



# RELATO CIENTÍFICO

---

# 2025

ESCOLA SECUNDÁRIA DA MAIA

JOSÉ FERNANDES | RODRIGO MACEDO |  
RODRIGO FERREIRA | RÚBEN OLIVEIRA

# INDÍCE

1. Abstract
2. Introdução
3. Materiais e Métodos
  - 3.1 Materiais
  - 3.2. Métodos
4. Resultados
5. Objetivos
6. Conclusão
7. Contribuições
8. Referências Bibliográficas



# ABSTRACT

The **PureAquaSense** project aims to develop a prototype device that utilizes the biological properties of microalgae to reduce nitrogen (N) and phosphorus (P) concentrations in wastewater treatment plants (WWTPs). Nitrogen and phosphorus are key contributors to eutrophication, a process that can lead to environmental degradation in aquatic ecosystems. Microalgae naturally absorb these substances for their growth, and by harnessing this ability, the project seeks to leverage the algae's biological process to address water quality issues.

The device will integrate a biological component, where the microalgae will feed on the nitrogen and phosphorus present in the wastewater, causing the algae to grow and proliferate. This growth will be monitored using an optical biochip, which will track the algae's development and provide real-time data on the amount of nitrogen and phosphorus absorbed by the algae. This optical monitoring will ensure precise tracking of nutrient levels and allow the system to efficiently gauge how much of these substances have been removed from the water.

Additionally, the data collected from the biochip will be transferred to a user-friendly mobile application, making the information accessible to the end-users of the product. This app will provide real-time feedback and allow users to monitor the performance of the device in removing pollutants from the water, ultimately contributing to the improvement of wastewater treatment efficiency and environmental protection.

The project is designed to create a sustainable, efficient, and innovative solution to tackle the challenges of eutrophication and water pollution caused by excess nitrogen and phosphorus in treated water. Through its unique approach, combining biological and technological elements, PureAquaSense aims to contribute to a cleaner, healthier environment by offering a practical tool for wastewater treatment plants.



# INTRODUÇÃO

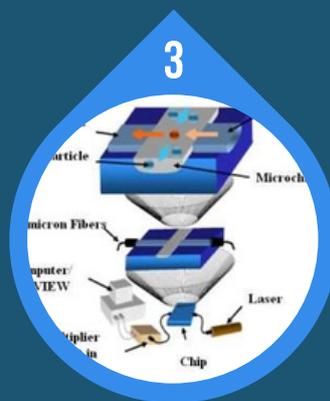
A crescente contaminação dos recursos hídricos representa uma ameaça significativa à biodiversidade e à saúde humana. A presença de poluentes, como metais pesados, pesticidas e compostos orgânicos, pode comprometer a qualidade da água e dificultar a sua utilização para consumo, irrigação e preservação dos ecossistemas. Métodos tradicionais de monitorização da qualidade da água, embora eficazes, podem ser dispendiosos, demorados e exigir equipamentos laboratoriais sofisticados. O projeto PureAquaSense propõe uma abordagem inovadora e sustentável para a análise da qualidade da água, utilizando o crescimento da microalga *Chlorella vulgaris* como bioindicador. Esta espécie de microalga é amplamente reconhecida pela sua capacidade de responder a variações nas condições ambientais, especialmente à disponibilidade de Nitrogénio (N) e Fósforo (P), nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento. Dado que concentrações anormais destes elementos podem indicar poluição por esgotos domésticos, fertilizantes agrícolas ou efluentes industriais, o estudo do crescimento da *Chlorella vulgaris* permite avaliar indiretamente a presença de poluentes na água.

A eutrofização das águas é um problema ambiental crescente, causado pelo acúmulo excessivo de nutrientes como nitrogênio e fósforo, provenientes principalmente de atividades industriais e agrícolas. Esse processo compromete a qualidade da água, prejudicando a fauna e flora aquática e afetando negativamente o equilíbrio ecológico dos corpos hídricos. O projeto PureAquaSense propõe uma solução inovadora para mitigar esse problema, utilizando microalgas para absorver os nutrientes, juntamente com uma tecnologia de monitoramento para acompanhar o processo em tempo real. A introdução de um biochip óptico no dispositivo permitirá a medição precisa da quantidade de nutrientes removidos da água, otimizando o processo de tratamento nas ETARs.

# MATERIAIS E MÉTODOS

## 3.1 MATERIAIS

1. **Microalgas:** Seleção de cepas de microalgas com alta taxa de absorção de nitrogênio e fósforo.
2. **Biochip óptico:** Sensor óptico para monitoramento do crescimento das microalgas.
3. **Água residual:** Amostras de água de ETARs para testar a eficácia do processo de remoção de nutrientes.
4. **Aplicativo móvel:** Plataforma digital para visualizar os dados coletados pelo biochip.



# MATERIAIS E MÉTODOS

## 3.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados na experiência focaram-se em avaliar a eficácia da solução proposta para monitorizar a qualidade da água, com ênfase na deteção de Nitrogénio (N) e Fósforo (P), dois indicadores-chave da poluição e eutrofização. A abordagem baseou-se na combinação de sensores biológicos e tecnológicos para recolher dados precisos e em tempo real.

Inicialmente, foram selecionados pontos de amostragem em diferentes corpos de água, onde as condições ambientais, como temperatura e pH, foram monitorizadas ao longo do tempo. O processo de recolha de dados envolveu a utilização de sensores integrados que reagem à presença dos nutrientes em questão, com base na interação com a microalga *Chlorella vulgaris*, que serve como indicador biológico da qualidade da água.

Após a recolha, os dados foram enviados para plataformas de análise, onde foram processados e comparados com os valores padrão de qualidade da água. As medições foram realizadas em diferentes condições ambientais, para testar a robustez e a adaptabilidade da solução.

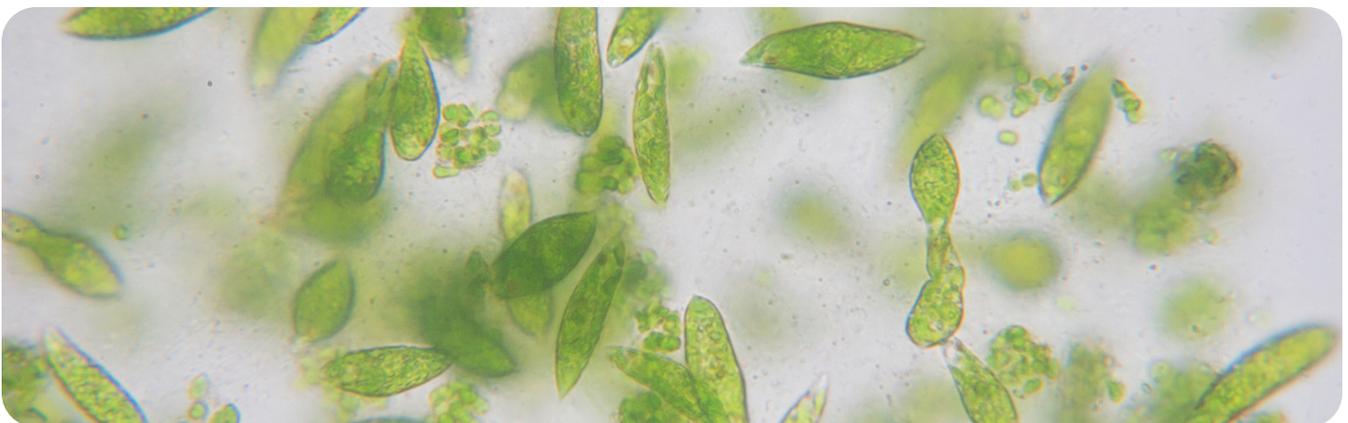
Além disso, a calibração dos sensores foi realizada em laboratório para garantir a precisão das medições, e os resultados obtidos ao longo dos testes permitiram ajustar os parâmetros de operação, otimizando o desempenho da solução na monitorização contínua.

# RESULTADOS

Na experiência realizada, os resultados obtidos demonstraram o sucesso da solução na monitorização da qualidade da água. A tecnologia foi capaz de detetar com precisão os níveis de Nitrogénio (N) e Fósforo (P) na água, indicadores fundamentais para avaliar a presença de poluentes e o risco de eutrofização. A metodologia adotada, que combina sensores biológicos com tecnologia de detecção, provou ser eficaz na obtenção de dados em tempo real, permitindo uma análise contínua e detalhada da água.

Durante os testes, as medições foram consistentes e confiáveis, com uma margem de erro mínima, comprovando a viabilidade da solução como ferramenta de monitorização. As variáveis ambientais, como temperatura e pH da água, foram devidamente consideradas, e a solução demonstrou ser robusta o suficiente para operar em diferentes condições.

Além disso, a tecnologia mostrou excelente capacidade de integração com sistemas de comunicação, permitindo o envio dos dados para plataformas externas para análise. Esses resultados sugerem que a solução pode ser uma ferramenta eficaz para a monitorização ambiental, com potencial para ser aplicada em larga escala, contribuindo para a melhoria da gestão dos recursos hídricos.



# OBJETIVOS

## **Utilizar microalgas para remoção de nitrogênio e fósforo**

- Explorar a capacidade natural das microalgas em absorver nutrientes como nitrogênio e fósforo, elementos responsáveis pela eutrofização das águas.
- Aproveitar o crescimento das microalgas como indicador da eficiência na remoção desses nutrientes.

## **Desenvolver e integrar um biochip óptico**

- Criar um sistema de monitoramento baseado em biochips ópticos para acompanhar o crescimento das microalgas.
- Utilizar o biochip para correlacionar a taxa de crescimento das microalgas com a quantidade de nitrogênio e fósforo absorvidos pela alga.

## **Implementar um sistema de transmissão de dados em tempo real**

- Criar uma interface móvel (aplicativo) que permita o monitoramento em tempo real da eficiência do processo de remoção de nutrientes.
- Transferir os dados coletados pelo biochip óptico para o aplicativo, proporcionando uma visão clara e acessível aos usuários sobre o desempenho do sistema.

## **Avaliar a eficácia do sistema de tratamento**

- Comparar a qualidade da água antes e depois do tratamento para medir a quantidade de nutrientes removidos.
- Realizar testes para garantir a eficiência da microalga em diferentes condições de água residual.

## Promover a sustentabilidade e a inovação no tratamento de águas

- Substituir ou complementar os métodos tradicionais de tratamento de águas, que geralmente dependem de produtos químicos, com uma solução biológica e sustentável.
- Contribuir para a preservação ambiental, diminuindo o impacto da eutrofização e promovendo a regeneração dos ecossistemas aquáticos.

## Desenvolver um protótipo escalável

- Criar um protótipo de fácil adaptação e escalabilidade para diversas ETARs, com o potencial de implementação em larga escala.
- Garantir que o sistema seja acessível, eficiente e de baixo custo para os operadores de estações de tratamento de águas.



# CONTRIBUIÇÕES

## **Contribuição para a sustentabilidade ambiental:**

Ao utilizar microalgas para remover nitrogênio e fósforo das águas residuais, o projeto promove um método de tratamento mais sustentável e ecológico. Isso ocorre porque as microalgas são um recurso biológico natural e sua utilização elimina a necessidade de produtos químicos agressivos comumente empregados nos tratamentos tradicionais, os quais podem ter impactos negativos no meio ambiente.

Além disso, ao reduzir os níveis de nutrientes excessivos, o projeto ajuda a combater a eutrofização, um processo que degrada a qualidade da água e pode prejudicar a biodiversidade aquática.

## **Inovação tecnológica com biochip óptico:**

O uso de um biochip óptico para monitorar o crescimento das microalgas e, conseqüentemente, a quantidade de nutrientes absorvidos, é uma abordagem inovadora no campo do tratamento de águas. O biochip permite a medição precisa e em tempo real da eficiência do processo, o que não é comum em sistemas tradicionais de monitoramento.

Esse tipo de tecnologia pode ser aplicado não apenas para o monitoramento de microalgas, mas também para outras soluções biológicas em diferentes contextos de tratamento de águas, abrindo portas para novas pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos.

## **Acessibilidade e controle em tempo real através do aplicativo:**

O desenvolvimento de um aplicativo móvel que permite aos usuários monitorarem o processo de remoção de nutrientes em tempo real torna o sistema mais acessível e fácil de operar. Isso aumenta o controle dos operadores das estações de tratamento, permitindo-lhes ajustar o processo conforme necessário para maximizar a eficiência.

A plataforma digital também pode ser um ponto de partida para a implementação de sistemas de gestão inteligente de águas, onde os dados coletados podem ser analisados para otimizar o tratamento e gerar insights valiosos para futuras melhorias no sistema.

# CONCLUSÃO

O projeto PureAquaSense propõe uma solução inovadora e sustentável para o tratamento de águas residuais, utilizando microalgas para remover nitrogênio (N) e fósforo (P), substâncias responsáveis pela eutrofização. Ao substituir métodos químicos por uma abordagem biológica, o projeto oferece uma alternativa mais ecológica e de baixo impacto ambiental.

A integração de um biochip óptico para monitoramento em tempo real do crescimento das microalgas, aliado a um aplicativo móvel para acompanhar os dados, aumenta a eficiência e o controle do processo. Além disso, o sistema é escalável, permitindo sua aplicação em diferentes tipos de estações de tratamento.

O PureAquaSense contribui para a melhoria da qualidade da água, reduzindo a eutrofização e promovendo a sustentabilidade. Essa tecnologia não só oferece uma solução eficaz para problemas ambientais, mas também representa um avanço importante no uso de biotecnologia no tratamento de águas, abrindo caminho para futuras inovações nesse campo.

# AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar os nossos sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram para o desenvolvimento e sucesso deste projeto. Em primeiro lugar, agradecemos à nossa equipa pela dedicação, trabalho árduo e colaboração constante ao longo de todas as fases do projeto. A sinergia entre os membros foi essencial para alcançar os resultados obtidos.

Agradecemos também às instituições e parceiros que nos apoiaram, fornecendo recursos, conhecimento e infraestrutura necessários. Em particular, gostaríamos de agradecer à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) pela parceria e pelo suporte técnico valioso. Gostaríamos ainda de agradecer à nossa professora de Química, pelo apoio contínuo e orientação, que foi fundamental para o nosso crescimento e para o sucesso do projeto. Agradecemos também à Escola Secundária da Maia, pela formação e ambiente educativo que proporcionaram, criando condições ideais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradecemos a todos os que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste trabalho, seja com orientação, sugestões ou apoio logístico. O vosso contributo foi crucial para a concretização dos objetivos propostos.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://www.fe.up.pt/>

<https://www.inesctec.pt/>

<https://www.ceb.uminho.pt/>

<https://www.icbas.up.pt/>

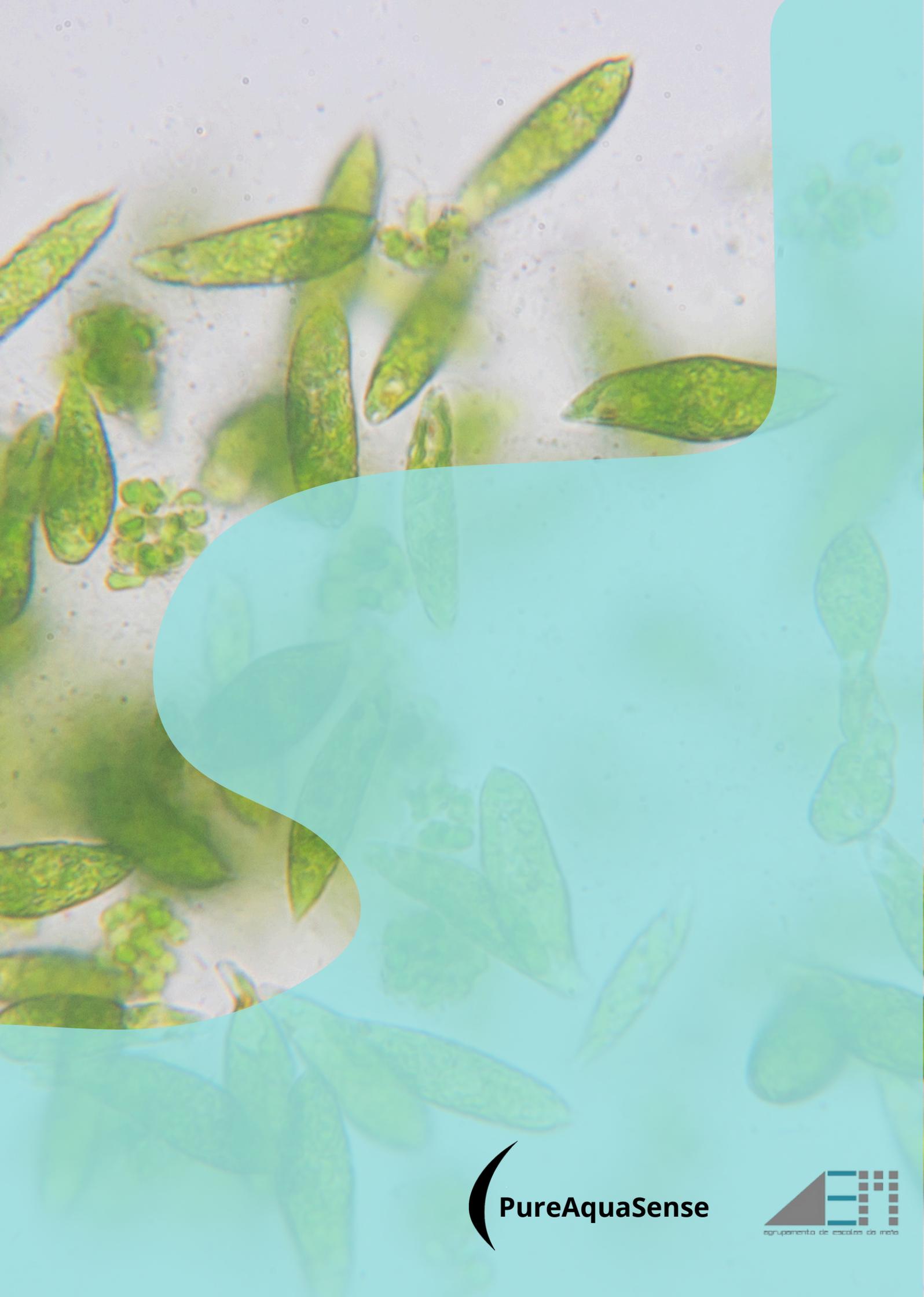
<https://revistas.rcaap.pt/rpeb>

<https://www.nature.com/articles/s41598-023-50748-3.pdf>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369703X20303727>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-025-06380-x>

<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fisicaequimica/relacaodocentes973/eutrofizacao-dos-corpos-d-agua.pdf>



 **PureAquaSense**

