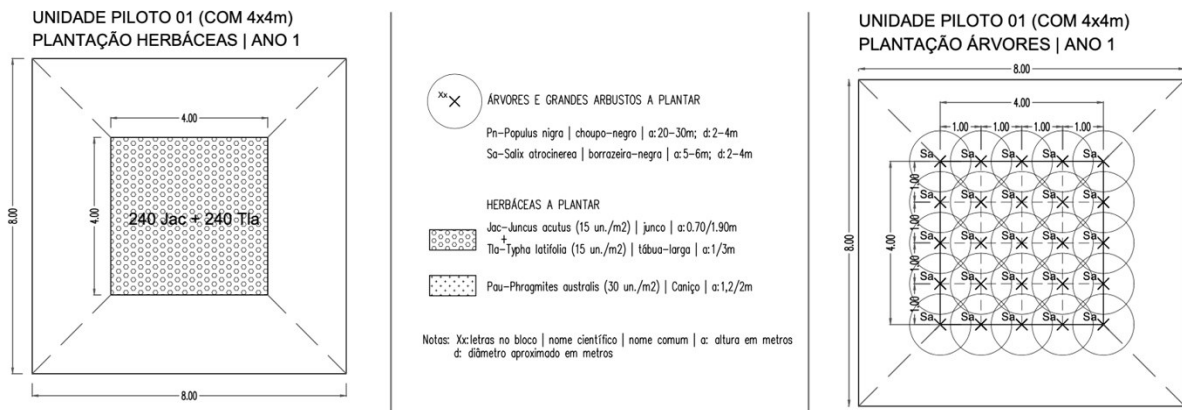


Figura 4.9. Organização de plantação da Unidade Piloto 01.

Relativamente à Unidade Piloto 02, aplicou-se o mesmo princípio de transplante do estrato arbóreo, utilizando a espécie *Populus nigra*, disposta em linhas e colunas com espaçamento aproximado de 1,0 m. Para o estrato herbáceo, transplantaram-se 30 unidades de *Phragmites australis* por metro quadrado, perfazendo um total de 480 unidades no leito. Esta configuração encontra-se representada na Figura 4.10.

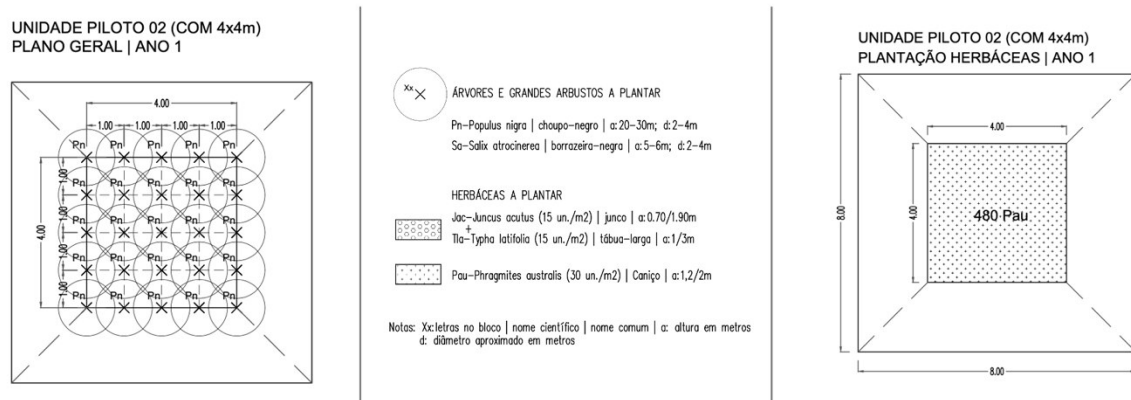


Figura 4.10. Organização de plantação da Unidade Piloto 02.

A solução escolhida terá como primeiro objetivo a retenção e transpiração máxima do afluente nos leitos de macrófitas, e como objetivos secundários a maior longevidade possível das plantas, a promoção da biodiversidade e do sequestro de CO<sub>2</sub> e a possibilidade de se multiplicar estas Unidades Piloto para a criação de um futuro Parque Urbano.

Na Figura 4.11, é possível observar fotografias dos dois primeiros leitos, cerca de 6 meses após a sua construção. A Figura 4.12 ilustra o processo de construção do terceiro leito e o leito já concluído, que, ao contrário dos anteriores, incorpora um geotêxtil e uma geomembrana de 2 mm como componentes do seu sistema.

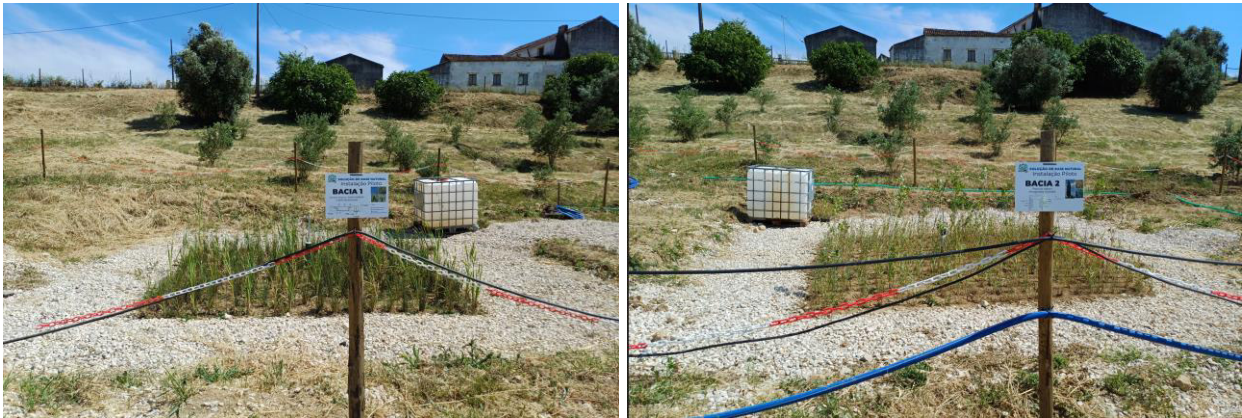


Figura 4.11. Vista comparativa dos Leitos 01 (esquerda) e 02 (direita), com vegetação estabelecida (maio de 2025).



Figura 4.12. Processo de construção do Leito 03 (à esquerda) e Leito 03 concluído (à direita) (maio de 2025).

## 5. MONITORIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PILOTO E DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A monitorização da instalação piloto está organizada em três fases, definidas pelo tipo de água utilizada. Nos primeiros meses, utilizou-se água proveniente do furo da ETAR de Alcanena e posteriormente, procedeu-se ao enchimento com uma mistura aproximada de 50% de água do furo e 50% de água residual, e por fim só água residual.

A partir de maio/junho de 2025, sugeriu-se a utilização exclusiva de água residual, apenas para os Leitos 01 e 02, já que o Leito 03 apenas entrou em operação mais tarde, na segunda quinzena de maio. Previu-se a medição dos excedentes e a análise de parâmetros de qualidade da água, tais como CQO, CBO<sub>5</sub>, nitrogénio (N), fósforo (P) e *E. coli*. Estas análises, assim como a medição dos caudais, serão realizadas, em princípio, no laboratório da AQUANENA, a partir de agosto ou setembro de 2025, no que respeita aos excedentes. Por outro lado, convém monitorizar a evolução dos parâmetros de qualidade da água do aquífero local.

Desde o início da operação tem-se analisado e registado a quantidade de enchimento, assim como o nível da água no leito, ao longo do tempo. Esta monitorização detalhada permite estudar o comportamento hidráulico do sistema, bem como compreender as variações no nível de água em resposta às diferentes condições operacionais e climáticas.

Complementarmente, procedeu-se à monitorização de variáveis climáticas, nomeadamente precipitação, temperatura, radiação, e velocidade do vento, recorrendo a uma estação meteorológica (Figura 5.1). Os dados registam-se no período compreendido entre 12 de fevereiro e 16 de abril de 2025. Nas figuras abaixo apresentam-se os respetivos resultados.



Figura 5.1. Estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.

Começando pela temperatura média (Figura 5.2), observa-se uma tendência clara de aumento a partir de meados de março, refletindo a transição do inverno para a primavera. Até ao final de fevereiro ou início de março de 2025, os valores médios situam-se entre aproximadamente 4 °C e 17 °C, com variações diárias acentuadas. A partir desse ponto, as temperaturas começam a subir de forma mais consistente, atingindo picos próximos dos 27 °C no final de março e início de abril. Após esse máximo, regista-se uma descida gradual até meados de abril. No conjunto do período analisado, as temperaturas variaram entre cerca de 1 °C e 28 °C.

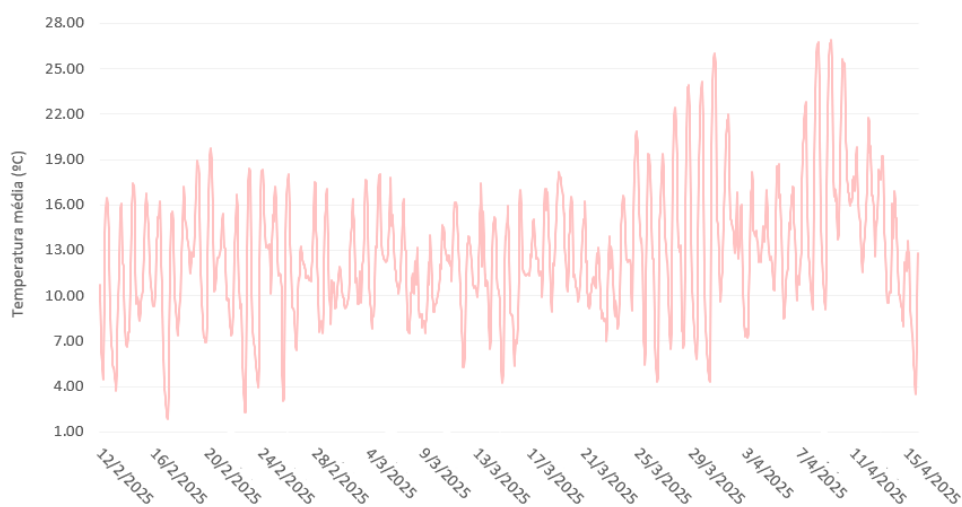


Figura 5.2. Evolução da temperatura média registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.

O gráfico da radiação média (Figura 5.3) mostra uma evolução clara ao longo do tempo, com valores que variam entre 0 e cerca de 840 W/m<sup>2</sup>. Observa-se um padrão diário bem definido, com picos marcados que refletem os períodos de luz solar durante o dia e valores próximos de zero à noite. No início do período analisado, entre dezembro e janeiro, os picos de radiação são menos frequentes e de menor intensidade, o que é compatível com o inverno, estação caracterizada por dias mais curtos e menor exposição solar. A partir de meados de fevereiro, verifica-se um aumento progressivo na intensidade e frequência dos picos de radiação. Este aumento torna-se particularmente evidente em março e início de abril, com valores frequentemente superiores a 700–800 W/m<sup>2</sup>.

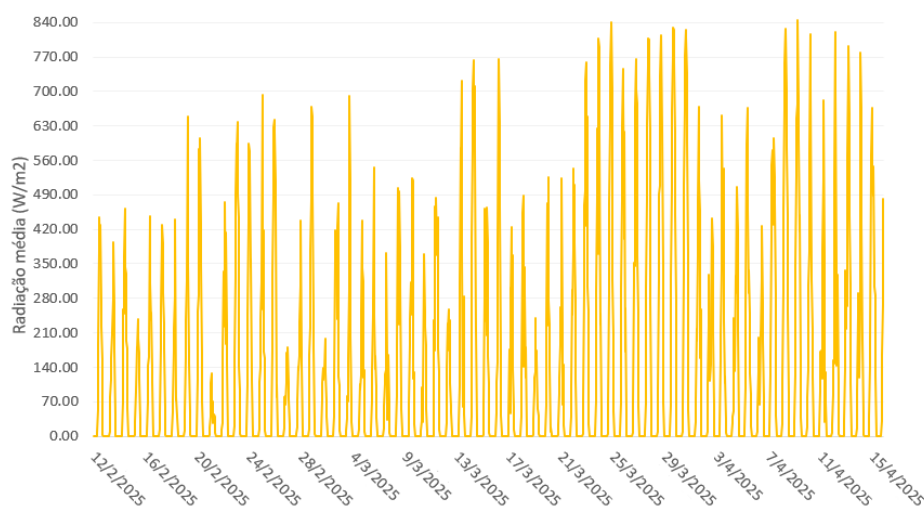


Figura 5.3. Evolução da radiação média registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.

Relativamente à velocidade do vento (Figura 5.4), os valores registados variam entre aproximadamente 0.3 m/s e 4.5 m/s ao longo do período analisado. A partir de meados de março, observa-se uma tendência de aumento nas velocidades médias, atingindo picos mais frequentes e intensos. Esta fase de maior intensidade prolonga-se até ao final de março, seguindo-se uma redução evidente dos valores no início de abril. Esta variação poderá estar associada à mudança sazonal e à maior instabilidade atmosférica típica da transição do inverno para a primavera.

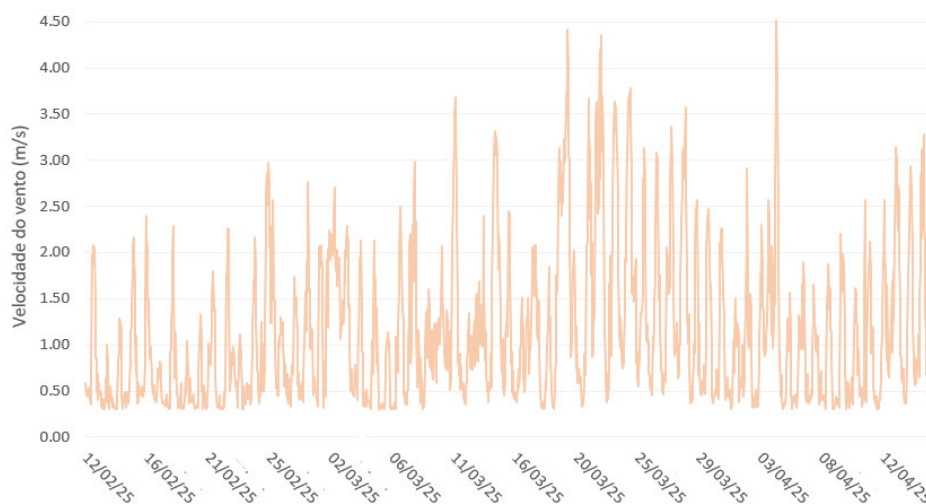


Figura 5.4. Evolução da velocidade média registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.

Relativamente à precipitação (Figura 5.5), o período compreendido entre 12 de fevereiro e 16 de abril caracteriza-se por uma distribuição irregular dos eventos de chuva, com valores variando entre 0 e 18 mm por dia. Observam-se episódios esporádicos de precipitação, com intensidade variável, sendo que os maiores acumulados se concentram sobretudo entre meados de fevereiro e o final de março. Este padrão é consistente com a transição do inverno para a primavera, período habitualmente marcado por maior instabilidade atmosférica. A partir de início de abril de

2025, nota-se uma redução clara na ocorrência de precipitação, indicando o início de uma fase mais seca e estável, em linha com o aumento da radiação solar e da temperatura registados nesse período.

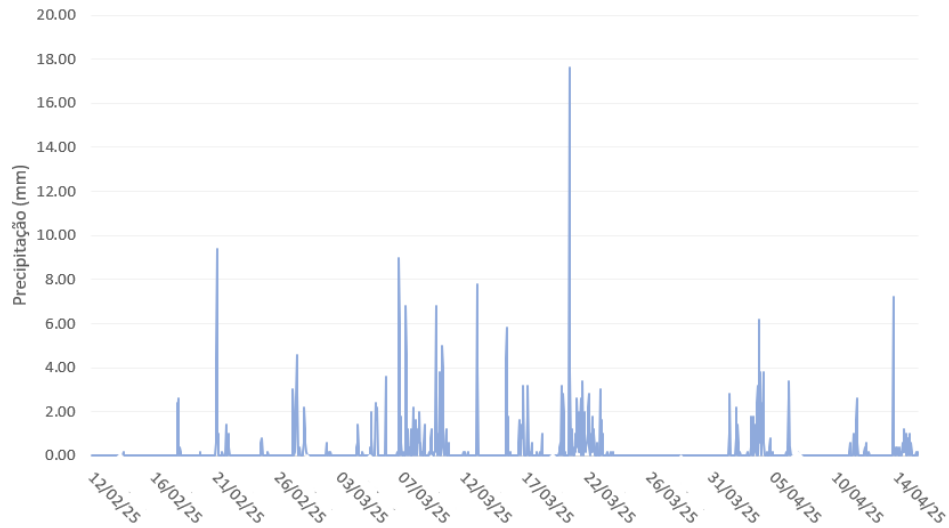


Figura 5.5. Evolução da precipitação registada pela estação meteorológica instalada na ETAR de Alcanena.

## 6. RESULTADOS DE BALANÇOS HÍDRICOS

O balanço de massa em leitos de macrófitas consiste na quantificação precisa das entradas, saídas e transformações de massa, neste caso de água, no sistema. Este balanço é essencial para compreender o funcionamento do sistema e identificar eventuais perdas ou acumulação de substâncias, contribuindo para a otimização do dimensionamento e operação dos leitos, bem como para a sustentabilidade ambiental do sistema.

Os principais elementos considerados num balanço de massa típico para um leito de macrófitas incluem:

- **Caudal de entrada (afluente):** Corresponde ao volume de água introduzido no sistema durante os ciclos de enchimento, representando a principal fonte de entrada hídrica no leito.
- **Caudal de saída (efluente):** Corresponde ao volume de água que sai do leito após o processo de tratamento.
- **Precipitação:** Refere-se à contribuição adicional de água proveniente da chuva.
- **Infiltração:** Representa as perdas de água para o subsolo, que ocorrem quando o sistema não está totalmente impermeabilizado.
- **Evapotranspiração:** Engloba tanto a evaporação direta da superfície do leito como a transpiração das plantas.
- **Acumulação:** Refere-se à variação de volume armazenado no interior do leito ao longo do tempo, podendo estar associada à retenção temporária de água no meio poroso.

Tendo em conta que este sistema não inclui saída de efluente, o balanço de massa hidráulico deste sistema pode ser representado pela expressão 1 (Wallace e Knight, 2006). A Figura 6.1 ilustra este balanço de forma esquemática, representando as principais entradas, saídas e variações no sistema.

$$Q_{in} + P = ET + I + \Delta S \quad (1)$$

Sendo,

$Q_{in}$ : Caudal de entrada (afluente) por enchimento do leito;

$P$ : Precipitação incidente sobre o leito;

$ET$ : Perdas por evapotranspiração;

$I$ : Perdas por infiltração;

$\Delta S$ : Variação de volume armazenado no interior do leito.

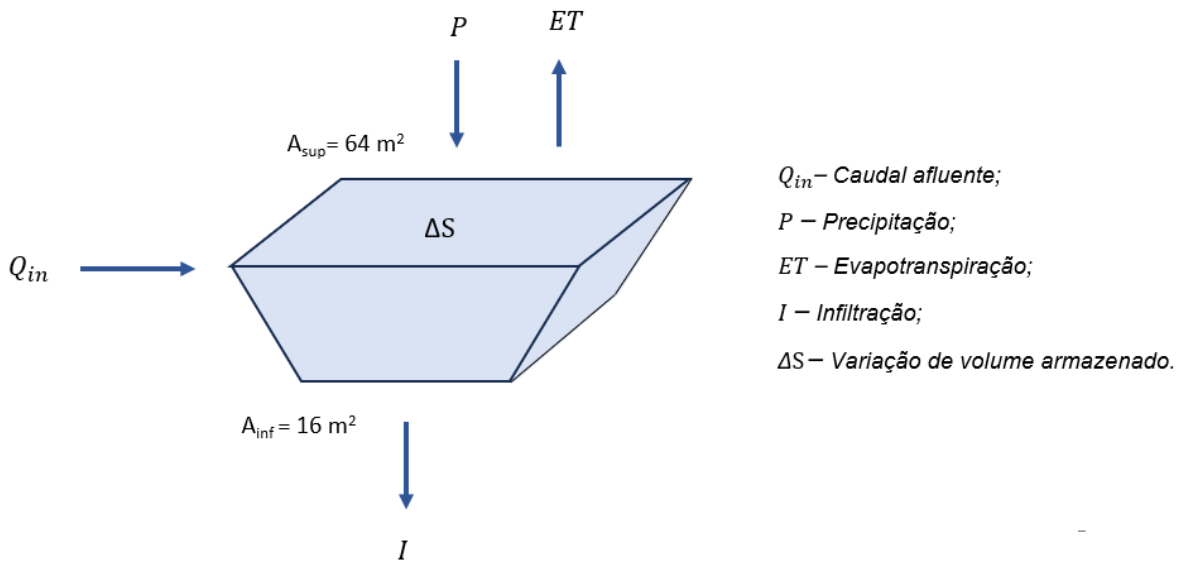


Figura 6.1. Esquema representativo do balanço hidrológico aplicado ao leito de macrófitas em estudo.

De forma a possibilitar o cálculo do balanço hídrico disponível em cada leito, foram analisados os dados de monitorização das unidades piloto 01 e 02, conforme ilustrado na Figura 6.2 e Figura 6.3, referentes respetivamente ao Leito 01 e Leito 02, em termos de evolução das entradas de água (enchimento) e de nível de água nos leitos. Os gráficos apresentam três variáveis principais: o nível de água no leito, o volume de enchimento e a precipitação. Estas variáveis mostram como o nível de água varia ao longo do tempo em resposta à precipitação e ao enchimento. A partir desses dados, é possível calcular o volume de água perdido, que corresponde, não havendo excedentes, à soma da infiltração e da evapotranspiração.

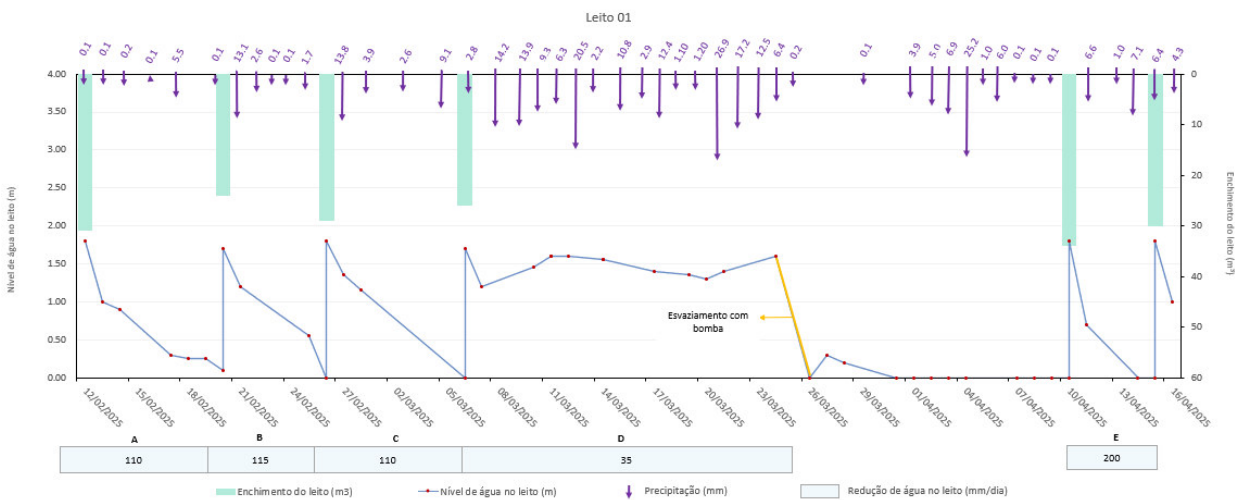


Figura 6.2. Comportamento hidráulico da Unidade Piloto 01 ao longo do tempo.

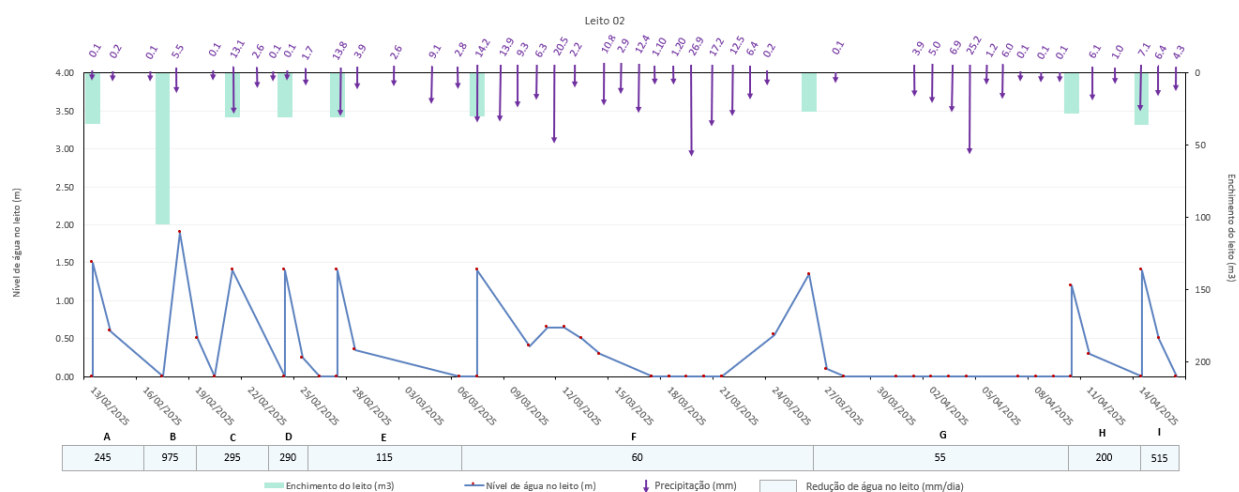


Figura 6.3. Comportamento hidráulico da Unidade Piloto 02 ao longo do tempo.

Para o balanço hídrico, cada gráfico foi dividido em diferentes períodos, que vão desde o momento do enchimento até imediatamente antes do enchimento seguinte. Esses períodos foram identificados com letras de A a F para o Leito 01 e de A a I para o Leito 02. Com base na expressão (01), calculou-se a perda de água no sistema, definida como o volume resultante da soma dos volumes de enchimento e da precipitação, subtraindo o volume de água acumulada no leito. A título de exemplo, os resultados correspondentes ao período A do Leito 01 e ao período A do Leito 02 encontram-se apresentados no Quadro 6.1.

Quadro 6.1. Cálculo da saída de água do sistema para os Períodos A do Leito 01 e 02.

Leito 01 - Período A			Leito 02 - Período A		
Parâmetro	Unidade	Valor	Parâmetro	Unidade	Valor
Duração	dias	8	Duração	dias	4
Enchimento	m <sup>3</sup>	31	Enchimento	m <sup>3</sup>	35
Excedente	m <sup>3</sup>	0.5	Excedente	m <sup>3</sup>	0
Precipitação	mm	6.10	Precipitação	mm	0.40
Saída de água do sistema	m <sup>3</sup>	30.89	Saída de água do sistema	m <sup>3</sup>	35.03
Saída de água do sistema	mm/dia	107.24	Saída de água do sistema	mm/dia	243.23

Relativamente ao Leito 01, verificou-se que os enchimentos ocorrem em intervalos regulares, com volumes que variam entre aproximadamente 25 e 35 m<sup>3</sup> por ciclo. Em todos os períodos analisados (A a E), exceto no período D, observou-se uma redução acentuada do nível de água no leito com esvaziamento total, geralmente entre 5 a 8 dias, indicando perdas médias de 125 mm/dia. No período D, o nível de água manteve-se relativamente elevado e estável ao longo do tempo, com uma perda mais reduzida, da ordem dos 35 mm/dia. Este comportamento atípico é explicado pela elevada precipitação registada nesse intervalo, o que motivou uma intervenção final com esvaziamento forçado através de bomba.

O Leito 02, que apresenta um número superior de ciclos (A a I), evidencia volumes de enchimento semelhantes aos do Leito 01, com exceção do período B, em que a válvula de entrada de água permaneceu aberta involuntariamente durante a noite. De forma geral, o leito apresenta um comportamento hidráulico semelhante ao do Leito 01, caracterizado por uma descida rápida do

nível da água após cada enchimento, com a quase totalidade do volume a desaparecer em poucos dias — frequentemente entre 2 e 8 dias. Esta dinâmica correspondeu a perdas de água bastante elevadas, com um valor médio de 300 mm/dia nos períodos A, B, C, D, E, H e I. À semelhança do Leito 01, também aqui se identificou um comportamento fora do padrão no período F, registando-se uma perda de cerca de 60 mm/dia. Tal comportamento é associado à elevada precipitação verificada nesse período.

Tendo em conta que se trata de um sistema de leitos de macrófitas por evapotranspiração, seria expectável que a água permanecesse no sistema por mais tempo, sendo gradualmente controlada e enviada para a atmosfera, se não tivesse lugar infiltração. No entanto, os dados evidenciam que a água desaparece sistematicamente poucos dias após o enchimento. A velocidade de descida do nível de água e a ausência de escoamento superficial ou de exedentes sugerem que a maior parte do volume está a infiltrar-se diretamente no solo, apesar de ele ser relativamente impermeável (sites e argilas).

A evapotranspiração é um processo lento, dependente do clima, do tipo de vegetação e da exposição solar. Mesmo em condições de elevada temperatura, os valores típicos de evapotranspiração situam-se entre 4 a 12 mm por dia, muitos inferiores às perdas observadas nos gráficos. Além disso, o período em análise (fevereiro a março de 2025) corresponde a meses frios e húmidos em Portugal, em que a evaporação é naturalmente mais baixa. Por outro lado, a vegetação ainda se encontrava numa fase inicial de crescimento, com previsivelmente muito baixa atividade de transpiração.

Deste modo, a evapotranspiração não foi a principal causa da descida acentuada do nível da água, a qual é atribuída à infiltração direta no solo devido à ausência de barreira 100% impermeável. Ou seja, trata-se de um sistema de infiltração lenta, em terreno plantado, a funcionar em carga, ou seja, com altura de água significativa (até 1,8 m de carga, logo após o enchimento)

Essa foi a principal razão para a construção da 3.ª unidade piloto, em operação desde a segunda quinzena de maio de 2025, totalmente impermeabilizada, e com uma plantação semelhante à da 1.ª bacia, com dimensões relativamente mais reduzidas. Esta unidade servirá para avaliar de forma mais adequada o comportamento do sistema, especialmente em termos de evapotranspiração.

Com os dados disponíveis, tudo leva a crer que a redução da água nos dois leitos seja, nesta 1ª fase de crescimento da cultura arbórea, devido essencialmente a mecanismos de infiltração

## **7. OPÇÕES DE BASE NATURAL PARA O CONTROLO DO EFLUENTE DA ETAR**

Extrapolando para a escala real, tendo em conta o caudal de descarga da ETAR de 5 600 m<sup>3</sup>/dia, e aplicando um fator de segurança de 2, a área necessária, em face dos resultados das taxas de infiltração, é inferior a 5 hectares.

Com base na bibliografia, e se não se tivesse em conta a infiltração lenta, a área necessária para assegurar uma descarga nula poderia situar-se em cerca de 20 hectares. A eficácia do sistema dependerá fortemente do equilíbrio na distribuição de caudais pelas diferentes unidades de leitos, ainda a definir com base nos resultados das unidades piloto. Para essa distribuição ser equilibrada, requer-se, em princípio, um reservatório de equilíbrio, uma rede de distribuição sob pressão e válvulas de controlo de caudal monitorizadas e temporizadas à entrada de cada unidade.

A ocorrerem “excedentes” do sistema, em tempo húmido, o que será expectável, será praticamente isento de SST e poderá cumprir, eventualmente, os requisitos microbiológicos.

Em todo o caso, existem por enquanto dúvidas em relação a outros parâmetros, nomeadamente no que respeita ao CQO refratário ou inerte, ainda a esclarecer com os resultados das unidades piloto, sendo que se poderá prever, eventualmente, uma reserva de água a jusante. Essa reserva de água serviria como volante de regularização e área adicional de evaporação e para proporcionar condições a recirculação da massa líquida para a cabeça da ETAR ou ao início do sistema de *wetlands*.

O facto da área de *wetlands* ter lugar numa zona REN, “que pertence ao rio” merecerá naturalmente discussão com a APA- A ocupação do leito maior da ribeira do Carvalho com essas espécies depuradoras terá de ser aceite pela Entidade Licenciadora, nomeadamente pela APA e pela CCDR.

De notar, ainda, que para a solução ser credível, requer-se que os estudos de campo tenham lugar ao longo de períodos prolongados de tempo, para garantir o crescimento das árvores que otimizam a transpiração. O ideal seria 2 anos de ensaios, embora se possam tirar conclusões mais cedo.

Em face da componentes de investigação deste tipo de trabalho, e para aumentar a sua escala, poderia ser interessante a candidatura a um programa de investigação da União Europeia, por exemplo a um projeto LIFE

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No presente documento apresentam-se os “*Balanços Hidrológicos preliminares de Instalações Piloto na ETAR de Alcanena*”, refletindo o compromisso da Aquanena em controlar a descarga do efluente tratado na Ribeira do Carvalho, e em condições de cumprimento sustentado da respetiva licença.

A ETAR de Alcanena trata predominantemente efluentes industriais, sobretudo provenientes da indústria de curtumes, caracterizados por elevadas cargas poluentes e baixa biodegradabilidade. Apesar das melhorias implementadas desde 2019, os parâmetros legais de descarga, nomeadamente CQO, SST, Escherichia coli e nutrientes, continuam a não ser cumpridos. Nesse contexto, a estratégia adotada recorre a soluções de base natural, como os sistemas de leitos de macrófitas tipo Willows, inspirados em modelos consolidados noutros locais do Mundo, visando a descarga zero.

Para validar esta abordagem, foram construídas inicialmente duas unidades piloto, que entraram em operação em dezembro de 2024, e uma terceira unidade, em funcionamento desde a segunda quinzena de maio de 2025. Estas unidades apresentam diferentes espécies vegetais (por exemplo *Salix*, *Populus*, *Phragmites*, *Typha* e *Juncus*) e estão a ser monitorizadas ao longo do tempo, para efeito de balanços hídricos. As medições incluem o nível de água nos leitos. Paralelamente, estão a ser analisados parâmetros ambientais relevantes, como precipitação, temperatura, radiação solar e velocidade do vento.

**Assumindo a contribuição da componente de infiltração (infiltração lenta, em carga) , e em face dos resultados médios obtidos até ao momento nas unidades piloto, superiores a 200 mm/dia, a área de implantação dos leitos pode eventualmente reduzir-se significativamente ( até 5 ha de área total), ou seja, muito inferiores às áreas exigíveis caso a perda de água dependesse exclusivamente da evapotranspiração.**

**O facto de se prever a instalação dos leitos de macrófitas (LM) em Zona REN, e que pertencerá ao rio (no que respeita ao seu leito maior) , apela a que as intervenções de construção devam ter uma expressão mínima, sendo nesse contexto de evitar a impermeabilização das unidades de LM com geomembrana.**

Lisboa, 27 de maio de 2025

## ANEXO 5

**Mês: Março/Abril/Maio/Junho**
**Ano: 2025**

Dia	Amostra 1	Caudal 1	Transmitância 1	Amostra 2	Caudal 2	Transmitância 2	Amostra 3	Caudal 3	Transmitância 3	Observações
	Horas	instantaneo		Horas	instantaneo		Horas	instantaneo		
24/mar	10:20		38,3	12:08	517	39,3	16:05	520	38,9	
25/mar	08:35	611	31,5	12:08	600	29,5	16:57	525	27,6	
26/mar	09:15	565	21,6	13:33	459	17,5	16:30	575	17,4	
27/mar	08:50	365	10,6	13:32	496	10,9	16:55	437	11,7	
28/mar	10:24	442	10,7	14:30	455	10,1	16:41	462	10,2	
29/mar	08:30	632	10,2	12:40	370	8,6	15:50	375	8,1	
30/mar	08:30	305	8,9	13:00	440	9,4	16:00	200	9,5	
31/mar	09:36	368	12,0	13:49	381	15,2	16:49	378	12,3	
01/abr	08:54	327	12,0	14:37	367	12,7	16:46	388	9,7	
02/abr	07:53	240	5,0	14:01	396	4,1	15:36	461	3,8	
03/abr	08:24	418	3,2	14:17	425	2,0	16:58	451	1,8	
04/abr	08:48	469	2,0	14:25	567	1,8	15:45	558	1,8	
07/abr	08:46	380	14,9	12:10	421	15,4	16:22	449	17,5	
08/abr	08:40	419	15,7	13:26	432	18,4	15:38	453	16,6	
09/abr	09:27	466	15,6	13:18	442	13,7	15:07	419	12,4	
10/abr	08:52	378	12,1	13:41	328	8,7	15:32	421	9,4	
11/abr	09:14	425	7,0	14:41	450	6,0				
12/abr	08:30	357	5,8	12:30	279	5,6	16:00	321	5,5	
13/abr	08:51	181	6,7	12:18	290	7,1	15:40	243	7,3	
14/abr	08:41	406	7,7	13:41	454	8,6	16:14	325	7,9	
15/abr	09:25	270	15,8	14:20	439	11,0	16:35	433	10,2	
16/abr	08:23	402	8,6	12:14	427	9,4	16:44	440	8,3	
17/abr	07:39	369	13,3	13:46	493	10,3				
18/abr	08:10	310	9,1	12:00	420	8,7	16:00	450	8,6	
19/abr	07:50	228	10,6	12:10	385	10,4	15:50	395	11,7	
20/abr	08:00	362	14,9	11:50	477	17,4	15:55	455	18,3	
21/abr	08:31	262	25,2	12:00	375	23,2	16:05	453	26,7	
22/abr	08:56	360	27,9	14:10	449	28,4				
23/abr	08:24	439	24,3	13:41	458	22,2				
24/abr	08:55	412	35,8	12:12	483	12,7	16:15	476	12,4	
25/abr	08:30		27,4	12:00		22,5	15:30		10,7	
26/abr	08:30		31,4	12:00		31	15:30		30,7	
27/abr	08:30		27,1							
28/abr	08:40	287	28,9							
29/abr	08:54	281	22,6	14:40	364	21,4	16:46	380	21,0	
30/abr	08:18	350	30,5	16:46	289	29,7				
01/mai	08:05	189	28,7	11:45	264	26,4	20:00	142	27,1	
02/mai	08:14	285	27,2	12:21	402	27,3	20:00	142	27,4	
03/mai	08:05	181	17,8	11:40	330	18,0	20:00	-	18,7	
04/mai	08:00	295	25,3	12:10	310	27,4	20:00	330	26,9	
05/mai	08:51	300	31,0	13:22	386	30,4	20:00	360	31,3	
06/mai	08:19	361	18,7	13:31	348	20,7	20:00	333	19,1	
07/mai	13:04	402	19,5	20:00	359	19,1	20:00	359	17,3	
08/mai	08:25	361	31,0	15:36	385	30,5	20:22	315	10,3	
09/mai	08:52	242	7,7	14:34	374	6,8	19:50	371	6,6	
10/mai				12:50	300	5,8				
11/mai							19:47	295	6,4	

12/mai	08:38	218	7,3	12:19	157	8,0	20:00	389	8,0	
13/mai	11:30	380	7,7	14:15	262	8,0	20:00	330	8,7	
14/mai	08:47	190	6,4	12:16	212	6,4	20:00	384	5,9	
15/mai	09:00	175	5,2	12:13	199	5,7	20:00		4,4	
16/mai	08:28	189	3,6	12:29	267	3,2	20:00	250	4,4	
17/mai	08:00	234	3,5	12:00	119	3,6	20:00	229	3,3	
18/mai	08:00	159	3,5	12:00	80	3,6	20:00	200	3,9	
19/mai	08:30	173	3,9	12:25	261	4,6	20:00	200	5,3	
20/mai	08:27	214	4,8	12:07	214	5,0	20:00	240	4,8	
21/mai	08:53	150	3,5	12:11	181	3,4	20:10	283	2,6	
22/mai	07:41	67	2,0	12:00	290	1,7	20:00	338	1,8	
23/mai	08:39	216	1,0	12:08	156	0,8	20:10	266	3,4	
24/mai	08:15	210	6,2	15:30	159	6,0	20:00	171	7,1	
25/mai	08:25	9	0,7	11:45	160	0,8	20:00	107	0,1	
26/mai	08:18	75	0,5	13:01	197	0,6	20:00	235	0,5	
27/mai	08:33	176	1,0	12:00	151	1,5	20:10	295	1,4	
28/mai	08:38	193	1,2	12:15	128	0,9	20:00	213	0,6	
29/mai	08:00	100	0,2	12:00	124	0,2	20:00	175	0,0	
30/mai	08:24	24	0,0	13:27	181	0,0	23:10	193	0,1	
31/mai	08:40	165	0,1	12:30	217	0,1	22:30	190	0,2	
01/jun	09:20	69	0,2	11:30	224	0,2	20:00	150	0,2	
02/jun	08:22	19	0,3	12:07	120	0,4	20:20	250	0,5	
03/jun	08:33	142	0,6	12:23	187	0,7	19:45	214	0,7	
04/jun	08:09	150	0,5	12:16	202	0,4	19:40	210	0,3	
05/jun	08:42	166	0,4							

## ANEXO 6



## MEMÓRIA DESCRITIVA

# SECAGEM TÉRMICA DE LAMAS

## ETAR DE ALCANENA

## I. INTRODUÇÃO

Considerando as elevadas quantidades de lama, decorrente do processo de tratamento, obtidas na ETAR de Alcanena (cerca de 50 ton/dia).

Considerando a impossibilidade de encaminhamento das mesmas para valorização, face às atuais características destas.

Considerando o destino atual – deposição em aterro – com os impactos para as populações circundantes, devido à elevada proximidade desta infraestrutura a povoações (cerca de 500 m da vila de Alcanena).

Considerando a vida útil do aterro e os valores pagos pela AQUANENA de TGR – Taxa de Gestão de Resíduos.

Verifica-se imperativo a procura de soluções que:

- Minimizem a deposição em aterro, ou até mesmo permitam avaliar a possibilidade de encerramento do mesmo;
- Salvaguardem a qualidade de vida das populações circundantes;
- Reduzam os custos atuais e futuros com a TGR;
- Permitam a obtenção de um produto final, cujas características potenciem a sua eventual valorização.

Como tal, a AQUANENA, iniciou um processo de procura de soluções disponíveis no mercado, que permitissem atingir os objetivos propostos, tendo identificado como complementaridade ao sistema de desidratação de lamas instalado na ETAR de Alcanena, um sistema de desidratação das mesmas, por secagem térmica, promovendo a evaporação da sua componente líquida, que presentemente se situa no intervalo de 38% a 40%, para valores superiores a 90%

## II. OBJETIVOS

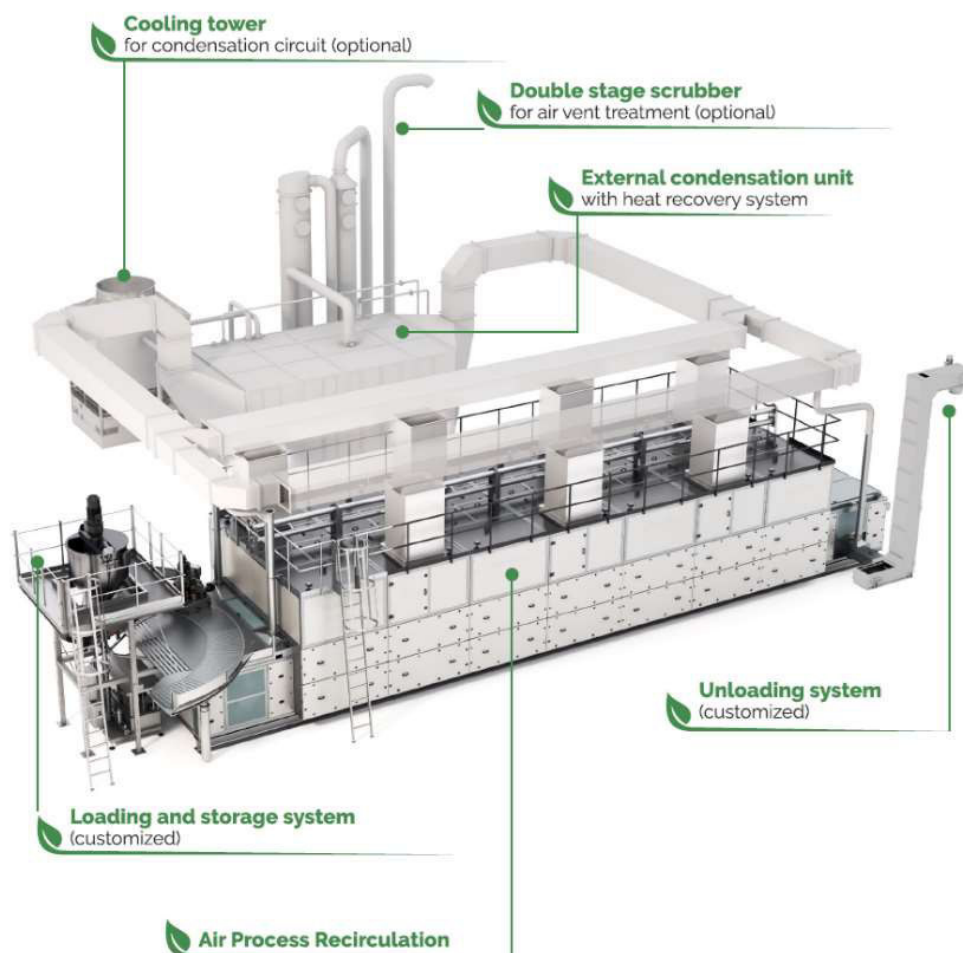
Testar a viabilidade técnica da secagem de lamas da ETAR de Alcanena, antes e após a estabilização química, como alternativa ao envio direto para aterro, avaliando o desempenho do processo em modo contínuo com foco na redução da humidade, na eficiência energética do processo de secagem, na estabilidade operacional e no seu potencial de valorização interna ou externa em escala industrial à totalidade das lamas produzidas na ETAR, e hoje armazenadas em aterro.

### III. SOLUÇÃO A IMPLEMENTAR

Pretende-se a instalação de sistema de secagem térmica das lamas, por forma a complementar o sistema de desidratação atualmente existente o qual consiste em espessamento, adição de polímero, desidratação por filtro prensa e estabilização com CALCI (mistura de cal, cinza e cimento) e deposição em aterro.

A intenção é instalar um processo adicional, após a estabilização e previamente à deposição em aterro, que passe por promover a passagem das lamas num túnel de secagem térmica, em que, por promoção do contacto das mesmas com ar quente (entre 85°C a 90°C), se promoverá a evaporação da componente líquida das mesmas, até que se obtenham lamas com matéria seca superior a 90%.

A tipologia do equipamento a instalar, não tendo ainda sido definida de forma conclusiva, face aos vários sistemas análogos existentes no mercado, pode, no entanto, ser definida como um sistema composto por um equipamento de aquecimento do ar, até às temperaturas necessárias para reduzir a humidade, um sistema de condução do ar quente até uma câmara fechada (tipo túnel de secagem) com recirculação de ar, onde as lamas circularão, sendo promovido o contacto (direto ou indireto) das mesmas com o ar aquecido. Previamente à sua libertação, os vapores gerados por esta operação, provenientes da evaporação da componente líquida das lamas, serão extraídos da câmara de secagem, sendo promovida a sua passagem por sistemas de extração de poeiras e lavagem de gases. A lama desidratada será descarregada do equipamento, encontrando-se nas condições mínimas necessárias para ser encaminhada para destino final adequado.



Figuras indicativas dos potenciais tipos de sistema a implementar.

#### IV. ACÇÕES DESENVOLVIDAS

Numa primeira fase, foram realizados *in-situ*, e com recurso a uma unidade piloto, testes com lamas não estabilizadas provenientes da ETAR de Alcanena, os quais demonstraram que, após ajustes operacionais, a humidade das lamas foi reduzida de mais de 50% para menos de 10%, resultando em matéria seca superior a 90% e eficiência de secagem acima de 95%.

Considerando a avaliação da influência da estabilização, na qualidade final das lamas, realizaram-se igualmente testes com lamas estabilizadas, agora fora da ETAR de Alcanena, mas recorrendo à mesma instalação piloto, para avaliação do comportamento de alguns dos parâmetros, nomeadamente do crómio. Constatou-se que este metal, por ação do processo de estabilização, apresentava valores significativamente mais reduzidos, do que nas lamas não estabilizadas.

A tecnologia de secagem revelou-se tecnicamente viável e ambientalmente vantajosa, apresentando potencial real para implementação em escala industrial e contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável das lamas geradas pelo processo de tratamento da ETAR de Alcanena.

Adicionalmente a este estudo, foi realizado um estudo de caracterização dos efluentes gasosos emitidos pelo processo de secagem de lamas, verificando-se que a operação desta instalação cumpre com os requisitos legais normalmente aplicáveis em matéria de emissões gasosas.

#### V. ACÇÕES A DESENVOLVER

Para a operação adicional a instalar ao sistema de desidratação de lamas da ETAR de Alcanena, é necessário:

- Avaliar junto das entidades competentes, de quais os procedimentos a adotar ao nível do licenciamento individual (operador de gestão de resíduos) e/ou adição aos processos de tratamento da ETAR, ao nível de TUA;
- É necessário também proceder ao dimensionamento do processo de secagem, para a totalidade das lamas produzidas pela ETAR e definir a tipologia de sistema de geração de ar quente (nomeadamente ao nível do combustível/fonte de produção de calor a utilizar);
- Estudar o destino final para eliminação/valorização das lamas, em alternativa à sua deposição em aterro, para o que se solicita o apoio da Agência Portuguesa do Ambiente;
- Obter financiamento para a implementação da solução, para o que também se solicita o apoio da Agência Portuguesa do Ambiente, nomeadamente para referência deste tipo de investimento junto do Fundo Ambiental.

## VI. CONCLUSÕES

Com a presente Memória Descritiva pretende-se formalizar a intenção da AQUANENA, assim como, apresentar os estudos já desenvolvidos, de dotar o sistema de desidratação da ETAR de Alcanena de processo adicional de secagem térmica das lamas provenientes do processo de tratamento, com vista a reduzir a sua quantidade e validar potenciais destinos alternativos à sua deposição em aterro.

Neste documento descreve-se a tipologia de sistema selecionado e estudado à escala piloto, apresentam-se os resultados obtidos e definem-se os próximos passos a desenvolver.

De fundamental relevância nesta fase, a definição, entre outras questões de cariz técnico, do âmbito de eventual necessidade de licenciamento para esta operação adicional e em caso da exigência da mesma, de qual a entidade responsável para o efeito.

## VII. ANEXOS

- Resultados analíticos da lama desidrata não estabilizada;
- Resultados analíticos dos gases expelidos, durante os testes com as lamas da ETAR de Alcanena;
- Resultados analíticos da lama desidratada e estabilizada.

Alcanena, 10 de setembro de 2025

Assinado por: **NUNO MIGUEL COSTA SILVA**  
Num. de Identificação: 09541366  
Data: 2025.09.10 18:48:30+01'00'

Assinado por: **ISABEL MARIA APARÍCIO  
GONÇALVES PIRES**  
Num. de Identificação: 08023419  
Data: 2025.09.10 15:44:14+01'00'



N.º de Análise: / Analysis No.: QH / 23775 / 25  
Data Colheita: / Sampling Date: 17-04-2025  
Data Receção: / Reception Date: 17-04-2025  
Data Início Ensaio: / Start Date: 23-04-2025  
Data Fim Ensaio: / End Date: 14-05-2025  
Código Cliente: / Client No.: 8230

Exmo(s) Sr(s): / Dear Sir(s):  
AQUANENA E. M. de Á. e S. de Alcanena, E.M., S.A  
Praça 8 de Maio  
Alcanena  
2380-037  
Alcanena

Unidade: / Unit:

AQUANENA E.M. e Á e S.de Alcanena,E.M.,S.A

## Identificação da Amostra: / Sample Identification:

113150 / 25

Tipo Produto / Product Type: Lamas

Acondicionamento / Packaging: saco

Amostra / Sample: Lama do ensaio de secagem

A colheita de amostra não foi efetuada pelo laboratório.

/ The sample collection was not performed by ALS.

## Laboratório Externo

Ensaio/Método Test/Method	Resultado / Result	U	Unidade / Unit
(a) Matéria seca a 105°C / Dry matter at 105°C UNI EN 14346:2007 Met A	83.7	0,6	% m/m
(a) Cloretos / Chlorides APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	1110	50	mg/kg (na matéria seca)
(a) Carbono orgânico dissolvido (no eluato) / Dissolved organic carbon (in eluate) UNI EN 1484:1999	8800	1200	mg/kg (na matéria seca)
(a) Fluoretos / Fluorides APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	197	7	mg/kg (na matéria seca)
(a) Mercúrio / Mercury UNI EN ISO 17294-2:2016	0.0014	0,0009	mg/kg (na matéria seca)
(a) Arsénio / Arsenic UNI EN ISO 17294-2:2016	0.22	0,05	mg/kg (na matéria seca)
(a) Cádmio / Cadmium UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.005 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Crómio / Chromium UNI EN ISO 17294-2:2016	70	10	mg/kg (na matéria seca)
(a) Molibdénio / Molybdenum UNI EN ISO 17294-2:2016	0.17	0,04	mg/kg (na matéria seca)
(a) Níquel / Nickel UNI EN ISO 17294-2:2016	3.0	0,5	mg/kg (na matéria seca)
(a) Chumbo / Lead UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.05 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Antimónio / Antimony UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.05 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Selénio / Selenium UNI EN ISO 17294-2:2016	0.044	0,009	mg/kg (na matéria seca)
(a) Bário / Barium UNI EN ISO 17294-2:2016	0.20	0,05	mg/kg (na matéria seca)

Laboratório / Laboratory Tondela: Zona Industrial Tondela ZIM II Lote 2 e 6 3460-070 Tondela | 232 817 817

Laboratório / Laboratory Lisboa: Rua das Azenhas, nº 34 B 2730-270 Barcarena

Laboratório / Laboratory Castelo Branco: Zona Industrial Rua S, Lote 41 6000-459 Castelo Branco | 272 347 326

Laboratório / Laboratory Porto: Rua Aníbal Cunha Nº 84, loja 5 4050-046 Porto | 223 390 162

Laboratório / Laboratory Madeira: Caminho da Igreja nº 35 9125-259 Caniço | 291 934 931

Técnico Superior de Laboratório  
Higher Laboratory Technician

Vitor Manuel Gaspar



Ensaio/Método Test/Method	Resultado / Result	U	Unidade / Unit
(a) Cobre / Copper UNI EN ISO 17294-2:2016	1.0	0,2	mg/kg (na matéria seca)
(a) Zinco / Zinc UNI EN ISO 17294-2:2016	0.8	0,3	mg/kg (na matéria seca)
(a) Sulfatos / Sulfates APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	450	10	mg/kg (na matéria seca)
(a) Sólidos dissolvidos totais (no eluato) / Total dissolved solids (in eluate) APAT CRN IRSA 2090 A Man 29 2003	11000	280	mg/kg (na matéria seca)
(a) pH (no eluato) / pH (in the eluate) APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	6.9	0,1	.

Laboratório / Laboratory Tondela: Zona Industrial Tondela ZIM II Lote 2 e 6 3460-070 Tondela | 232 817 817

Laboratório / Laboratory Lisboa: Rua das Azenhas, nº 34 B 2730-270 Barcarena

Laboratório / Laboratory Castelo Branco: Zona Industrial Rua S, Lote 41 6000-459 Castelo Branco | 272 347 326

Laboratório / Laboratory Porto: Rua Aníbal Cunha Nº 84, loja 5 4050-046 Porto | 223 390 162

Laboratório / Laboratory Madeira: Caminho da Igreja nº 35 9125-259 Caniço | 291 934 931

Técnico Superior de Laboratório  
Higher Laboratory Technician  
Vitor Manuel Gaspar



**Notas / Notes:**

Lista de abreviaturas: NE- Número estimado; UFC- Unidades formadoras de colónias; LQ – Limite de quantificação; LD – limite de detecção; V.L. – Valor Limite; V.R. – Valor Recomendado; VP - Valor Paramétrico; C - Conforme; A - Aceitável; NC - Não Conforme; Unid. - Unidade; Av. C. - Avaliação de Conformidade; NMP- Número Mais Provável; U – Incerteza expandida; N.A. - Não Aplicável. / List of Abbreviations: NE-Estimated number; CFU-colony forming units; LQ - Limit of quantification; LD - limit of detection; LV - Limit Value; RV - Recommended Value, PV - Parametric Value; C - According, A - Acceptable, NC - Nonconforming; Unit. - Unit; C. AV. - Conformity Assessment; MPN - Most Probable Number; U - Uncertainty; NA - Not Applicable.

O ensaio assinalado com (s) foi contratado e não é acreditado. / The test marked with (s) was contracted and not accredited.

O ensaio assinalado com (a) foi contratado e é acreditado. / The test marked with (a) was contracted and is accredited.

Nos resultados assinalados com (k) os microrganismos estão presentes, mas inferiores a 3x diluição (quando aplicável). / In the results marked with (k) the microorganisms are present, but less than 3x dilution (if applicable).

Para os ensaios assinalados por técnicas de cálculo a metodologia seguida pode ser disponibilizada a pedido. / For the tests indicated by calculation techniques, the methodology followed can be made available on request.

Os dados a sublinhado foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do laboratório. / Data underlined were provided by the customer and is not laboratory responsibility.

Este Relatório de Ensaio refere-se apenas às amostras analisadas. / This Test Report refers only to samples analyzed.

/

O ensaio assinalado com # foi removido do âmbito da acreditação, devido a ter sido realizado fora do prazo de análise ou das condições de colheita e conservação descritas no método, podendo afetar os resultados. / The test marked with # was excluded from the scope of accreditation because it was carried out outside the analysis period or the collection and storage conditions described in the method.

/

Os resultados deste relatório de ensaio aplicam-se à amostra conforme rececionada. / The results of this test report apply to the sample as received. / The results of this test report apply to the sample as received.

Incerteza “U” - corresponde à incerteza expandida calculada com um fator de expansão k=2, correspondendo a um nível de confiança aproximadamente igual a 95%. As incertezas apresentadas em % encontram-se em valor relativo e as restantes em valor absoluto. / Uncertainty “U” - corresponds to the expanded uncertainty expanded with an expansion factor k = 2, corresponding to a level of confidence equal to 95%. Uncertainties shown in % are relative uncertainties and the remaining are absolute uncertainties.

A incerteza do ensaio não inclui incerteza da colheita. A combinação da incerteza da colheita (quando apresentada) e do ensaio pode ser obtida através da fórmula 1 (Ucombinada expressa em %) quando a incerteza do ensaio se encontra apresentada em valor relativo ou através da fórmula 2 (Ucombinada expressa em %) quando a incerteza do ensaio se encontra apresentada em valor absoluto. Para colheitas efetuadas segundo a ISO 5667-5:2006 e IGL 16 a incerteza combinada (colheita e ensaio) para o ensaio pH é de 0.27 unidades de pH. / Test uncertainty does not include sampling uncertainty. The combination of sampling uncertainty (when presented) and test uncertainty can be obtained through formula 1 (Ucombined expressed in %) when the test uncertainty is presented as a relative uncertainty or through formula 2 (Ucombined expressed in %) when the uncertainty of the test is presented as absolute uncertainty. For samplings performed according to ISO 5667-5:2006 and IGL 16 the combined uncertainty (sampling and testing) for the pH test is 0.27 pH units.

Microbiologia de Águas: A incerteza reportada foi estimada de acordo com a ISO29201:2012 e apresenta-se sob a forma de intervalo e com o valor de U em % (quando aplicável). / Water Microbiology: The reported uncertainty was estimated according to ISO29201:2012 and is presented in the form of an interval and the value of U in %.

Proibida a reprodução parcial deste documento. / Prohibited the partial reproduction of this document.

$$U_{combinada} (\%) = \sqrt{(U_{colheita\_relativa})^2 + (U_{ensaio\_relativa})^2} \quad \text{Fórmula 1}$$

$$U_{combinada} (\%) = \sqrt{(U_{colheita\_relativa})^2 + \left(\frac{U_{ensaio\_absoluta}}{resultado\_ensaio} \times 100\right)^2} \quad \text{Fórmula 2}$$



N.º de Análise: / Analysis No.: QH / 50261 / 25  
Data Colheita: / Sampling Date: -  
Data Receção: / Reception Date: 07-08-2025  
Data Início Ensaio: / Start Date: 08-08-2025  
Data Fim Ensaio: / End Date: 27-08-2025  
Código Cliente: / Client No.: 8230

Exmo(s) Sr(s): / Dear Sir(s):  
AQUANENA E. M. de Á. e S. de Alcanena, E.M., S.A  
Praça 8 de Maio  
Alcanena  
2380-037 Alcanena

Unidade: / Unit:

ETAR de Alcanena

## Identificação da Amostra: / Sample Identification:

237560 / 25

Tipo Produto / Product Type: Lamas

Acondicionamento / Packaging: saco

Amostra / Sample: Lama Estabilizada seca 24/07/2025

A colheita de amostra não foi efetuada pelo laboratório.

/ The sample collection was not performed by ALS.

## Laboratório Externo

Ensaio/Método Test/Method	Resultado / Result	U	Unidade / Unit
(a) Matéria seca a 105°C / Dry matter at 105°C UNI EN 14346:2007 Met A	97.3	0,7	% m/m
(a) Cloretos / Chlorides APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	8000	400	mg/kg (na matéria seca)
(a) Carbono orgânico dissolvido (no eluato) / Dissolved organic carbon (in eluate) UNI EN 1484:1999	16000	2200	mg/kg (na matéria seca)
(a) Fluoretos / Fluorides APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	<1 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Mercúrio / Mercury UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.001 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Arsénio / Arsenic UNI EN ISO 17294-2:2016	0.15	0,03	mg/kg (na matéria seca)
(a) Cádmio / Cadmium UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.005 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Crómio / Chromium UNI EN ISO 17294-2:2016	13	2	mg/kg (na matéria seca)
(a) Molibdénio / Molybdenum UNI EN ISO 17294-2:2016	0.5	0,1	mg/kg (na matéria seca)
(a) Níquel / Nickel UNI EN ISO 17294-2:2016	2.3	0,4	mg/kg (na matéria seca)
(a) Chumbo / Lead UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.05 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Antimónio / Antimony UNI EN ISO 17294-2:2016	<0.05 (LQ)		mg/kg (na matéria seca)
(a) Selénio / Selenium UNI EN ISO 17294-2:2016	0.06	0,01	mg/kg (na matéria seca)
(a) Bário / Barium UNI EN ISO 17294-2:2016	0.49	0,07	mg/kg (na matéria seca)

Laboratório / Laboratory Tondela: Zona Industrial Tondela ZIM II Lote 2 e 6 3460-070 Tondela | 232 817 817

Laboratório / Laboratory Lisboa: Rua das Azenhas, nº 34 B 2730-270 Barcarena

Laboratório / Laboratory Castelo Branco: Zona Industrial Rua S, Lote 41 6000-459 Castelo Branco | 272 347 326

Laboratório / Laboratory Porto: Rua Aníbal Cunha Nº 84, loja 5 4050-046 Porto | 223 390 162

Laboratório / Laboratory Madeira: Caminho da Igreja nº 35 9125-259 Caniço | 291 934 931

Técnico Superior de Laboratório  
Higher Laboratory Technician

Vitor Manuel Gaspar



Ensaio/Método Test/Method	Resultado / Result	U	Unidade / Unit
(a) Cobre / Copper UNI EN ISO 17294-2:2016	8	2	mg/kg (na matéria seca)
(a) Zinco / Zinc UNI EN ISO 17294-2:2016	0.6	0,2	mg/kg (na matéria seca)
(a) Sulfatos / Sulfates APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	6100	200	mg/kg (na matéria seca)
(a) Sólidos dissolvidos totais (no eluato) / Total dissolved solids (in eluate) APAT CRN IRSA 2090 A Man 29 2003	49700	1200	mg/kg (na matéria seca)
(a) pH (no eluato) / pH (in the eluate) APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	9.0	0,2	.

Laboratório / Laboratory Tondela: Zona Industrial Tondela ZIM II Lote 2 e 6 3460-070 Tondela | 232 817 817

Laboratório / Laboratory Lisboa: Rua das Azenhas, nº 34 B 2730-270 Barcarena

Laboratório / Laboratory Castelo Branco: Zona Industrial Rua S, Lote 41 6000-459 Castelo Branco | 272 347 326

Laboratório / Laboratory Porto: Rua Aníbal Cunha Nº 84, loja 5 4050-046 Porto | 223 390 162

Laboratório / Laboratory Madeira: Caminho da Igreja nº 35 9125-259 Caniço | 291 934 931

Técnico Superior de Laboratório  
Higher Laboratory Technician  
Vitor Manuel Gaspar



**Notas / Notes:**

Lista de abreviaturas: NE- Número estimado; UFC- Unidades formadoras de colónias; LQ – Limite de quantificação; LD – limite de detecção; V.L. – Valor Limite; V.R. – Valor Recomendado; VP - Valor Paramétrico; C - Conforme; A - Aceitável; NC - Não Conforme; Unid. - Unidade; Av. C. - Avaliação de Conformidade; NMP- Número Mais Provável; U – Incerteza expandida; N.A. - Não Aplicável. / List of Abbreviations: NE-Estimated number; CFU-colony forming units; LQ - Limit of quantification; LD - limit of detection; LV - Limit Value; RV - Recommended Value, PV - Parametric Value; C - According, A - Acceptable, NC - Nonconforming; Unit. - Unit; C. AV. - Conformity Assessment; MPN - Most Probable Number; U - Uncertainty; NA - Not Applicable.

O ensaio assinalado com (s) foi contratado e não é acreditado. / The test marked with (s) was contracted and not accredited.

O ensaio assinalado com (a) foi contratado e é acreditado. / The test marked with (a) was contracted and is accredited.

Nos resultados assinalados com (k) os microrganismos estão presentes, mas inferiores a 3x diluição (quando aplicável). / In the results marked with (k) the microorganisms are present, but less than 3x dilution (if applicable).

Para os ensaios assinalados por técnicas de cálculo a metodologia seguida pode ser disponibilizada a pedido. / For the tests indicated by calculation techniques, the methodology followed can be made available on request.

Os dados a sublinhado foram fornecidos pelo cliente e não são da responsabilidade do laboratório. / Data underlined were provided by the customer and is not laboratory responsibility.

Este Relatório de Ensaio refere-se apenas às amostras analisadas. / This Test Report refers only to samples analyzed.

/

O ensaio assinalado com # foi removido o âmbito da acreditação, devido a ter sido realizado fora do prazo de análise ou das condições de colheita e conservação descritas no método, podendo afetar os resultados. / The test marked with # was excluded from the scope of accreditation because it was carried out outside the analysis period or the collection and storage conditions described in the method.

/

Os resultados deste relatório de ensaio aplicam-se à amostra conforme rececionada. / The results of this test report apply to the sample as received.

Incerteza “U” - corresponde à incerteza expandida calculada com um fator de expansão k=2, correspondendo a um nível de confiança aproximadamente igual a 95%. As incertezas apresentadas em % encontram-se em valor relativo e as restantes em valor absoluto. / Uncertainty “U” - corresponds to the expanded uncertainty expanded with an expansion factor k = 2, corresponding to a level of confidence equal to 95%. Uncertainties shown in % are relative uncertainties and the remaining are absolute uncertainties.

A incerteza do ensaio não inclui incerteza da colheita. A combinação da incerteza da colheita (quando apresentada) e do ensaio pode ser obtida através da fórmula 1 (*U*<sub>combinada</sub> expressa em %) quando a incerteza do ensaio se encontra apresentada em valor relativo ou através da fórmula 2 (*U*<sub>combinada</sub> expressa em %) quando a incerteza do ensaio se encontra apresentada em valor absoluto. Para colheitas efetuadas segundo a ISO 5667-5:2006 e IGL 16 a incerteza combinada (colheita e ensaio) para o ensaio pH é de 0.27 unidades de pH. / Test uncertainty does not include sampling uncertainty. The combination of sampling uncertainty (when presented) and test uncertainty can be obtained through formula 1 (*U*<sub>combined</sub> expressed in %) when the test uncertainty is presented as a relative uncertainty or through formula 2 (*U*<sub>combined</sub> expressed in %) when the uncertainty of the test is presented as absolute uncertainty. For samplings performed according to ISO 5667-5:2006 and IGL 16 the combined uncertainty (sampling and testing) for the pH test is 0.27 pH units.

Microbiologia de Águas: A incerteza reportada foi estimada de acordo com a ISO29201:2012 e apresenta-se sob a forma de intervalo e com o valor de U em % (quando aplicável). / Water Microbiology: The reported uncertainty was estimated according to ISO29201:2012 and is presented in the form of an interval and the value of U in %.

Proibida a reprodução parcial deste documento. / Prohibited the partial reproduction of this document.

$$U_{combinada} (\%) = \sqrt{(U_{colheita\_relativa})^2 + (U_{ensaio\_relativa})^2} \quad \text{Fórmula 1}$$

$$U_{combinada} (\%) = \sqrt{(U_{colheita\_relativa})^2 + \left(\frac{U_{ensaio\_absoluta}}{resultado\_ensaio} \times 100\right)^2} \quad \text{Fórmula 2}$$

Laboratório / Laboratory Tondela: Zona Industrial Tondela ZIM II Lote 2 e 6 3460-070 Tondela | 232 817 817

Laboratório / Laboratory Lisboa: Rua das Azenhas, nº 34 B 2730-270 Barcarena

Laboratório / Laboratory Castelo Branco: Zona Industrial Rua S, Lote 41 6000-459 Castelo Branco | 272 347 326

Laboratório / Laboratory Porto: Rua Aníbal Cunha Nº 84, loja 5 4050-046 Porto | 223 390 162

Laboratório / Laboratory Madeira: Caminho da Igreja nº 35 9125-259 Caniço | 291 934 931

Técnico Superior de Laboratório  
Higher Laboratory Technician

Vitor Manuel Gaspar

**CARACTERIZAÇÃO DE**  
**EFLUENTES GASOSOS**  
**-Secagem de lamas**

Relatório n.º: MG460-1./25 Ed. 1

Data de amostragem: 17-04-2025

**AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A**

**ETAR de Alcanena | Casal de Penhores**

**2380-151 Alcanena**

**Empresa:** AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A.

**Morada:** ETAR de Alcanena | Casal de Penhores

**Código Postal:** 2380-151 Alcanena

**CAE:**

**Nº Cadastro/ Código interno:**

**Fonte Fixa:** Secagem de lamas

**Data da amostragem:** 17-04-2025

**Trabalho solicitado por:** AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A.

**Responsáveis pela Amostragem:** Rúben Bento (Téc.) / Rafael Galo (Téc.)

**Diretora Técnica:** Alda Pereira (Eng.<sup>a</sup>)

**Relatório Elaborado por:** Susana Cordeiro (Eng.<sup>a</sup>)

## 1. OBJECTIVO DOS ENSAIOS

Caracterizar quantitativamente os efluentes gasosos emitidos através da fonte fixa acima identificada.  
Comparar os resultados obtidos com os valores limites determinados na legislação aplicável (DL 39/2018 de 11 de junho e na Portaria 190-B/2018 de 2 de julho).

### Notas:

Os resultados apresentados estão corrigidos para condições PTN, pressão absoluta normal de 101,325 kPa (760 mmHg) e temperatura absoluta normal de 273,2 K (0 °C).

Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados e ao respetivo período de medição.

Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LMA da Pedamb.

As incertezas apresentadas foram estimadas de acordo com a metodologia apresentada no ISO GUM.

Incerteza expandida (amostragem e determinação), com um nível de confiança de aproximadamente 95% (fator de expansão  $k = 2$ ).

## 2. METODOLOGIA

Parâmetros	Norma / Procedimento	Metodologia	Acreditação	
			Amostragem	Análise
<b>Determinações preliminares</b>				
Oxigénio (O <sub>2</sub> )	EN 14789:2017	Paramagnético	A	A
Monóxido de carbono (CO)	EN 15058:2017	NDIR	A	A
Humidade	EN 14790:2017	Condens. / adsorç.	A	A
Velocidade e caudal	ISO16911-1:2013	Pitot	A	A
<b>Poluentes</b>				
Compostos orgânicos totais (COT's)	EN 12619:2013	Ionização de chama	A	A
Metais pesados (Cr)	EN 14385:2024	ICP	A	A(*)
Crómio Hexavalente	CARB 425:1997	IC-E	NA	NA(*)
Compostos gasosos individuais de carbono: Mercaptanos, aminas	CEN/TS 13649:2014	Adsorção/desorção Solvente	A	A(*)
Amoníaco (NH <sub>3</sub> )	ISO 21877:2019	IC	A	A(*)
Sulfureto de Hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	VDI 3486-2:1979	Iodometria	A	A

A – Acreditada; NA – Não Acreditada; IT (EG)-XX indica procedimento interno; (\*) Ensaio contratado;

Nota 1: Todos os ensaios laboratoriais não contratados, são efectuados nas instalações da Pedamb.

Nota 2: Os ensaios contratados pelo laboratório estão fora do âmbito da sua acreditação.

Nota 3: Identificação do laboratório contratado: -----

Nota 4: Informação detalhada dos métodos de ensaio, deverá ser consultada a Lista de Ensaaios sob Acreditação Flexível Intermédia, que se anexa.

## 3. DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Parâmetro	Recolha		Data de conclusão das análises
	Data	Hora	
Sulfureto de Hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	17-04-2025	12h15-14h18	28-04-2025
Compostos orgânicos totais (COT's)		10h29-11h01	17-04-2025
Metais pesados (Cr)		11h17-12h03	02-05-2025
Crómio Hexavalente		12h45-14h15	07-05-2025
Compostos gasosos individuais de carbono: Mercaptanos, aminas		10h29-11h29/11h40-12h10	15-05-2025/26-05-2025
Amoníaco (NH <sub>3</sub> )		14h25-14h57	07-05-2025

## ANEXO 7

Aquanena - Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.m., S.a  
Rua 25 de Abril, Mercado Municipal António Galveias Dias  
2380-042 Alcanena

Código do Estabelecimento:

S/ referência	Data	N/ referência	Data
		<b>S055886-202510-DRES.DRS</b>	02/10/2025

Assunto: Desidratação por secagem térmica das lamas da ETAR de Alcanena

Após reanálise da situação em apreço sobre a operação de desidratação por secagem térmica das lamas da ETAR de Alcanena, cuja resposta foi objeto do n/ofício S045261-202508-DRES.DRS, em que foi referido que a operação em análise constituía uma operação de tratamento de resíduos sujeita a licenciamento nos termos previstos no capítulo VIII do Regime Geral de Gestão de Resíduos, RGGR, publicado pelo anexo I do Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro na sua redação atual, concluiu-se que tratando-se apenas de uma desidratação por secagem térmica configura um tratamento da fração sólida das águas residuais e não um tratamento de resíduos, desde que efetuada dentro da ETAR e independentemente de ser realizada antes ou depois do processo de estabilização/espessamento.

Face ao exposto nas condições mencionadas a operação de desidratação por secagem térmica, não constitui uma operação de tratamento de resíduos sujeita a licenciamento nos termos previstos no capítulo VIII do Regime Geral de Gestão de Resíduos, RGGR, publicado pelo anexo I do Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro na sua redação atual.

Com os melhores cumprimentos,

A Vogal do Conselho Diretivo da APA,



Ana Cristina Carrola

(No uso de competências delegadas pela Deliberação n.º 1660/2024, de 19 de dezembro, publicada no Diário da República, 2.ª Série, n.º 252, de 30 de dezembro de 2024)

MM

(Solicita-se que na resposta seja indicada a referência deste documento)

## ANEXO 8

## Fósforo Total

### Amostra Composta Indústrias

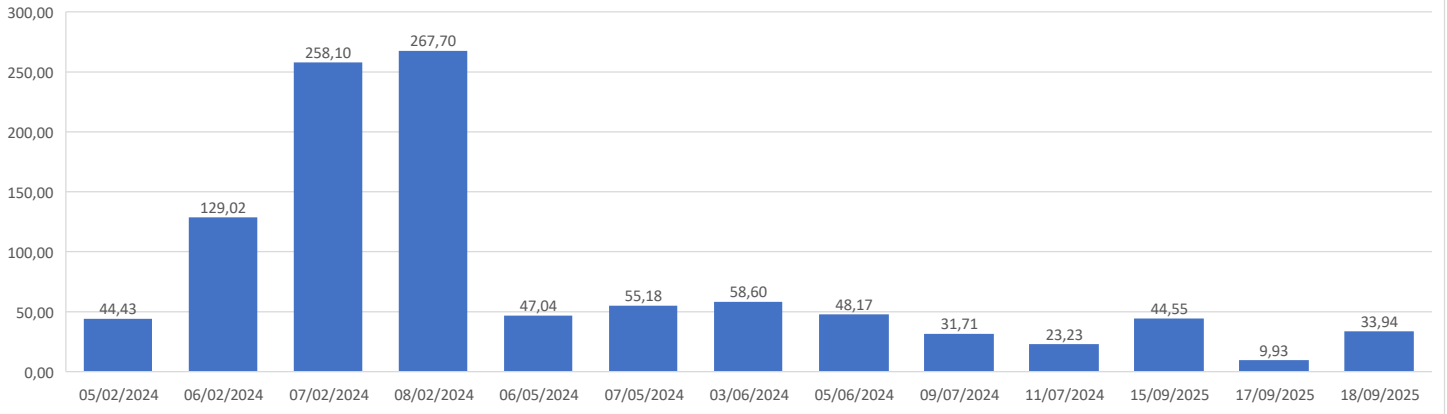
Designação	Classe	Data da amostra	Fósforo Total
			(mg/L)
Indústria A	1	05/02/2024	44,43
Indústria A	1	06/02/2024	129,02
Indústria A	1	07/02/2024	258,10
Indústria A	1	08/02/2024	267,70
Indústria A	1	06/05/2024	47,04
Indústria A	1	07/05/2024	55,18
Indústria A	1	03/06/2024	58,6
Indústria A	1	05/06/2024	48,17
Indústria A	1	09/07/2024	31,71
Indústria A	1	11/07/2024	23,23
Indústria A	1	15/09/2025	44,55
Indústria A	1	17/09/2025	9,93
Indústria A	1	18/09/2025	33,94
Indústria B	3	15/02/2024	91,96
Indústria B	3	06/05/2024	176,93
Indústria B	3	07/05/2024	83,30
Indústria B	3	09/07/2024	56,59
Indústria B	3	11/07/2024	39,61
Indústria B	3	05/06/2024	40,39
Indústria B	3	08/09/2025	51,44
Indústria B	3	09/09/2025	45,98
Indústria B	3	10/09/2025	51,77
Indústria B	3	11/09/2025	50,51
Indústria C	3	15/02/2024	204,14
Indústria C	3	06/05/2024	41,42
Indústria C	3	07/05/2024	41,12
Indústria C	3	03/06/2024	35,7
Indústria C	3	05/06/2024	37,00
Indústria C	3	09/07/2024	25,26
Indústria C	3	11/07/2024	49,28
Indústria C	3	15/09/2025	55,69
Indústria C	3	16/09/2025	14,65
Indústria C	3	17/09/2025	37,07
Indústria C	3	18/09/2025	46,98
Indústria D	4	06/05/2024	12,69
Indústria D	4	07/05/2024	9,50
Indústria D	4	03/06/2024	2,3
Indústria D	4	05/06/2024	12,49
Indústria D	4	08/09/2025	5,09
Indústria D	4	09/09/2025	7,62
Indústria D	4	10/09/2025	4,00
Indústria D	4	11/09/2025	4,86
Indústria E	4	03/06/2024	7,72
Indústria E	4	05/06/2024	9,56
Indústria E	4	09/07/2024	5,81
Indústria E	4	11/07/2024	21,95
Indústria E	4	15/09/2025	8,85
Indústria E	4	16/09/2025	8,53
Indústria E	4	18/09/2025	8,72

## Fósforo Total

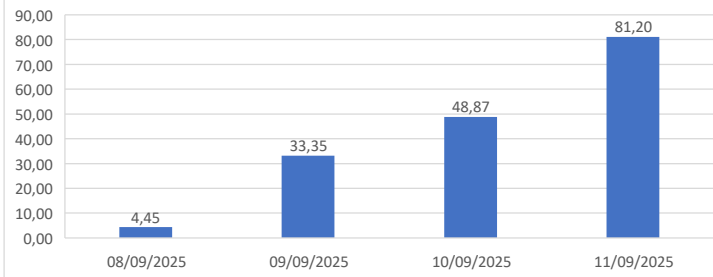
### Amostra Composta Indústrias

Indústria F	3A	09/07/2024	10,43
Indústria F	3A	11/07/2024	3,33
Indústria G	4	09/07/2024	4,36
Indústria G	4	11/07/2024	4,51
Indústria H	4	18/11/2024	2,34
Indústria H	4	19/11/2024	3,53
Indústria H	4	21/11/2024	4,07
Indústria H	4	09/09/2025	6,82
Indústria H	4	10/09/2025	6,16
Indústria H	4	11/09/2025	7,24
Indústria I	4	20/11/2024	0,49
Indústria J	2	08/09/2025	1,06
Indústria J	2	09/09/2025	29,26
Indústria J	2	10/09/2025	45,83
Indústria J	2	11/09/2025	53,96
Indústria K	2	08/09/2025	3,39
Indústria K	2	09/09/2025	4,09
Indústria K	2	10/09/2025	3,04
Indústria K	2	11/09/2025	27,24

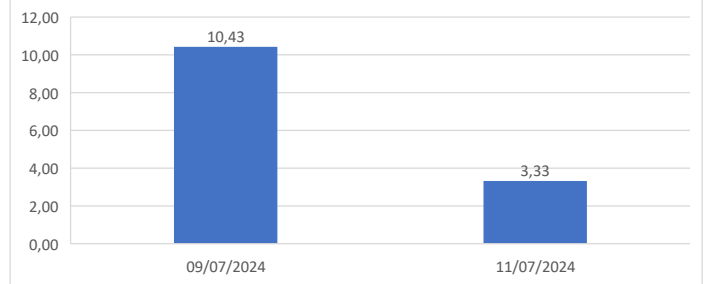
Fósforo Total (mg/L) - Classe 1



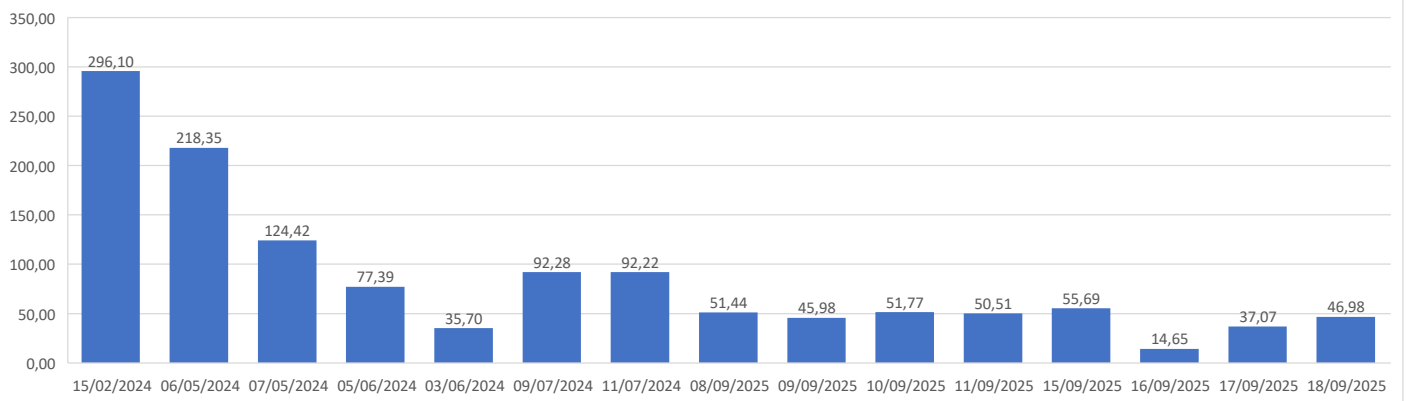
Fósforo Total (mg/L) - Classe 2



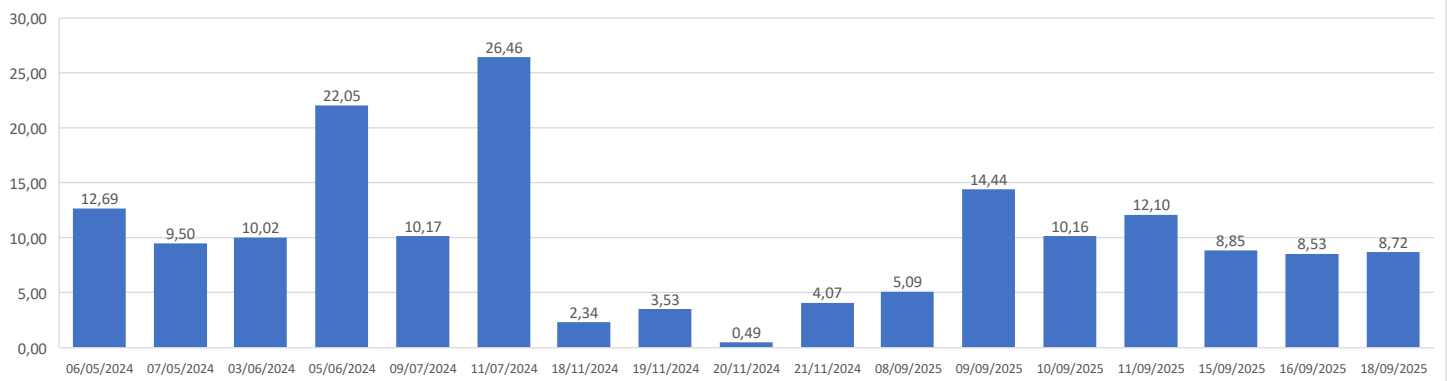
Fósforo Total (mg/L) - Classe 3A



Fósforo Total (mg/L) - Classe 3



Fósforo Total (mg/L) - Classe 4



## ANEXO 9

## Maria Silva

---

**De:** Maria Silva  
**Enviado:** 27 de março de 2025 11:19  
**Para:** Expediente Geral; arht.geral@apambiente.pt  
**Cc:** carlos.castro@apambiente.pt; Susana Fernandes; Isabel Pires; Miguel Guerreiro; Luisa Grilo; nunosilva@cm-alcanena.pt; alexandrepres@cm-alcanena.pt  
**Assunto:** Título Único Ambiental TUA20230405001152 | Estabelecimento ETAR de Alcanena  
**Anexos:** ETAR Alcanena\_Pedido renovação TUA20230405001152.pdf

Ex.mos Senhores,

Tendo em consideração que se aproxima a data de fim de validade do Título Único Ambiental TUA20230405001152, relativo à ETAR de Alcanena, e ainda não foi possível submeter o pedido através da plataforma SILIAMB, em virtude de alguns constrangimentos ao longo do preenchimento dos formulários de pedido de renovação.

Vimos por este meio remeter o documento em anexo, cujo objetivo é solicitar a sua renovação. Informamos que, logo que se consigam ultrapassar os constrangimentos verificados, iremos concluir o pedido de renovação via plataforma SILIAMB.

Agradecemos pela atenção e estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Com os melhores cumprimentos,

**Maria Teresa Silva**

ETAR de Alcanena | Aterro de Lamas  
Telem. 969 392 007

AQUANENA – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A.  
ETAR de Alcanena | Casal de Penhores | 2380-151 Alcanena |  
Telefone: +351 249 248 104 (custo de uma chamada para a rede fixa nacional) | Telemóvel: +351 969 392 007 |  
[www.aquanena.pt](http://www.aquanena.pt)

**AQUANENA**  
EMPRESA MUNICIPAL  
DE ÁGUAS E SANEAMENTO  
DE ALCANENA  
[www.aquanena.pt](http://www.aquanena.pt) ☎ 249 899 414

Facebook: @aquanena.em  
Instagram: aquanena.empresamunicipal

**ÁGUA DA TORNEIRA**  
Uma escolha NATURAL!

Qualidade Exemplar  
da Água para  
Consumo Humano

Agua para Consumo Humano  
ERSAR  
2023  
SELLO DE  
QUALIDADE

Evite imprimir este e-mail. O Ambiente agradece.

Imprimir 1 folha A4 significa gastar 10 litros de água.

Ex.mos Senhores,

Tendo em consideração que se aproxima a data de fim de validade do Título Único Ambiental TUA20230405001152, relativo à ETAR de Alcanena, vimos por este meio solicitar a sua renovação e colocar à V/ consideração, a necessidade da emissão de um novo título que considere manter os pressupostos do V/ ofício S022611-202404-ARHTO.DOLMT de 1 de abril de 2024, nomeadamente o adiamento das condições de rejeição, designadamente valores limite de emissão (VLE) mais exigentes, a cumprir a partir de 05-04-2024 definidos no referido título, emitido em **05/04/2023** e com **data de validade de 05/04/2025**.

Conforme tem vindo a ser demonstrado, por via dos reportes de autocontrolo e dos relatórios síntese trimestrais, regista-se uma melhoria efetiva da eficiência de tratamento na ETAR de Alcanena, face às medidas/intervenções implementadas nos últimos dois anos, nomeadamente no período de vigência do TUA20230405001152.

### 1. Descrição sumária das intervenções

Conscientes que a modernização contínua é necessária para a sustentabilidade futura do sistema de saneamento, não podemos deixar de destacar os investimentos mais relevantes, já implementados, que contribuem para a melhoria efetiva do desempenho da ETAR:

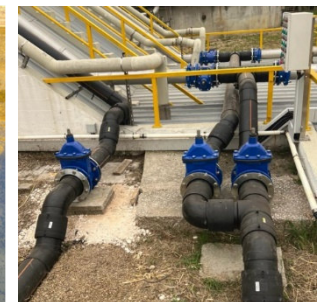
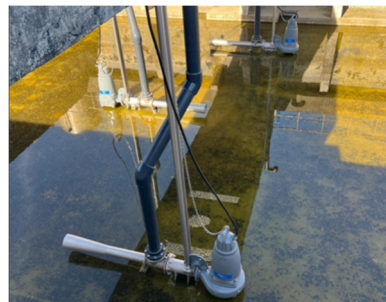
- Automatização dos equipamentos de arejamento do segundo estágio do tratamento biológico da ETAR, em função de grandezas controladas (valores de O<sub>2</sub> dissolvido);
- Automatização do sistema de adução de efluente ao tratamento químico, com controlo mais efetivo de caudais;
- Aquisição de tamisadores novos, que garantem uma remoção de sólidos grosseiros de de dimensão fina mais efetiva e atuam na prevenção de avarias em equipamentos a jusante;
- Entrada em funcionamento do sistema de dosagem de Cloreto Férrico, nos 3 emissários de efluente industrial, para controlo de sulfuretos na massa líquida, ação que teve um impacto positivo na qualidade do efluente que chega à ETAR, em termos de controlo dos efeitos de septicidade, nomeadamente no controlo da libertação de odores ofensivos;



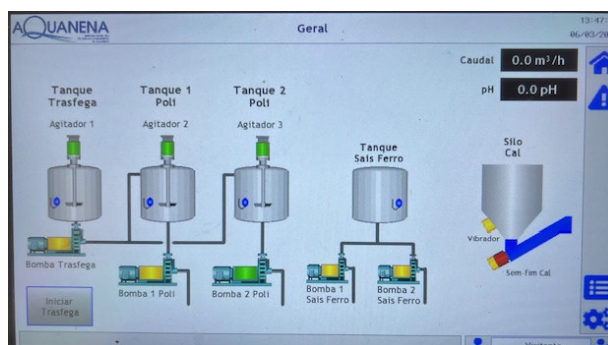
- Realização de Estudos Piloto para melhoria dos parâmetros de rejeição integrantes do TUA;
- Instalação de caudalímetros em pontos estratégicos dos emissários, de forma a conhecer e gerir melhor os caudais afluentes à ETAR;



- Criação de tanque de reserva, condição T000131 do TUA, para desvio de picos de caudal afluente, situação que permite minimizar as descargas de emergência e, simultaneamente, aumentar os caudais a conduzir tratamento em tempo seco e em tempo de chuva;



- Automatização do tratamento químico, permitindo gerir a adição de reagentes de forma automatizada, em função dos caudais afluentes;



- Instalação de caudalímetros em todos os circuitos hidráulicos de recirculação da ETAR, permitindo fazer o balanço hídrico da instalação com maior rigor;



- Instalação de sistema automático de filtração, após os decantadores secundários, em leitos de vidro ionizado, garantindo uma melhoria substancial das concentrações em Sólidos Suspensos Totais (SST) do efluente.



Realça-se ainda ter sido integralmente cumprido o conjunto de investimentos conducentes ao cumprimento do objetivo respeitante à redução de odores ofensivos, nomeadamente:

- Sistema de controlo de sulfuretos com injeção de Cloreto Férrico na rede de saneamento industrial;



- Cobertura da elevação inicial e reabilitação dos parafusos de Arquimedes;



- Cobertura dos tanques de equalização e instalação do sistema de extração e tratamento de gases;



- Instalação do sistema de Injeção de oxigénio líquido nos tanques de equalização (em vez de ar);



## 2. Avaliação de conformidade

Apresenta-se de seguida o resumo dos dados reportados para os parâmetros que caracterizam o efluente rejeitado na ETAR de Alcanena, que podem ser observados no relatório enviado em 15/01/2025 e que demonstram a evolução claramente positiva de desempenho da instalação:

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade do efluente: Apresentação de resultados de 8 parâmetros que cumprem os VLE

	pH	SST (mg/L)	CBO <sub>5</sub> (mg/L)	Azoto Amoniacal (mg/L)	Crómio Total (mg/L)	Sulfuretos (mg/L)	Alumínio (mg/L)	Detergentes (mg/L)
<b>VLE atual</b>	<b>6-9</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>2</b>
<b>VLE futuro</b>	<b>6-9</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>1,6</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>2</b>
Média 2022	7,8	81	21	9,07	1,0	<0,1	0,11	0,2
Média 2023	7,8	47	15	0,48	0,7	<0,1	0,05	0,4
Média 2024	<b>7,8</b>	<b>23</b>	<b>&lt;14</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>0,06</b>	<b>0,2</b>

Pela análise dos dados de controlo analítico do efluente tratado, quando analisados de forma global, através das suas médias, verifica-se um aumento expressivo e continuado da eficiência de depuração ao longo dos últimos 3 anos de exploração ( 2022-2024).

Os resultados analíticos obtidos nos últimos meses representam o cumprimento dos VLE's atuais para 8 dos 9 parâmetros com monitorização quinzenal obrigatória, nomeadamente pH, CBO<sub>5</sub>, Azoto amoniacal, Crómio total, Sulfuretos totais, Alumínio, Detergentes e SST.

Quadro 2 – Parâmetros de qualidade do efluente: Apresentação de resultados dos restantes parâmetros que cumprem os VLE

	CQO (mg/L)	Ptotal (mg/L)	Ntotal (mg/L)	E. Coli (Colilert) (NMP/100mL)
<b>VLE atual</b>	<b>125</b>	---	---	---
<b>VLE futuro</b>	<b>120</b>	<b>1,6</b>	<b>15</b>	<b>2000</b>
Média 2022	258	2,7	79,8	--
Média 2023	238	2,6	74,4	16230
Média 2024	174	2,3	56,1	13046

Muito embora se constate uma melhoria efetiva, ao nível do parâmetro CQO (redução do valor médio em 32,6%), com maior expressão no ano de 2024, os valores obtidos continuam acima do VLE, atendendo a que uma fração significativa da CQO aparece sob a forma refratária solúvel, não removível por tratamentos biológicos. Também os valores de Fósforo Total (Ptotal) e Azoto Total (Ntotal), apesar da melhoria dos valores médios (redução do valor médio em 14,8% e 29,7% respetivamente), apresentam resultados acima dos VLE's cujo cumprimento passa a ser obrigatório a partir de 05/04/2025. Na mesma situação se encontra o parâmetro *Escherichia Coli*, que passou a ser monitorizado desde início de vigência do TUA, em concreto desde abril de 2023 (redução do valor médio em 19,6%), e que surge como um novo requisito, com VLE já estabelecido.

### 3. A nova Diretiva de Águas Residuais Urbanas (DARU)

A nova DARU (Diretiva 2024/3019, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas) aprovada na reunião do Conselho Europeu de 5 de novembro de 2024, com entrada em vigor em 1-1-2025, visa garantir um tratamento mais eficiente das águas residuais urbanas, com foco na proteção ambiental, na saúde pública e na promoção da sustentabilidade a longo prazo, exigindo, naturalmente, elevados investimentos em infraestruturas e tecnologias adequadas. Os novos requisitos a atingir de forma gradual até 2045, nomeadamente para equivalentes populacionais (e.p.) superiores a

150 000 são bem mais exigentes dos que os atuais e assentam essencialmente em **valores limite de emissão mais rigorosos para N (8 mg/l) e P (0,5 mg/l)**, no tratamento quaternário, na evolução para a **neutralidade energética** a nível nacional ( 40% até 2035, 70% até 2040, e 100% até 2045) e no **controlo de descargas de emergência e segurança** (devido frequentemente a afluências indevidas às infraestruturas, como é o caso das águas pluviais ou de infiltração do aquífero), com um valor indicativo limite para a carga poluente descarregada de 2% da carga anual . Em síntese, salientam-se, entre outras, as seguintes medidas:

- o aumento da frequência de amostragem dos efluentes tratados e rejeitados;
- o aumento do número de parâmetros a monitorizar nos efluentes tratados e rejeitados;
- monitorização quantitativa das descargas de emergência;
- monitorização qualitativa das descargas de emergência;
- auditorias energéticas de 4 em 4 anos;
- Implementação de sistemas de tratamento terciário mais rigorosos;
- análise dos poluentes emergentes (micropoluentes);
- responsabilidade alargada ao produtor;
- implementação de sistemas de tratamento quaternário (remoção de micropoluentes);

A satisfação da DARU requer a elaboração de Planos de Ação específicos e será sujeita a um processo gradual de implementação até 2045, com varias etapas intermedias de satisfação obrigatória.

Embora a nova DARU represente um passo importante para a proteção ambiental e para a melhoria da qualidade da água, a sua implementação enfrenta desafios complexos. A superação desses obstáculos requer uma abordagem integrada, que envolve a modernização das infraestruturas, a adoção de tecnologias avançadas e inovadoras, a colaboração com a comunidade científica, a cooperação institucional com as diferentes entidades oficiais e governamentais e a sensibilização das diferentes partes interessadas, como os utilizadores e a população que reside na envolvente das instalações de tratamento. Além disso, será fundamental que os recursos financeiros e técnicos sejam os adequados.

#### 4. Solução de afinação final

Conforme tem vindo a ser igualmente reportado, no que respeita ao **modelo preconizado de conceção-construção, para implementação da solução de afinação final, foi desenvolvido o caderno de encargos e preparado o processo de concurso internacional**, com lançamento previsto para dezembro de 2022. Contudo, **esta opção ficou suspensa, devido ao elevado valor**

**de investimento previsto, com um acréscimo de custos muito elevado face à perspetiva inicial e devido ao prazo previsto para a sua conclusão (24 meses, após o lançamento).**

- **Investimento inicial previsto: €4.986.500;**
- **Investimento estimado para lançamento da empreitada de conceção-construção – tratamento de afinação final: 9.000.000.**

Este cenário despoletou, ainda no final de 2022, a **procura de alternativas de reforço do financiamento comunitário**, uma vez que a empresa municipal AQUANENA, não reunia, nem reúne, condições para endividamento, face aos montantes envolvidos.

Neste contexto foram realizadas, ao longo do ano 2023, **reuniões com o Senhor Ministro do Ambiente e da Ação Climática (Duarte Cordeiro) e com o Senhor Secretário de Estado do Ambiente (Hugo Pires)**, para avaliação de Programa de Acolhimento, onde foi apontada a **possibilidade de intervenção do Grupo Águas de Portugal**.

Destas reuniões resultou a constituição de um **Grupo de Trabalho**, com técnicos da AQUANENA e de diferentes entidades integrantes do **Grupo Águas de Portugal** (ex: EPAL e Águas do Tejo Atlântico), que tem vindo a realizar visitas técnicas e avaliação de documentação relevante para o efeito, no sentido de desenvolver um **estudo técnico-económico para a implementação da solução final de afinação, aguardando-se a respetiva conclusão**.

Em 2024 foram solicitados pontos de situação deste processo a diferentes responsáveis, como sejam o **Eng.º Arménio Figueiredo (Assessor do Conselho de Administração da EPAL)** e o **Eng.º Carlos Martins (Presidente do Conselho de Administração da EPAL)**.

Foi também solicitada reunião com o **Eng.º Carmona Rodrigues (Presidente do Conselho de Administração da AdP – Águas de Portugal)** e com a **Senhora Ministra do Ambiente e Energia (Maria da Graça Carvalho)**.

A 29 de novembro de 2024, aquando da inauguração dos Investimentos de Reabilitação do Sistema de Tratamento de Alcanena, e que contou com a presença do Secretário de Estado do Ambiente, Dr Emídio Sousa, o pedido de reunião voltou a ser abordado.

No dia 4 de março de 2025 ocorreu finalmente a audiência solicitada à **Senhora Ministra do Ambiente e Energia, Maria da Graça Carvalho**, onde esta temática voltou a ser abordada.

Não obstante as diversas operações de beneficiação executadas de acordo com o perspectivado no Plano Estratégico, o sistema carece ainda de algumas intervenções estruturantes. Assim, tendo em conta a necessidade de melhorar o nível de tratamento da ETAR, a AQUANENA, procedeu à

contratação da HIDRA, Hidráulica e Ambiente, Lda., que através da sua equipa técnica tem acumulado, ao longo dos anos, conhecimentos sobre as características e desempenho da globalidade do sistema, para a realização de um estudo denominado “Avaliação da Viabilidade de Tratamento de Afinação por Soluções de Base Natural a Jusante da Atual ETAR de Alcanena”, prevendo-se a possibilidade de desenvolver uma solução extensiva, de descarga “zero”, pelo menos em períodos prolongados de tempo.

A realização do estudo visa a escolha de uma solução que permita cumprir os requisitos legais atuais e futuros e, simultaneamente, seja viável e sustentável a nível ambiental e económico. O estudo piloto inclui a exploração de uma estação meteorológica móvel (radiação, velocidade do vento, temperatura, precipitação e humidade relativa), e a monitorização hidráulica (balanços hídricos e de qualidade do efluente), 1 bacia não plantada, apenas com meio de enchimento, e outras 2 bacias geometricamente iguais, plantadas com espécies diferentes, e que integram, entre outras espécies, ou salgueiros ou choupos. O estudo é inovador à escala nacional e internacional, face à tipologia do efluente a tratar e à sua escala, tendo em vista obter uma situação tendencial de descarga “zero” para o efluente da ETAR de Alcanena, evitando assim a descarga na linha de água da Ribeira do Carvalho. Em períodos de excedentes, pode recircular-se o efluente para montante, ou armazená-lo em lagoas para usos compatíveis, em função da sua qualidade.

À data atual já se encontram instalados os dois leitos previstos, tendo sido realizadas as plantações de todas as espécies, de acordo com as especificações técnicas. Estas instalações piloto foram planeadas para retratar, tanto quanto possível, as condições reais. Nesta fase a evapotranspiração é bastante limitada, tendo em conta a altura do ano e o estágio de desenvolvimento das espécies vegetais, prevê-se que esta venha a aumentar com o tempo, nomeadamente, com o crescimento das plantas e a redução da infiltração média por colmatção, o que se pretende avaliar com o ensaio em curso. Nas figuras seguintes pode observar-se a instalação à data de meados de fevereiro.



O Município de Alcanena, em conjunto com a AQUANENA, estão a preparar, para o mês de maio de 2025, um evento Internacional dedicado à temática das “*Soluções de Base Natural no Âmbito do Ciclo Urbano da Água*”, a realizar em Alcanena. O evento visa a partilha de conhecimentos nestas matérias, bem como de algumas práticas já implementadas noutros países. Para tal, o programa do evento contará com uma apresentação sobre a “Evolução Estratégica de Saneamento do Concelho, com integração de Soluções de Base Natural”, a cargo da AQUANENA, com intervenções de conceituados técnicos de universidades europeias (Aarhus University, Dinamarca e UPC Barcelona, Espanha) e com uma apresentação sobre “A nova Diretiva de Águas Residuais Urbanas e o potencial de aplicação de Soluções de Base Natural”, a cargo de José Saldanha Matos, do IST-UL/Hidra. Face à relevância do tema, foi convidada para este evento a **Senhora Ministra do Ambiente e Energia, Prof<sup>a</sup> Maria da Graça Carvalho**. Conta-se convidar diferentes entidades relevantes, como a Agência Portuguesa do Ambiente, as Administrações de Regiões Hidrográficas, as universidades e politécnicos, a ERSAR, a APRH, a APESB, a APDA e varias entidades gestoras.

Apresenta-se de seguida, um Plano de ação para o período 2025 a 2027, que a AQUANENA se propõe implementar conducente ao cumprimento dos objetivos, para a ETAR de Alcanena.

### **Plano de Ação**

<b>Ações a desenvolver</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Estudo Piloto – Solução de base natural “descarga zero”	Avaliar a viabilidade de tratamento de afinação final	Setembro		
Estudo de eficiência de desinfeção, nomeadamente por avaliação de transmitancia	Avaliar soluções de desinfeção a implementar, com vista ao cumprimento do VLE (E.Coli)	Setembro		
Formação sobre a nova DARU	Capacitar o quadro técnico da AQUANENA, sobre os novos requisitos da DARU	Dezembro		
Estudo para remoção/ recuperação do fósforo	Avaliar soluções de cumprimento do VLE (Fósforo total)		1º trimestre	
Investimento na solução de desinfeção	Cumprimento do VLE ( <i>E. Coli</i> – 2000 NMP/100 ml)		Dezembro	
Plano de monitorização e controlo de excedentes em tempo de chuva	Controlo de overflows à luz da nova Diretiva			1º trimestre

## 5. Conclusões

Torna-se imperioso identificar as melhores opções que conduzam ao objetivo do cumprimento integral do TUA da ETAR de Alcanena, quer ao nível dos requisitos legais atuais quer ao alinhamento com os desafios futuros, mas que simultaneamente sejam viáveis e sustentáveis do ponto de vista ambiental e social, e do ponto de vista dos custos de investimento e dos encargos de exploração.

Os estudos piloto, e outros anteriormente desenvolvidos, nomeadamente de oxidação avançada (ozonização) e de electrocoagulação química não se revelaram viáveis técnica ou economicamente. A solução que agora se avalia de base natural (“willows”) visa tendencialmente a descarga nula (“zero discharge” na terminologia anglo-saxónica) e está perfeitamente alinhada com o Pacto Ecológico Europeu e a inovação como motor de desenvolvimento sustentável.

No entanto, deve ter-se presente o seguinte:

- a) O elevado **valor de investimento previsto, e de área ocupada**
- b) O **grau de inovação inerente às soluções de tratamento de afinação e ao grau de incerteza relativo ao respetivo desempenho, em face do clima local, o que obriga necessariamente a prévia monitorização hidráulica e ambiental de instalações piloto**
- c) Os efluentes terem uma elevada componente resultante da indústria de curtumes, e que apresenta especificidades muito próprias e dificuldades acrescidas de tratamento,

Pelos motivos acima expostos, **submete-se à v/ apreciação a renovação do Título em apreço, nas atuais condições em vigor, por um prazo não inferior a 2 (dois) anos.**

Agradecemos pela atenção e estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

### A EXPLORAÇÃO

MARIA TERESA SILVA

LUÍS MIGUEL GUERREIRO SANTOS

### O CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

NUNO SILVA

ISABEL PIRES

ALEXANDRE PIRES

Alcanena, 18 de março de 2025

## ANEXO 10

Aquanena - Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.m., S.a  
Rua 25 de Abril Mercado Municipal António Galveias Dias  
2380-042 Alcanena

---

S/ referência	Data	N/ referência	Data
		<b>S021276-202504-ARHTO.DOLMT</b>	
	Proc.	<b>ARH-LX 558/10221</b>	
Assunto:	Renovação da Licença de Utilização dos Recursos Hídricos para Rejeição de Águas Residuais nº L006844.2021.RH5A.V1 (TUA20230405001152) - ETAR de Alcanena		

Na sequência do pedido de renovação da Licença de Utilização dos Recursos Hídricos para Rejeição de Águas Residuais n.º L006844.2021.RH5A.V1 (TUA20230405001152), relativo à ETAR de Alcanena, informa-se que foi identificado um erro no módulo de Licenciamento Único da plataforma SILiAmb, devido a um *bug* do sistema, o qual se encontra a ser resolvido pelo Departamento de Tecnologias e Sistemas de Informação desta Agência.

Neste contexto, e até comunicação da decisão final relativa ao pedido de renovação acima referido, deverão ser mantidos todos os requisitos e obrigações constantes desta licença, mesmo após o seu término.

O reporte do autocontrolo, após o término da licença e até à sua renovação, deverá ser remetido através de e-mail para o endereço: [arht.geral@apambiente.pt](mailto:arht.geral@apambiente.pt).

Com os melhores cumprimentos,

O Chefe de Divisão do Oeste, Lezíria e Médio Tejo



Carlos Castro

\CR

## ANEXO 11

Aquanena - Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Alcanena, E.M., S.A  
Rua 25 de Abril Mercado Municipal António Galveias Dias  
2380-042 Alcanena

---

S/ referência	Data	N/ referência	Data
		<b>S067648-202511-ARHTO.DOLMT</b>	
	Proc.	<b>ARH-LX 558/10221</b>	
Assunto:	Tratamento e encaminhamento de lamas provenientes da ETAR de Alcanena - TUA20230405001152		

Na sequência do vosso email, datado de 07-10-2025, relativo ao pedido de atualização do Título Único Ambiental (TUA) n.º TUA20230405001152, que integra a Licença de Utilização dos Recursos Hídricos para rejeição de água da ETAR de Alcanena (L076197.2025.RH5A.V1), e através do qual manifestam a intenção de proceder à implementação de uma solução de secagem térmica das lamas daquela instalação, cumpre-nos informar o seguinte:

- Considerando que o equipamento proposto tem como objetivo principal a redução da produção de lamas, contribuindo assim para a diminuição da respetiva deposição em aterro e constituindo, simultaneamente, uma mais-valia ambiental que, ainda que de forma indireta, promove a minimização do risco de contaminação dos recursos hídricos, não se identifica qualquer inconveniente à sua implementação.
- Informa-se, igualmente, que não se afigura necessária a atualização da Licença n.º L076197.2025.RH5A.V1, integrada no TUA20230405001152, porquanto a alteração proposta se circunscreve, apenas, ao esquema de tratamento da fase sólida das águas residuais descrito na tabela "EXP8.3.5 - Caracterização Geral - ETAR Urbana/Doméstica" da referida licença.

Face ao exposto, emite-se parecer favorável à implementação da solução de secagem térmica das lamas da ETAR de Alcanena.

Mais se informa que o presente ofício deverá ser apenso ao TUA n.º TUA20230405001152.

Com os melhores cumprimentos,

O Chefe de Divisão do Oeste, Lezíria e Médio Tejo



Carlos Castro

\CR