



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

WATER-WISE

Trabalho Final de curso

Relatório Final

Ricardo Gonçalves, a22208676, LEI

Ricardo Piedade, a22207722, LEI

Orientador: Lúcio Studer

Coorientador: Martim Mourão

Entidade Externa: Faculdade de Engenharia (Prof. Carina Almeida)

Departamento de Engenharia Informática da Universidade Lusófona

Centro Universitário de Lisboa

27/06/2025

www.ulusofona.pt

Direitos de cópia

(Water-Wise), Copyright de (Ricardo Gonçalves, Ricardo Piedade), UL.

A Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona (UL) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Resumo

A proposta de projeto WATER-WISE (Plataforma Geoespacial para Gestão Inteligente da Água), que neste momento se encontra em avaliação, tem como objetivo dar resposta às necessidades de gestores de recursos hídricos, agricultores e investigadores, através de soluções e ferramentas capazes de gerir os recursos hídricos e as práticas agrícolas. O foco principal deste projeto é desenvolver uma aplicação web, com a função de integrar e processar dados provenientes de diversas fontes e posteriormente apresentá-los de uma forma visual e dinâmica, para apoiar estas mesmas necessidades.

Esta aplicação irá recolher e processar dados provenientes de outros grupos do projeto, como: medições no terreno, dados de telemetria, análises de modelos preditivos, projeções climáticas e previsões meteorológicas. Esses modelos permitem simular cenários como balanços hídricos, dinâmicas de bacias hidrográficas e condições dos reservatórios, oferecendo informações que ajudam a prever necessidades futuras e a identificar potenciais riscos. A integração destes criará uma aplicação capaz de proporcionar aos utilizadores uma visão clara e detalhada da situação atual e da disponibilidade dos recursos hídricos.

Sobre as funcionalidades principais que vão estar disponíveis na aplicação, a mesma contará com: visualização de dados através de dashboards, gráficos, mapas e séries temporais interativos, possibilitando que os utilizadores façam a sua análise da forma que pretenderem. Terá também sistemas de alerta através de ML, com o objetivo de notificar os utilizadores sobre condições específicas, como situações de seca agrícola ou níveis baixos de água. Estas funcionalidades facilitam a gestão dos recursos disponíveis.

Com uma interface intuitiva e fácil de usar, a aplicação estará disponível em português, inglês e espanhol, garantindo que os parceiros do projeto europeu possam utilizar a mesma sem qualquer problema. Garantir essa acessibilidade e disponibilidade é bastante importante, pois reflete o compromisso deste projeto com a disponibilização fácil da informação e das soluções.

O projeto Water-Wise será realizado com o intuito de promover e adaptar a utilização deste tipo de ferramentas, sendo assim, uma solução flexível e inovadora que ajudará tanto os agricultores como todos os utilizadores que necessitarem da informação tratada e disponibilizada pelo mesmo, promovendo uma melhor tomada de decisão face às mudanças climáticas previstas.

Palavras-chave: Gestão da Água; Mudanças Climáticas; Plataforma Geoespacial; Agricultura Sustentável; Adaptação Climática

Abstract

The Water-Wise project proposal (Geospatial Platform for Intelligent Water Management), which is currently under evaluation, aims to address the needs of water resource managers, farmers, and researchers through solutions and tools capable of managing water resources and agricultural practices. The focus of this project is to develop a web application designed to integrate and process data from various sources and subsequently present them in a visual and dynamic manner to support these needs.

This application will collect and process data provided by other project groups, including on-site measurements, telemetry data, predictive model analyses, climate projections, and weather forecasts. These models allow for the simulation of scenarios such as water balances, watershed dynamics, and reservoir conditions, offering insights that help forecast future needs and identify potential risks. The integration of these data sources will create an application capable of providing users with a clear and detailed view of the current situation and the availability of water resources.

Regarding the main functionalities of the application, it will feature data visualization through dashboards, graphs, maps, and interactive time series, enabling users to analyse the information in their preferred way. It will also include alert systems powered by Machine Learning (ML), aimed at notifying users about specific conditions, such as agricultural droughts or low water levels. These functionalities simplify the management of available resources.

With an intuitive and user-friendly interface, the application will be available in Portuguese, English, and Spanish, ensuring that the European project partners can use it without any issues. Ensuring accessibility and availability is of utmost importance, reflecting the project's commitment to providing easy access to information and solutions.

The Water-Wise project will be carried out with the purpose of promoting and adapting the use of such tools, thus serving as a flexible and innovative solution that will assist both farmers and all users who require the processed and provided information. This, in turn, will foster better decision-making in response to anticipated climate changes.

Keywords: Water Management; Climate Change; Geospatial Platform; Sustainable Agriculture; Climate Adaptation

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Motivação e Identificação do Problema.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.4	Estrutura do Documento	2
2	Pertinência e Viabilidade	3
2.1	Pertinência.....	3
2.2	Viabilidade	6
2.3	Análise Comparativa com Soluções Existentes	7
2.3.1	Soluções existentes	7
2.3.2	Análise de benchmarking	8
2.4	Proposta de inovação e mais-valias	9
2.5	Identificação de oportunidade de negócio	9
3	Especificação e Modelação	10
3.1	Análise de Requisitos	10
3.1.1	Enumeração de Requisitos.....	11
3.2	Modelação	15
3.2.1	Modelação Conceptual Inicial.....	15
3.3	Protótipos de Interface.....	19
4	Solução Proposta	26
4.1	Apresentação.....	26
4.2	Arquitetura	28
	Camadas da Arquitetura	28
	Autenticação e Gestão de Dados Personalizados	28
	Custo e Licenciamento	28
	Arquitetura da Aplicação	29
4.3	Tecnologias e Ferramentas Utilizadas	30
4.4	Utilização de Modelos de Linguagem no Desenvolvimento	31
4.5	Ambientes de Teste e de Produção.....	31
4.6	Abrangência	32

4.7	Demonstração Visual da Plataforma Water-Wise.....	33
4.8	Guia de Instalação, Configuração e Deployment	47
5	Testes e Validação.....	48
5.1	Abordagem e Justificação.....	48
5.2	Análise de Risco e Impacto	48
5.3	Tipos de Testes Realizados	49
5.3.1	Testes Automatizados e de Qualidade de Código	49
5.3.2	Integração Contínua (CI/CD)	49
5.3.3	Testes Manuais e de Experiência do Utilizado.....	49
5.4	Resultados dos Testes	51
5.5	Guião de Testes	52
6	Método e Planeamento	54
6.1	Planeamento inicial	54
6.2	Gestão do Projeto com Metodologia Agile	54
6.3	Cronograma de Trabalho.....	56
7	Resultados.....	57
7.1	Resultados dos Testes	57
	Resultados do "Water-Wise Usability Test"	57
	Resultados do "Water Wise - Help Us Improve!"	60
	Outcomes e Impacto.....	62
7.2	Cumprimento de requisitos.....	63
8	Conclusão	64
8.1	Conclusão	64
8.2	Trabalhos Futuros	64
	Bibliografia	65
	Anexo A – Inquérito de Pertinência e Viabilidade	67
	Anexo B – Water-Wise Usability Test	70
	Anexo C – Water Wise - Help Us Improve!	76

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Análise de Benchmarking Simplificada.....	8
Tabela 2 – Requisitos de Exibição de Dados em Tempo Real (Epic 1, Feature 1)	11
Tabela 3 – Requisitos de Ferramentas de Previsão e Simulação (Epic 1, Feature 2)	11
Tabela 4 - Sistema de Alertas (Epic 1, Feature 3)	12
Tabela 5 - Visualização dos Níveis dos Reservatórios (Epic 2, Feature 1)	12
Tabela 6 - Visualização de Dados Meteorológicos (Epic 2, Feature 2)	13
Tabela 7 - Visualização dos Fluxos dos Rios (Epic 2, Feature 3)	13
Tabela 8 - Visualização de Áreas de Inundação (Epic 2, Feature 4).....	13
Tabela 9 - Visualização de Resultados de Modelação dos Reservatórios (Epic 2, Feature 5)	13
Tabela 10 - Exibição de Imagens de Satélite (Epic 3, Feature 1)	14
Tabela 11 - Cálculo da Área de Reservatórios a partir de Dados de Satélite (Epic 3, Feature 2)	14
Tabela 12 - Visualização Interativa de Áreas de Inundação (Epic 3, Feature 3)	14
Tabela 13 - Requisitos Não-Funcionais	15
Tabela 14 - Principais riscos identificados na plataforma e respetivas medidas de mitigação.....	48
Tabela 15 - Cenários de teste executados na plataforma Water-Wise e respetivos resultados.	52

Lista de Figuras

Figura 1 - Necessidade de Dados em Tempo Real vs. Dados Históricos	4
Figura 2 - Preferências sobre Formatos de Dados	4
Figura 3- métodos de integração preferidos	4
Figura 4 - Métodos de Integração de Dados Externos.....	5
Figura 5 - Distribuição dos dados essenciais para tomada de decisão.....	5
Figura 6 - Principais desafios enfrentados	5
Figura 7 - Funcionalidades e visualizações desejadas	6
Figura 8 - Diagrama entidade-relacionamento da estrutura de dados e componentes	17
Figura 9 - Mapa Aplicacional.....	21
Figura 10 – Ecrã Home	22
Figura 11 – Ecrã Previsões Meteorológicas	23
Figura 12 – Ecrã Qualidade de Água	24
Figura 13 - Desenho da Arquitetura	29
Figura 14 - Página Inicial em Modo Claro, idioma inglês com a Sidebar Expandida, não autenticado	34
Figura 15 - Página Inicial em Modo Escuro, idioma português com a Sidebar Recolhida, autenticado	35
Figura 16 – Página sobre	36
Figura 17 - Página de Estações Meteorológicas	37
Figura 18 - Página de detalhes da Estação de Barrosa	38
Figura 19 - Gráficos detalhados de análise meteorológica da Estação de Barrosa	39
Figura 20 – Página das Barragens	40
Figura 21 - Página detalhes das Barragens	41
Figura 22 - Página de Monitorização de Barragens com tabela	42
Figura 23 - Página de visualização de imagens de satélite	43
Figura 24 - Mapa preditivo da bacia do Sorraia com simulação de dados futuros	44
Figura 25 - Página de upload de ficheiros Excel.....	45
Figura 26 - Gestão do Projeto com Metodologia Agile.....	55
Figura 27 - Gráfico de Gantt do Planeamento do Projeto	56
Figura 28 - Dispositivos utilizados.....	57
Figura 29 - Gráfico de nota para encontrar estação de 1 a 5	58
Figura 30 - comentários sobre alternância de tema e idioma	58
Figura 31 - Gráfico de nota para quão informativo foi o display de dados da estação de 1 a 5	58
Figura 32 - Gráfico de nota para facilidade de filtrar e ordenar de 1 a 5	59
Figura 33 - Gráfico de nota para facilidade de trocar entre camadas de 1 a 5	59
Figura 34 - Gráfico de nota para quão útil foi o gráfico de séries temporais para previsões de 1 a 5.....	60
Figura 35 - Gráfico com opiniões sobre o que o site faz.....	60
Figura 36 - Gráfico com o que mais chamou atenção ao entrar no site	61
Figura 37 - Gráfico com opiniões sobre se o layout parece organizado e visualmente atraente	61
Figura 38 - Gráfico com termos técnicos que não foram entendidos e quais são	61
Figura 39 - Gráfico com funcionalidades que demoraram ou falharam e quais são.....	62
Figura 40 - Gráfico de nota para a experiência geral de 1 a 5	62

Lista de Siglas

Water Wise: Plataforma Geoespacial para Gestão Inteligente da Água

UL: Universidade Lusófona

ECATI: Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação

ML: Aprendizagem de Máquina

Agile: Metodologia de gestão de projeto

MARETEC: Centro de Modelação e Análise de Recursos Ambientais

JSON: Notação de Objetos JavaScript

CSV: Valores Separados por Vírgula

API: Interface de Programação de Aplicações

NBS: Soluções Baseadas na Natureza

SbN: Soluções baseadas na Natureza

IPMA: Instituto Português do Mar e da Atmosfera

ARBVS: Administração da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis

SNIRH: Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

NDWI: Índice de Água por Diferença Normalizada

SAVI: Índice de Vegetação Ajustado ao Solo

2FA: Autenticação de Dois Fatores

TLS: Segurança da Camada de Transporte

AES: Padrão de Criptografia Avançada

SPA: Single Page Application

UI/UX: Interface do Utilizador / Experiência do Utilizador

UML: Linguagem de Modelação Unificada

HTML: Linguagem de Marcação de Hipertexto

DOM: Modelo de Objetos de Documento

Epics: Grande conjunto de trabalho que pode ser separado em User Stories menores

1 Introdução

Este primeiro capítulo apresenta o contexto prático do problema tratado no projeto Water-Wise, destacando a sua relevância social, económica e ambiental. A solução proposta visa apoiar uma gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente na agricultura, através de ferramentas tecnológicas avançadas que permitem uma integração eficaz de dados, análises preditivas e visualizações intuitivas.

O projeto assenta numa base científica robusta, contando com a colaboração contínua dos orientadores e com a consulta frequente de documentação técnica relevante. O principal objetivo é contribuir para uma melhor adaptação às alterações climáticas, disponibilizando um sistema de apoio à decisão que seja útil e acessível para gestores de recursos hídricos, agricultores e investigadores.

1.1 Enquadramento

As alterações climáticas representam um dos maiores desafios globais atuais, afetando significativamente a disponibilidade e qualidade da água, bem como a sustentabilidade agrícola. Fenómenos como secas prolongadas, inundações e eventos climáticos extremos comprometem seriamente a produtividade agrícola e geram impactos sociais, económicos e ambientais significativos.

Neste contexto, o projeto Water-Wise propõe uma aplicação web inovadora, dedicada à monitorização e gestão eficiente dos recursos hídricos, focando-se especialmente nas albufeiras. Estas estruturas têm um papel essencial na retenção e regulação da água, sobretudo em períodos de grande variabilidade climática, garantindo o abastecimento contínuo e apoiando as atividades agrícolas.

A plataforma proposta integra dados recolhidos de diversas fontes, tais como medições no terreno, imagens de satélite e modelos preditivos. Isto permite uma visualização em tempo real dos níveis de água nas albufeiras e possibilita simular cenários futuros relacionados com fluxos de rios. Funcionalidades adicionais como mapas interativos, dashboards analíticos e alertas automáticos ajudam os utilizadores a otimizar o uso da água e melhorar a produtividade agrícola, enfrentando de forma mais eficiente os desafios climáticos.

1.2 Motivação e Identificação do Problema

Uma gestão inadequada ou insuficiente dos recursos hídricos, aliada à falta de ferramentas eficazes para apoiar as decisões, constitui uma grande barreira à resiliência climática dos sistemas agrícolas. Frequentemente, agricultores e gestores hídricos enfrentam dificuldades no acesso a informações precisas e atualizadas sobre recursos hídricos e eventos climáticos extremos.

Este cenário motivou o desenvolvimento do projeto Water-Wise, que pretende disponibilizar uma solução prática, acessível e intuitiva para estes problemas. Com esta aplicação, espera-se melhorar a gestão da água e facilitar decisões informadas, beneficiando agricultores, gestores de água e investigadores, gerando um impacto social alargado.

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um sistema de apoio à decisão eficaz para gestores e utilizadores dos recursos hídricos. Este sistema assumirá a forma de uma aplicação web que permite recolher, armazenar, monitorizar, analisar e gerir dados relacionados com recursos hídricos, ajudando a mitigar e adaptar-se às alterações climáticas.

Objetivos específicos:

- Recolher e integrar dados provenientes de várias fontes
- Implementar dashboards, gráficos, mapas e visualizações intuitivas que facilitem a análise
- Desenvolver um sistema de alertas
- Garantir a acessibilidade e internacionalização da aplicação, disponibilizando-a inicialmente em português e inglês

1.4 Estrutura do Documento

Este relatório está organizado da seguinte forma:

Capítulo 1: Introdução ao problema, à proposta de projeto e aos objetivos pretendidos

Capítulo 2: Relevância e viabilidade do projeto, análises comparativas e proposta de inovação

Capítulo 3: Especificação técnica, modelação e descrição dos protótipos e interfaces desenvolvidos

Capítulo 4: Solução implementada até à segunda entrega, com foco na arquitetura, tecnologias utilizadas, ambientes de desenvolvimento e resultados dos testes

Capítulo 5: Plano de testes, métodos de validação e resultados obtidos

Capítulo 6: Método e planeamento, incluindo a metodologia de gestão e o cronograma do projeto

Capítulo 7: Conclusão geral e próximos passos

Anexos: Materiais complementares, como diagramas, protótipos e referências adicionais

2 Pertinência e Viabilidade

Este projeto foi solicitado pela Faculdade de Engenharia da Universidade Lusófona, com o DEISI responsável pelo desenvolvimento da plataforma. A proposta visa criar uma ferramenta tecnológica robusta, que facilita a gestão eficiente dos recursos hídricos e se alinha aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS foram definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 como parte da Agenda 2030, estabelecendo 17 metas globais que abordam desafios como erradicação da pobreza, promoção da igualdade, combate às mudanças climáticas e gestão sustentável de recursos naturais, incluindo água

A solução desenvolvida integra dados provenientes da plataforma OMEGA, uma ferramenta criada pelo MARETEC, que faz parte do Instituto Superior Técnico. O MARETEC é reconhecido pelo desenvolvimento de modelos matemáticos e plataformas tecnológicas avançadas, voltadas para a análise e gestão sustentável de recursos ambientais. A plataforma OMEGA, em particular, fornece dados ambientais integrados que são cruciais para a tomada de decisão no contexto da sustentabilidade e adaptação às mudanças climáticas.

2.1 Pertinência

O questionário dirigido aos stakeholders, incluindo a FENAREG (Federação Nacional de Regantes de Portugal), a ARBVS (Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia) e a Sociedade Agrícola Bico da Vela II, teve como objetivo identificar as principais necessidades, preferências e desafios para o desenvolvimento da plataforma de gestão de recursos hídricos. Os resultados revelaram uma diversidade de expectativas, refletindo a complexidade associada à gestão destes recursos e a importância de atender às especificidades de cada entidade envolvida.

Quanto à disponibilidade de dados, os respondentes salientaram a importância de combinar dados em tempo real e históricos. Como ilustrado na Figura 1, os dados em tempo real são cruciais para decisões rápidas, enquanto os dados históricos permitem análises de tendências e calibração de modelos. Este equilíbrio evidencia a necessidade de uma plataforma que ofereça acesso fiável a ambos os tipos de dados.

Relativamente aos formatos de dados, os mais utilizados incluem JSON, CSV e Excel, com alguns participantes a mencionarem também formatos técnicos como netCDF, conforme mostrado na Figura 2. No que diz respeito à integração de dados, a preferência foi por uma abordagem híbrida, que combine carregamentos manuais e integrações automáticas via APIs, como evidenciado na Figura 3.

A Figura 4 complementa esta informação, mostrando que a maioria dos stakeholders valoriza tanto integrações automáticas como a possibilidade de carregamento manual de ficheiros.

No que toca aos dados considerados essenciais, os participantes destacaram precipitação, níveis de água, fluxos fluviais e qualidade da água, conforme apresentado na Figura 5. Estes dados são fundamentais para o planeamento estratégico, gestão de riscos e operações eficientes.

Diversos desafios também foram identificados, tais como incompatibilidades de formatos, atrasos nas atualizações e variações nas competências digitais dos utilizadores, como ilustrado

na Figura 6. Entre as soluções propostas estão ferramentas automáticas de conversão, APIs bem documentadas e interfaces intuitivas que simplifiquem a utilização da plataforma.

Finalmente, quanto às funcionalidades desejadas, destacam-se a inclusão de modelos preditivos, sistemas de alerta e opções de visualização personalizáveis, como mapas interativos e gráficos de séries temporais, conforme resumido na Figura 7. Estes recursos são essenciais para garantir que a plataforma responda eficazmente às necessidades operacionais dos utilizadores e contribua para uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos.

Do you need real-time data or historical data for your decision-making?

18 responses

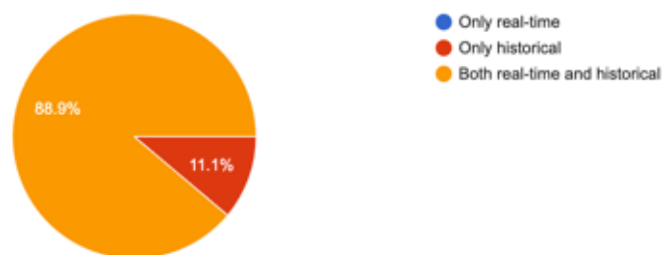


Figura 1 - Necessidade de Dados em Tempo Real vs. Dados Históricos

What formats do you currently use for managing water-related data?

11 responses

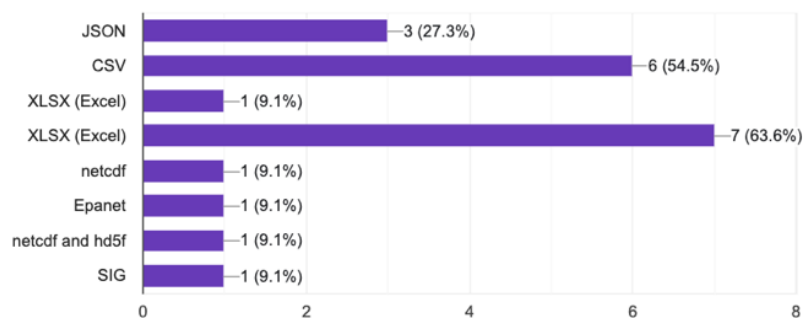


Figura 2 - Preferências sobre Formatos de Dados

Would you prefer a system that allows you to easily upload new data files or a system that connects automatically to APIs?

11 responses

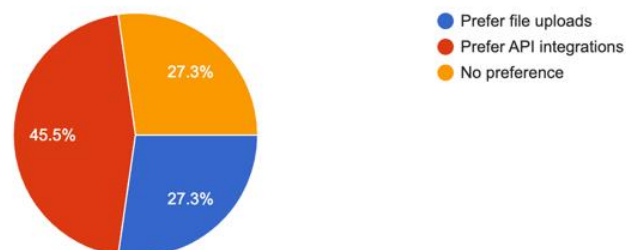


Figura 3- métodos de integração preferidos

How would you like to integrate external data sources into the platform?

11 responses

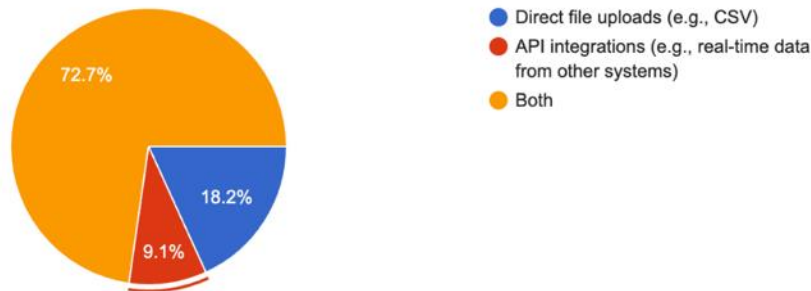


Figura 4 - Métodos de Integração de Dados Externos

What specific data is essential for your decision-making process?

12 responses

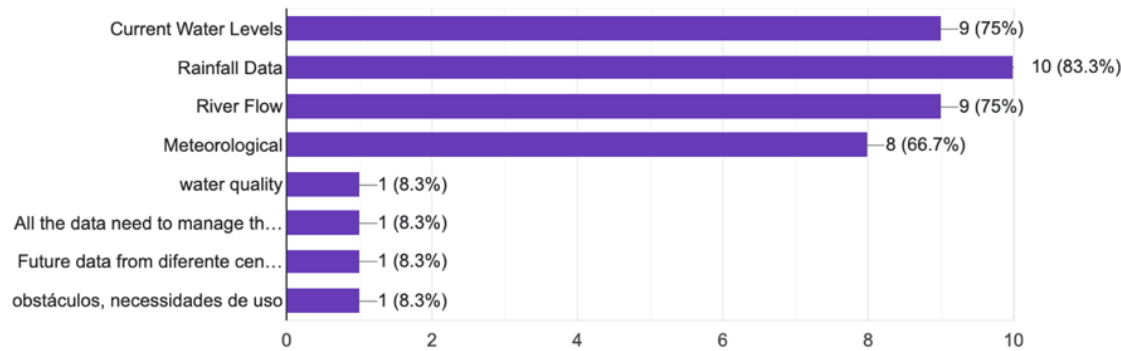


Figura 5 - Distribuição dos dados essenciais para tomada de decisão

What challenges do you face when incorporating new data sources into your workflows?

10 responses

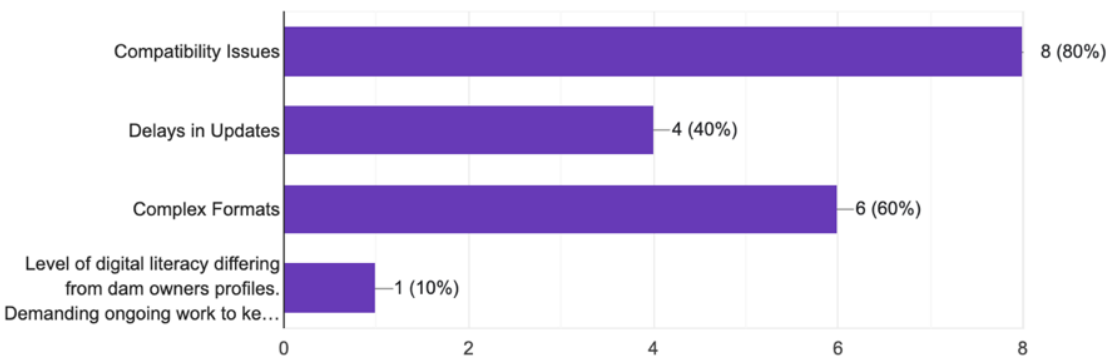


Figura 6 - Principais desafios enfrentados

Are there any specific visualization tools or data outputs that would enhance your ability to make informed decisions?

10 responses



Figura 7 - Funcionalidades e visualizações desejadas

2.2 Viabilidade

A análise de viabilidade considera aspetos técnicos, económicos, sociais e ambientais, avaliando o potencial de implementação e sustentabilidade da solução.

- **Viabilidade Técnica:** A plataforma será projetada para integrar dados em tempo real e históricos de múltiplas fontes, com suporte para formatos amplamente utilizados, como JSON, CSV e Excel. A integração de APIs externas e ferramentas de visualização avançadas garantirá a eficiência técnica da solução.
- **Viabilidade Económica:** Embora a implementação inicial exija investimentos em infraestrutura e desenvolvimento, a utilização de serviços em nuvem oferece uma solução escalável e economicamente viável a longo prazo, minimizando custos fixos e maximizando a flexibilidade.
- **Viabilidade Social:** Os resultados do inquérito mostram um forte apoio dos *stakeholders*, com pedidos claros para uma interface amigável e sistemas de alerta eficazes. A aceitação social será reforçada pelo alinhamento com as necessidades específicas dos utilizadores.
- **Viabilidade Ambiental:** A plataforma contribuirá para a sustentabilidade dos recursos hídricos, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular os que se relacionam com água limpa e ação climática, promovendo uma melhor adaptação às mudanças climáticas.

Esta análise demonstra a viabilidade abrangente da plataforma, evidenciando o seu potencial para se tornar uma ferramenta essencial na gestão de recursos hídricos e na adaptação às mudanças climáticas.

2.3 Análise Comparativa com Soluções Existentes

2.3.1 Soluções existentes

Nesta secção, apresentam-se soluções relevantes para a gestão sustentável de recursos hídricos e adaptação às alterações climáticas, com especial ênfase no contexto europeu. As plataformas analisadas incluem:

- **OPERANDUM:** Projeto europeu que utiliza Soluções Baseadas na Natureza para mitigar riscos hidrometeorológicos em áreas rurais. Destaca-se pela monitorização de reservatórios (através da medição de profundidade) e visualização via WebGIS, embora não apresente um sistema de alertas personalizável de forma explícita.
- **RECONNECT:** Plataforma que foca na implementação de Soluções Baseadas na Natureza em larga escala, utilizando uma rede diversificada de locais piloto para reduzir riscos hídricos e climáticos. Possui uma abordagem Multi-Escalar, mas a integração de dados de reservatórios e os alertas personalizados não estão claramente definidos.
- **AquaFarm:** Solução orientada para o setor agrícola, que fornece monitoramento em tempo real e utiliza modelos preditivos para análise de plantas e solos. A integração com dados de reservatórios e a disponibilização de alertas específicos são apresentadas de forma parcial.
- **Aquatic Informatics AQUARIUS:** Plataforma internacional robusta, que suporta a gestão de dados hidrológicos com funcionalidades completas de modelação, monitoramento em tempo real, alertas personalizáveis e visualização interativa.

2.3.2 Análise de benchmarking

A Tabela 1 abaixo resume a análise comparativa entre a plataforma Water-Wise e as soluções existentes, considerando sete funcionalidades-chave identificadas como críticas (conforme as Figuras 5 e 7 do inquérito).

Tabela 1 – Análise de Benchmarking Simplificada

Característica	WATER-WISE	OPERANDUM	RECONNECT	AquaFarm	AQUARIUS
Foco na Adaptação Climática	✓	✓ (SbN)	✓ (SbN)	✓	✓
Integração de Dados de Reservatórios	✓	X (monitorizaçã o ambiental)	X	(✓)	✓
Abordagem Multi-Escalar	✓	✓	✓	✓	(✓)
Uso de Modelos Preditivos	✓	✓	✓	✓	(✓)
Monitoramento em Tempo Real	✓	✓	(✓)	✓	✓
Sistema de Alertas Personalizável	✓	X	X	(✓)	✓
Visualização de Dados Interativa	✓	✓ (GeoIKP)	X	✓	✓

Legenda:

✓ – Funcionalidade implementada

(✓) – Indícios de implementação parcial

X – Funcionalidade não mencionada ou não implementada

Esta análise evidencia que a plataforma Water-Wise reúne um conjunto abrangente de funcionalidades, posicionando-se de forma competitiva face às soluções existentes.

Nota-se que, embora outras plataformas apresentem pontos fortes em áreas específicas (por exemplo, a visualização via GeoIKP no caso do OPERANDUM ou os alertas personalizáveis no AQUARIUS), a proposta do Water-Wise distingue-se pela integração coerente e completa das áreas de adaptação climática, integração de dados hidrológicos, modelação preditiva, monitoramento em tempo real e sistema de alertas personalizáveis.

Comparativamente, algumas soluções, como o RECONNECT e o OPERANDUM, destacam-se pela abordagem Multi-Escalar e uso de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), embora não integrem de forma explícita sistemas de alertas ou dados de reservatórios. Já o AquaFarm, apesar de forte no setor agrícola, apresenta integração parcial de dados de reservatórios e alertas. O AQUARIUS,

por sua vez, é robusto na gestão de dados hidrológicos e monitoramento em tempo real, mas não tem um foco primário em adaptação climática.

2.4 Proposta de inovação e mais-valias

A plataforma Water-Wise destaca-se por integrar dados diversificados, como imagens de satélite, sensores e modelos preditivos, oferecendo uma abordagem Multi-Escalar que cobre parcelas agrícolas, rios e reservatórios. As suas funcionalidades avançadas incluem:

- **Eficiência na gestão de recursos hídricos:** Acesso a dados em tempo real e previsões que permitem decisões informadas sobre irrigação e operação de reservatórios, economizando água e reduzindo custos operacionais.
- **Acessibilidade à informação crítica:** Plataforma web que disponibiliza dados e ferramentas de análise a um público amplo, promovendo colaboração intersetorial.
- **Impacto social positivo:** Suporte a práticas agrícolas sustentáveis, aumentando a resiliência de comunidades rurais perante as mudanças climáticas.
- **Contribuição para a sustentabilidade:** Promove o uso racional da água, preservando recursos hídricos e protegendo ecossistemas aquáticos.

2.5 Identificação de oportunidade de negócio

Existem diversas oportunidades comerciais para a plataforma Water-Wise, com foco em:

- **Segmentos de Mercado:** Empresas hidroelétricas, fornecedoras de água, gestores de corpos hídricos recreativos, agências governamentais, autoridades locais, empresas agrícolas, consultorias ambientais e qualquer interessado nas funcionalidades da plataforma.
- **Proposta de Valor:** Melhor gestão de recursos hídricos, otimização da produção energética, redução de riscos operacionais e suporte à conformidade regulatória.

Estas secções demonstram claramente o valor inovador e as oportunidades de mercado do Water-Wise, destacando-se como uma solução robusta e sustentável no campo da gestão de recursos hídricos.

3 Especificação e Modelação

Esta secção descreve as características da solução desenvolvidas, com foco nos requisitos funcionais e não-funcionais, bem como na modelação técnica e protótipos de interface. Ao contrário da segunda entrega, nesta fase o projeto já se encontra mais completo, com várias funcionalidades disponíveis na aplicação web Water-Wise, o que permite uma validação prática das decisões técnicas tomadas.

A análise dos requisitos foi inicialmente realizada com base nas necessidades dos stakeholders, nos objetivos definidos para a plataforma e em estudos comparativos com soluções semelhantes. Essa análise resultou na definição de um conjunto de funcionalidades organizadas por Epics e Features, que orientaram a arquitetura e o planeamento da implementação.

Com a evolução do projeto, muitos desses requisitos deixaram de ser apenas planeados para se tornarem componentes reais e ativos da aplicação. Nesta entrega, todos os requisitos foram revistos e classificados quanto ao seu estado de implementação (Implementado, Parcialmente Implementado ou Não Implementado), permitindo aferir o grau de cumprimento dos objetivos iniciais.

3.1 Análise de Requisitos

Os requisitos do sistema foram agrupados em duas categorias:

- **Requisitos Funcionais (RF):** descrevem as funcionalidades específicas que o sistema deve oferecer aos utilizadores, como visualização de dados, filtragem, integração de fontes externas e geração de alertas.
- **Requisitos Não-Funcionais (RNF):** estabelecem critérios de qualidade relacionados com segurança, desempenho, usabilidade, acessibilidade e compatibilidade.

A estrutura dos requisitos foi organizada em três grandes Epics, cada um deles representando uma área de funcionalidade central para o sistema:

Epics:

- **E1: Monitorização e Gestão em Tempo Real**
- **E2: Visualização de Recursos Hídricos**
- **E3: Integração de Dados Satélite**

Para cada Epic foram identificadas as seguintes features (funcionalidades):

- Epic 1:
 - **F1: Disponibilização de Dados em Tempo Real**
 - **F2: Ferramentas de Previsão e Simulação**
 - **F3: Sistema de Alertas**
- Epic 2:
 - **F1: Visualização do Nível dos Reservatórios**
 - **F2: Visualização de Dados Meteorológicos**
 - **F3: Visualização do Curso dos Rios**
 - **F4: Visualização de Áreas de Inundação**
 - **F5: Visualização de Resultados de Modelação de Albufeiras**

- Epic 3:
 - F1: **Apresentação de Imagens de Satélite**
 - F2: **Cálculo da Área das Albufeiras através de Dados de Satélite**
 - F3: **Visualização Interativa de Áreas de Inundação**

Com o avanço do desenvolvimento da plataforma, foi possível implementar diversas funcionalidades-chave, nomeadamente nas áreas de visualização de dados meteorológicos e hidrológicos, integração de dados do Sentinel-2 e responsividade da interface. Outros requisitos encontram-se ainda em fase de planeamento, como o sistema de alertas e os módulos de simulação.

Para refletir o estado atual do projeto, cada requisito foi revisto e classificado quanto ao seu grau de implementação. A Tabela de Requisitos inclui agora uma coluna adicional – “Estado/Implementação” – que descreve de forma clara e objetiva o progresso de cada funcionalidade, bem como as tecnologias e componentes envolvidos.

3.1.1 Enumeração de Requisitos

Monitorização e Gestão de Recursos Hídricos em Tempo Real:

Tabela 2 – Requisitos de Exibição de Dados em Tempo Real (Epic 1, Feature 1)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF1	O sistema deve recolher e integrar dados de sistemas de telemetria, imagens de satélite, medições no terreno e modelos preditivos.	Parcialmente implementado – Integração com telemetria, imagens de satélite concluída e modelos preditivos
RF2	O sistema deve exibir níveis de água e fluxos em tempo real num mapa interativo, com dados detalhados para reservatórios ou rios individuais.	Não Implementado – falta de dados em tempo real e tempo limitado
RF3	Os utilizadores devem poder filtrar dados em tempo real com base em parâmetros como temperatura, qualidade da água e taxas de fluxo.	Não Implementado – Depende da implementação de RF2
RF4	Visualizações gráficas de séries temporais devem mostrar tendências históricas e em tempo real para os principais pontos de dados	Parcialmente implementado – Gráficos históricos estão disponíveis, mas dados em tempo real não foram integrados por falta de tempo.

Tabela 3 – Requisitos de Ferramentas de Previsão e Simulação (Epic 1, Feature 2)

ID	Descrição	Estado/Implementação
RF5	O sistema deve simular os efeitos de diferentes cenários climáticos nos níveis dos reservatórios e recursos hídricos	Não Implementado – Complexidade técnica e falta de tempo

RF6	As previsões dos níveis de água devem estar disponíveis por até uma temporada, com atualizações baseadas em alterações de entradas	Não Implementado – Depende de dados preditivos não disponíveis
RF7	Os utilizadores devem poder comparar e selecionar entre modelos preditivos (e.g., MM5, WRF) para análise de cenários.	Não Implementado – Fora do escopo inicial devido a limitações de recursos
RF8	As simulações de cenários devem fornecer recomendações, como estratégias ótimas de uso da água para a agricultura.	Não Implementado – Requer integração com modelos avançados, não implementada por falta de tempo e recursos.

Tabela 4 - Sistema de Alertas (Epic 1, Feature 3)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF9	Os alertas devem ser configuráveis com base em thresholds definidos pelos utilizadores para temperatura das estações níveis de água, taxas de fluxo e riscos de contaminação.	Parcialmente implementado – Configuração básica disponível, mas integração completa adiada por falta de tempo.
RF10	O sistema deve enviar alertas preditivos para eventos potenciais, como inundações ou secas, com base em modelos de machine learning.	Não Implementado – Complexidade técnica e falta de dados de machine learning
RF11	As notificações devem ser entregues via SMS, email ou mensagens na aplicação, com controle do utilizador sobre os métodos de entrega.	Não Implementado – Funcionalidade adiada devido a limitações de integração externa e tempo.
RF12	O sistema deve incluir um histórico de alertas enviados, acessível pelos utilizadores para revisão.	Implementado – Funcionalidade completa e testada.

Visualização de Recursos Hídricos:

Tabela 5 - Visualização dos Níveis dos Reservatórios (Epic 2, Feature 1)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF13	O sistema deve exibir níveis de água em reservatórios como percentagens num mapa interativo.	Parcialmente implementado – Exibição disponível, mas não num mapa interativo
RF14	Os utilizadores devem poder filtrar dados de reservatórios por parâmetros, como qualidade da água ou capacidade.	Implementado – Funcionalidade completa na página de Monitorização de Barragens.
RF15	Gráficos históricos e em tempo real devem mostrar tendências de níveis de água.	Parcialmente implementado – Gráficos históricos estão disponíveis, mas dados em tempo real não por falta de tempo

Tabela 6 - Visualização de Dados Meteorológicos (Epic 2, Feature 2)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF16	A integração de dados deve incluir medições meteorológicas de estações IPMA, ARBVS e SNIRH	Implementado – Integração completa na página de Estações Meteorológicas.
RF17	Dados meteorológicos, como temperatura, precipitação e umidade devem ser exibidos em gráficos de séries temporais.	Implementado – Disponível na página de gráficos dentro dos detalhes da barragem.

Tabela 7 - Visualização dos Fluxos dos Rios (Epic 2, Feature 3)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF18	O sistema deve exibir fluxos de rios num mapa interativo, mostrando dados atuais e históricos.	Não Implementado – Falta de dados e prioridade dada a outras funcionalidades; planeado para o futuro.
RF19	O sistema deve suportar sobreposição de dados de fluxo de rios com previsões de inundações para análise de risco abrangente.	Não Implementado – Complexidade técnica e falta de tempo
RF20	Os utilizadores devem poder filtrar visualizações de fluxo de rios por estações específicas do ano.	Não Implementado – Depende de funcionalidades anteriores

Tabela 8 - Visualização de Áreas de Inundação (Epic 2, Feature 4)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF21	Áreas de inundação previstas devem ser sobrepostas num mapa, com modelos preditivos baseados em dados históricos.	Não Implementado – Fora do escopo devido à complexidade
RF22	O sistema deve incluir camadas de mapas para visualizar áreas de inundação em diferentes escalas de gravidade	Não Implementado – Falta de tempo e recursos.

Tabela 9 - Visualização de Resultados de Modelação dos Reservatórios (Epic 2, Feature 5)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF23	Dados de modelação de reservatórios, como concentrações de nutrientes e sedimentos, devem ser visualizados em gráficos de séries temporais.	Não Implementado – Complexidade técnica e falta de dados
RF24	Os utilizadores devem poder adicionar dados locais (e.g., práticas de irrigação) para enriquecer a análise de modelação.	Não Implementado – Fora do escopo inicial

Integração de Dados de Satélite:**Tabela 10 - Exibição de Imagens de Satélite (Epic 3, Feature 1)**

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF25	Atualizações automáticas de dados de satélite devem ocorrer regularmente de fontes como Sentinel-2.	Implementado – Integração com a API Sentinel Hub.
RF26	Os utilizadores devem poder alternar entre diferentes índices derivados de satélite (e.g., NDVI, NDWI, SAVI) no mapa.	Implementado – Funcionalidade disponível.
RF27	O sistema deve exibir a frequência de atualizações de dados de satélite para cada região, incluindo a data e a hora da última atualização.	Parcialmente implementado – Falta exibir a data e hora

Tabela 11 - Cálculo da Área de Reservatórios a partir de Dados de Satélite (Epic 3, Feature 2)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF28	O sistema deve calcular áreas de reservatórios inundados com base em imagens de satélite e índices como NDWI.	Não Implementado – Complexidade técnica
RF29	O sistema deve usar dados locais e regressões lineares para cálculos precisos dos níveis e volumes dos reservatórios.	Não Implementado – Falta de dados locais
RF30	Os utilizadores devem poder visualizar diferenças entre áreas inundadas atuais e valores projetados para o futuro.	Não Implementado – Depende de funcionalidades anteriores

Tabela 12 - Visualização Interativa de Áreas de Inundação (Epic 3, Feature 3)

ID	Requisito	Estado/Implementação
RF31	Os utilizadores devem poder visualizar áreas de inundação estimadas e ajustar os níveis de água dinamicamente para análise	Não Implementado – Fora do escopo
RF32	O sistema deve permitir a exportação de mapas personalizados de áreas de inundação.	Não Implementado – Falta de tempo e recursos

Tabela 13 - Requisitos Não-Funcionais

ID	Requisito	Estado/Implementação
RNF1	A autenticação segura, incluindo autenticação de dois fatores (2FA) e políticas de senhas, deve ser aplicada	Implementado – Utilizando Clerk.
RNF2	Os dados devem ser encriptados em trânsito (e.g., TLS 1.3) e em repouso (e.g., AES-256).	Implementado – Configurado na aplicação.
RNF3	O sistema deve registrar e monitorar atividades de acesso para responsabilidade e conformidade.	Não Implementado – Adiado devido à falta de tempo e recursos.
RNF4	O sistema deve ser responsivo e compatível com desktops, tablets e smartphones.	Implementado – Com Tailwind CSS e layouts adaptáveis.
RNF5	As cores e os elementos visuais devem seguir diretrizes de design acessível, como daltônicos e contraste adequado.	Implementado – Aplicado nas diretrizes de design.

3.2 Modelação

A modelação é uma etapa fundamental no desenvolvimento de qualquer sistema, pois permite representar de forma estruturada os elementos essenciais da solução, as suas funcionalidades e as interações entre componentes.

Durante a fase inicial do projeto, foi elaborada uma modelação conceptual baseada num modelo relacional, representando as entidades lógicas do sistema e suas relações. Essa modelação serviu de base para compreender a complexidade do domínio e orientar a arquitetura inicial.

Contudo, à medida que o desenvolvimento avançou e a implementação prática da plataforma foi sendo realizada, surgiram necessidades técnicas específicas e oportunidades de melhoria que levaram à adoção de uma arquitetura moderna baseada em componentes, serviços e separação de responsabilidades.

Deste modo, a secção apresenta primeiro a modelação inicial (3.2.1), seguida da descrição da arquitetura e estrutura efetivamente implementadas (3.2.2).

3.2.1 Modelação Conceptual Inicial

A modelação inicial foi representada através de um diagrama de entidades e relações (ERD), com o objetivo de identificar os principais elementos do sistema e as suas interações.

Legenda do Diagrama ERD

- User (Utilizador): representa os utilizadores do sistema, com atributos como nome, função e permissões.
- Role (Função): define os diferentes papéis possíveis, como administrador ou gestor, regulando o acesso às funcionalidades.
- Resource (Recurso): representa elementos físicos ou lógicos monitorizados, como barragens, rios ou zonas agrícolas.

- DataLayer (Camada de Dados): integra dados provenientes de diferentes fontes externas (sensores, satélite, APIs).
- PlatformComponent (Componente da Plataforma): módulos que tratam, processam ou exibem os dados.
- Visualization (Visualização): mecanismos de representação visual, como mapas, gráficos ou tabelas.
- UIElement (Elemento de Interface): componentes visuais interativos, como botões, filtros ou pop-ups.
- Alert (Alerta): eventos gerados automaticamente com base em condições específicas, enviados aos utilizadores.
- AlertType (Tipo de Alerta): define a categoria e critério de ativação de cada alerta.

Este modelo, embora simplificado, forneceu uma base útil para planear os fluxos de dados, regras de negócio e estrutura da interface.

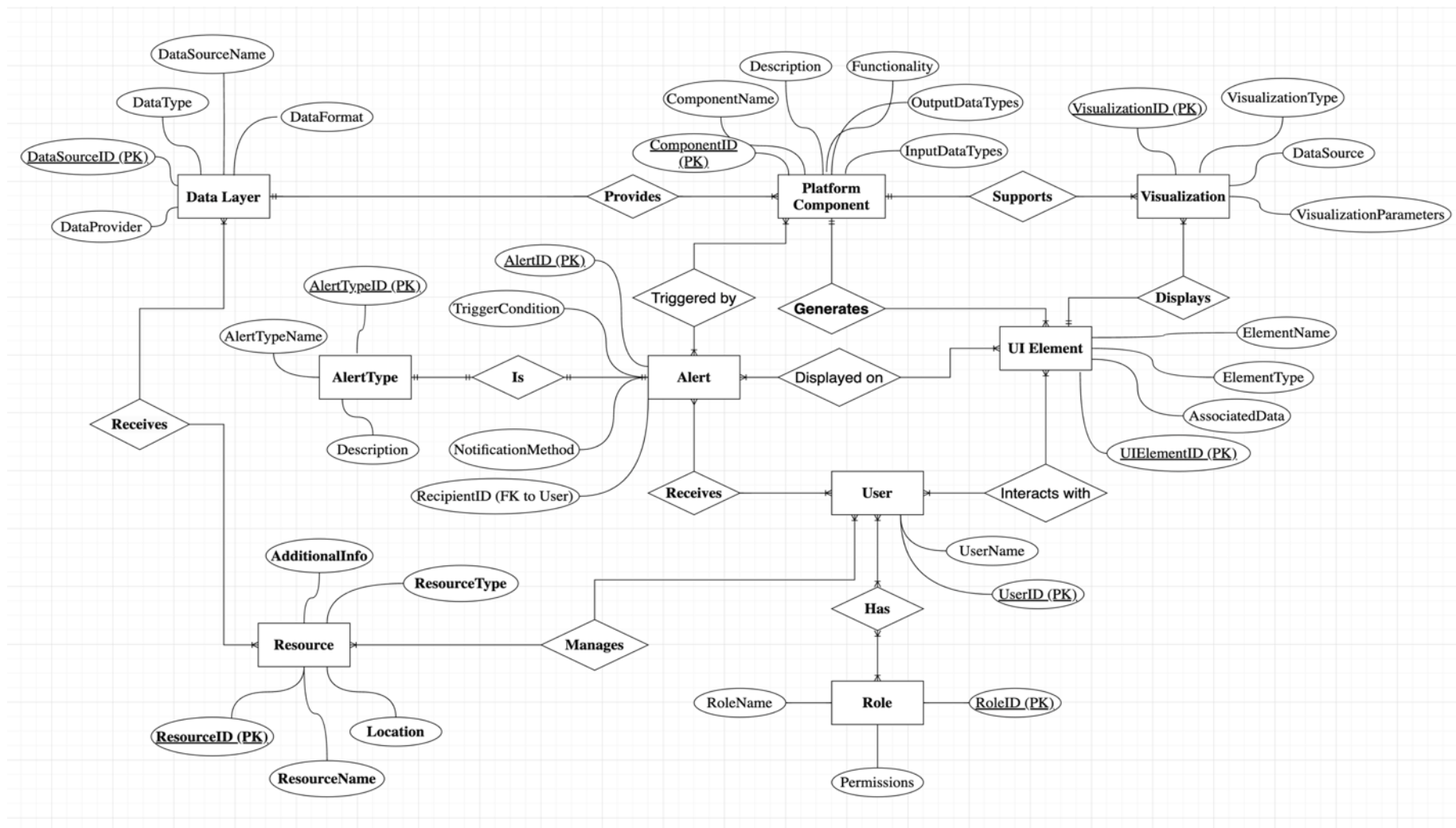


Figura 8 - Diagrama entidade-relacionamento da estrutura de dados e componentes

3.2.2 Modelação Técnica da Solução Implementada

Com o avanço do desenvolvimento, a solução implementada para a plataforma Water-Wise adotou uma arquitetura moderna e modular, adequada às exigências de escalabilidade, manutenção e integração com múltiplas fontes de dados. A estrutura da aplicação reflete princípios de Clean Architecture, com forte separação de responsabilidades entre componentes, serviços e lógica de dados, garantindo clareza na organização do sistema e facilitando a sua evolução contínua.

A aplicação está dividida em várias camadas funcionais bem definidas:

Camada de Apresentação (Frontend)

Esta camada é responsável pela interface com o utilizador e pela apresentação dos dados. A aplicação foi desenvolvida com tecnologias modernas, permitindo uma experiência fluida, responsiva e adaptada a diferentes dispositivos. A interface é construída com componentes reutilizáveis e apresenta funcionalidades como:

Navegação fluida através de um sistema de rotas bem estruturado.

Visualização de dados em mapas interativos e gráficos dinâmicos.

Suporte a tema claro/escuro e layouts adaptáveis a ecrãs desktop e mobile.

Internacionalização com seleção de idioma integrada.

Camada de Serviços

Nesta camada concentram-se os serviços responsáveis pela comunicação com fontes de dados externas. A arquitetura contempla diferentes tipos de integração, como:

Acesso a dados de imagens de satélite e índices ambientais através de serviços especializados.

Recolha de dados de simulação e modelos preditivos.

Integração com bases de dados de séries temporais, como a InfluxDB, utilizada para armazenar e consultar dados de telemetria ambiental.

Consumo de APIs externas que fornecem dados e hidrológicos em tempo real.

Estes serviços são isolados da lógica de apresentação, garantindo flexibilidade e independência de implementação.

Camada de Dados e Estado

A gestão dos dados e do seu estado é realizada de forma eficiente através de mecanismos de cache e sincronização automática. Esta camada é responsável por:

Executar a recolha de dados assíncrona e reativa a partir das várias fontes externas.

Manter os dados atualizados de forma otimizada, com uso de cache temporizado para evitar consultas desnecessárias.

Garantir que os dados sejam apresentados ao utilizador com feedback apropriado em casos de carregamento ou erro.

Transformar e adaptar os dados brutos recebidos de APIs para formatos compatíveis com a visualização.

Estrutura Modular e Organização do Código

A aplicação está organizada de forma clara e modular, promovendo a reutilização de código e facilitando a manutenção. As principais áreas do código incluem:

Componentes de interface reutilizáveis para gráficos, tabelas, mapas e filtros.

Serviços dedicados à abstração da lógica de comunicação com APIs.

Hooks e utilitários personalizados para encapsular lógica de dados e interações com o utilizador.

Providers globais que asseguram a partilha de contexto entre diferentes partes da aplicação, como idioma, tema ou estado da interface.

Integrações Externas

A arquitetura da aplicação prevê e suporta múltiplas integrações com serviços externos, incluindo:

Plataformas de observação por satélite, permitindo a visualização de imagens e índices relevantes para a gestão de recursos hídricos.

Bases de dados especializadas em séries temporais para recolha contínua de dados ambientais e operacionais.

Fontes públicas de dados meteorológicos nacionais, garantindo atualizações frequentes e confiáveis

Suporte à Internacionalização e Acessibilidade

A plataforma suporta múltiplos idiomas, permitindo a sua utilização por um público alargado. A gestão do idioma é realizada de forma centralizada, e a interface adapta-se automaticamente à preferência do utilizador. Adicionalmente, foram aplicadas boas práticas de design responsivo, garantindo usabilidade em diferentes dispositivos e resoluções de ecrã.

3.3 Protótipos de Interface

A interface da aplicação Water-Wise foi concebida com o objetivo de proporcionar uma experiência de utilização clara, acessível e eficiente, permitindo o acesso a dados relevantes para a monitorização de recursos hídricos. Ao longo do projeto, a interface evoluiu significativamente, passando de uma proposta conceptual em protótipos para uma versão funcional totalmente desenvolvida e implementada. Esta secção está dividida em duas partes: os protótipos desenvolvidos na fase inicial (3.3.1) e a interface final implementada (3.3.2).

3.3.1 Protótipos de Interface (Fase Inicial)

Durante a fase inicial do projeto, foram desenvolvidos protótipos de interface com o objetivo de explorar o layout visual da aplicação e testar a organização funcional dos conteúdos. Estes protótipos serviram de guia para o desenvolvimento e ajudaram a definir a estrutura de navegação e a forma de apresentação dos dados.

A Figura 10 apresenta uma proposta para a Página Inicial, com uma Sidebar interativa que dá acesso às principais secções da plataforma, como previsões meteorológicas, qualidade da

água, informações de satélite e risco de cheias. Já as Figuras 11 e 12 ilustram ecrãs funcionais dedicados à visualização de dados meteorológicos e à qualidade da água, respetivamente.

A aplicação foi concebida como uma SPA (Single Page Application), em que os conteúdos são atualizados dinamicamente sem necessidade de recarregar a página. O utilizador pode navegar entre diferentes dashboards através da Sidebar, acedendo a gráficos, mapas interativos e alertas automáticos. A estrutura proposta nos protótipos influenciou diretamente o desenvolvimento da interface real, embora vários elementos tenham sido posteriormente ajustados para otimizar a usabilidade e o desempenho.

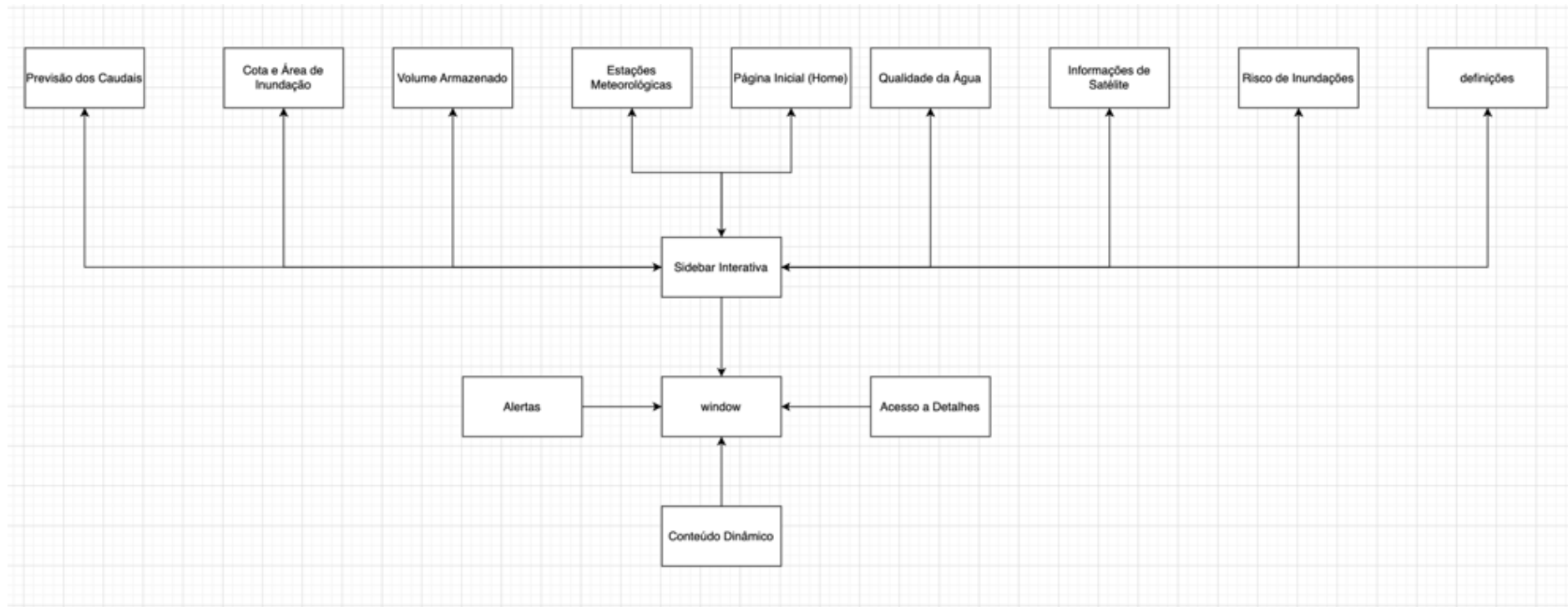


Figura 9 - Mapa Aplicacional

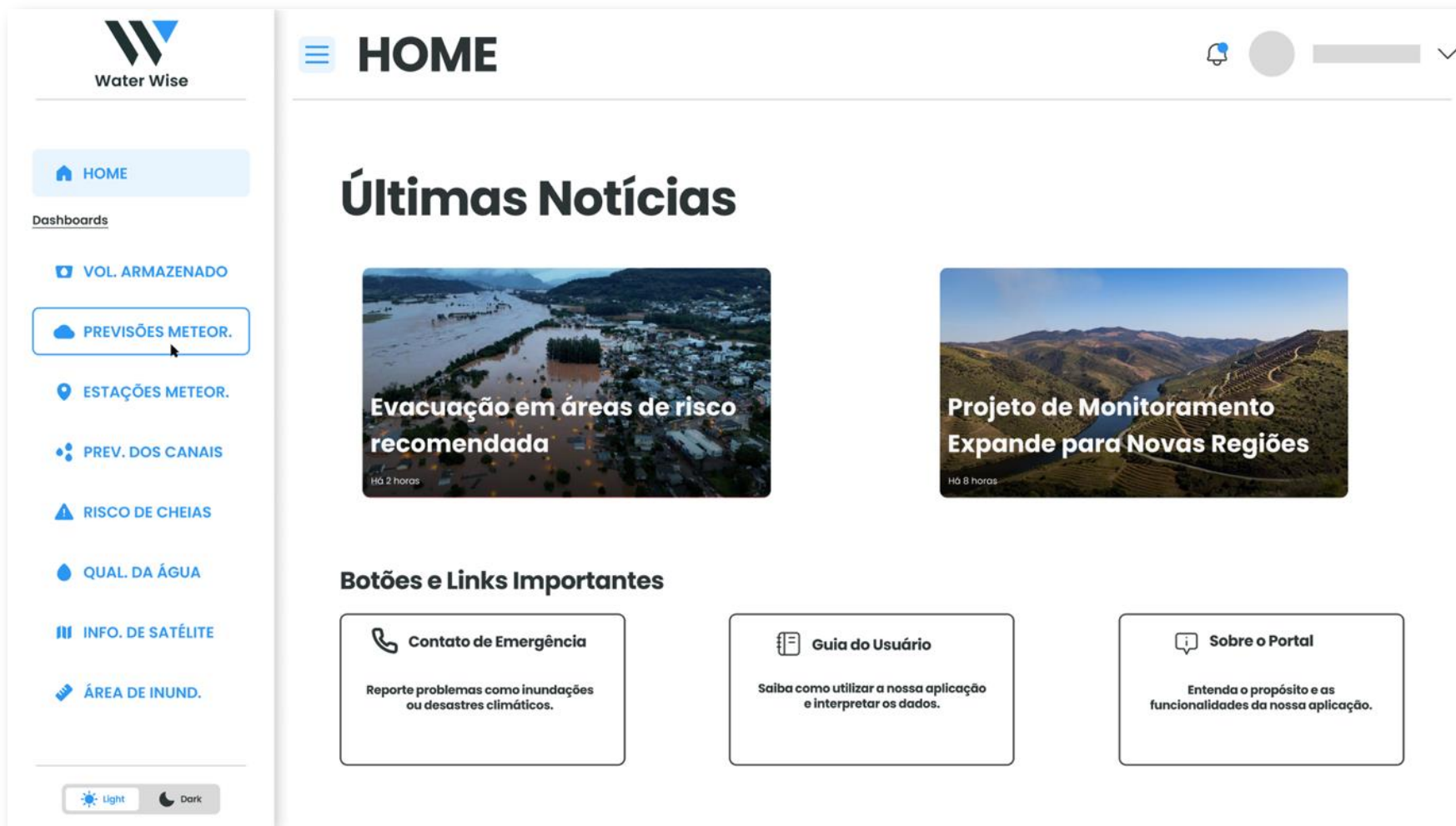


Figura 10 – Ecrã Home

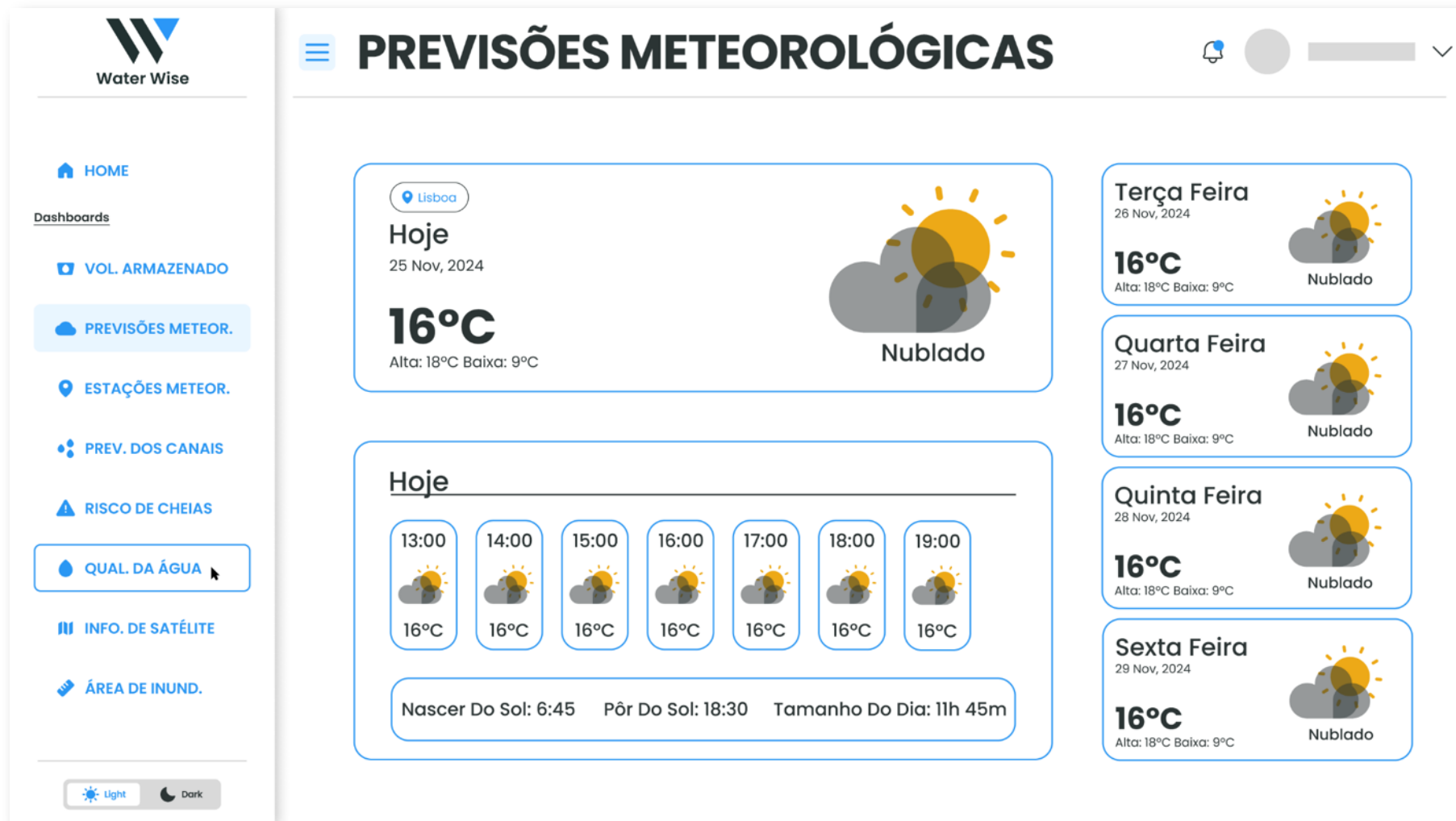


Figura 11 – Ecrã Previsões Meteorológicas

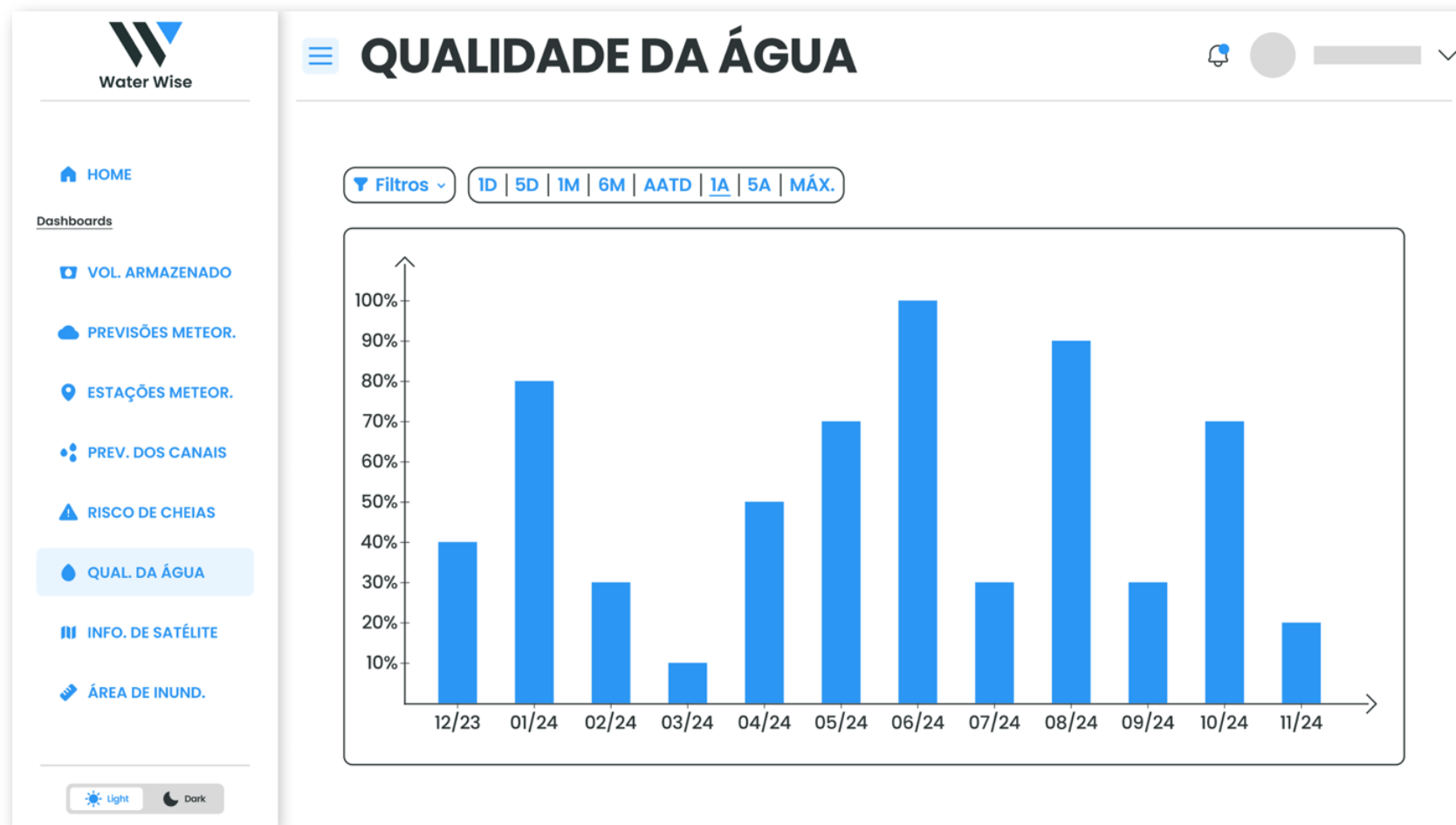


Figura 12 – Ecrã Qualidade de Água

Link do protótipo no Figma: <https://www.figma.com/proto/7Kn3rB2AwN8kPdtG6duN9Z/Water-Wise?page-id=0%3A1&node-id=1-3&node-type=frame&viewport=-209%2C147%2C0.29&t=xTPqajuC1dcdS7Ze-1&scaling=contain&content-scaling=fixed>

3.3.2 Interface Implementada

Com a evolução do projeto, os protótipos iniciais foram gradualmente substituídos por componentes reais, desenvolvidos com tecnologias modernas como Next.js, React, Tailwind CSS, Mapbox, Leaflet e Recharts. A interface final implementada resultou numa aplicação web responsiva, funcional e interativa, capaz de se adaptar a diferentes dispositivos e resoluções de ecrã.

A navegação da aplicação é centrada numa barra lateral (Sidebar) expansível e recolhível, que permite ao utilizador aceder rapidamente às principais funcionalidades da plataforma, nomeadamente:

- Página Inicial
- Página sobre
- Estações Meteorológicas
- Página de Barragens
- Monitorização de Barragens
- Imagens de Satélite Sentinel
- Mapa do Vale do Sorraia
- Upload de Ficheiros Excel
- Alertas e Notificações Personalizados

A área principal da interface apresenta conteúdos atualizados em tempo real, incluindo:

- Gráficos interativos de temperatura, humidade e volumes de armazenamento
- Dados de telemetria recolhidos de forma contínua a partir de estações e sensores
- Visualização geográfica da localização das estações meteorológicas e barragens
- Estatísticas históricas e dashboards analíticos de suporte à decisão
- Visualização de imagens de satélite Sentinel, com diferentes índices
- Alertas e Notificações: Configuração e visualização de alertas personalizados, como notificações de temperatura média diária acima de um limite definido.

A gestão eficiente dos dados é assegurada através da utilização do React Query, implementando mecanismos avançados de cache, sincronização e revalidação, o que assegura uma performance otimizada e reduz a carga sobre os servidores de dados.

O sistema implementa ainda:

- Alternância entre modo escuro e modo claro
- Suporte multilingue (Português e Inglês)
- Layout responsivo e adaptativo a diferentes dispositivos
- Visualização em tempo real de dados meteorológicos e hidrológicos
- Integração com fontes externas como Sentinel Hub, Irristrat e InfluxDB

Em termos de usabilidade, a interface foi desenhada para maximizar:

- Clareza visual, com uso de componentes da biblioteca shadcn/ui
- Navegação intuitiva, proporcionando fácil acesso a todas as secções
- Visualização eficiente dos dados, com gráficos responsivos baseados em Recharts
- Representação geoespacial precisa, utilizando Leaflet

4 Solução Proposta

Este capítulo apresenta a solução desenvolvida para o projeto Water-Wise, detalhando a arquitetura da aplicação, as tecnologias utilizadas, os ambientes de teste e produção, e os principais componentes implementados.

Durante o desenvolvimento, foram realizados ajustes contínuos com base em feedback dos orientadores e validações internas, garantindo que a solução se mantivesse alinhada com os requisitos inicialmente definidos.

A descrição apresentada reflete o estado final da plataforma, incorporando todas as funcionalidades implementadas e os detalhes técnicos que sustentam o seu funcionamento. Este relatório final tem como objetivo apresentar de forma clara e completa a solução desenvolvida, destacando os seus principais componentes e justificando as escolhas realizadas ao longo do projeto.

4.1 Apresentação

A plataforma **Water-Wise** é uma aplicação web moderna, responsiva e intuitiva, desenvolvida para apoiar a monitorização, visualização e análise de dados hidrometeorológicos e ambientais, promovendo a gestão sustentável de recursos hídricos. A solução foi concebida para integrar dados de diversas fontes, oferecer ferramentas de análise avançadas e facilitar a tomada de decisão informada por parte dos utilizadores.

Funcionalidades Principais

A plataforma disponibiliza um conjunto de funcionalidades que garantem uma experiência completa e eficiente para os utilizadores:

- **Monitorização em Tempo Real:** Visualização interativa de dados atualizados sobre níveis de reservatórios, qualidade da água e variáveis meteorológicas, através de gráficos, tabelas e mapas dinâmicos
- **Visualização de Dados Meteorológicos e Hidrológicos:** Integração de dados provenientes da Sentinel Hub API, da base de dados InfluxDB e da API Irristrat, apresentados em dashboards interativos e gráficos de séries temporais
- **Consulta de Imagens de Satélite:** Visualização de imagens remotas em diferentes índices, como Cor Natural, NDVI (vegetação), Índice de Humidade e Áreas Urbanas, permitindo uma análise rápida do estado ambiental
- **Simulação Preditiva do Vale do Sorraia:** Visualização de dados hidrológicos simulados para o futuro (2025-2035), possibilitando a antecipação de cenários críticos para a gestão da água
- **Gestão de Dados via Upload de Ficheiros Excel:** Permite a introdução manual de dados estruturados na plataforma, com validação através de modelo pré-definido
- **Autenticação de Utilizadores:** A plataforma utiliza o serviço Clerk para garantir que apenas utilizadores autenticados podem aceder a funcionalidades sensíveis, como o carregamento de dados ou a configuração de alertas, protegendo páginas e operações críticas tanto no frontend como no backend.

- **Sistema de Alertas e Notificações:** A plataforma permite que os utilizadores configurem alertas personalizados para monitorizar condições específicas, como a temperatura média diária. Quando as condições definidas são satisfeitas, notificações internas são apresentadas ao utilizador na interface da aplicação, garantindo segurança e personalização através da associação dos alertas ao utilizador autenticado.

A aplicação implementa ainda:

- Alternância entre modo escuro e modo claro
- Suporte multilingue (Português e Inglês)
- Layout totalmente responsivo, adaptando-se a diferentes dispositivos
- Atualização eficiente e caching inteligente de dados

Disponibilização da Plataforma:

- **Ambiente Cloud:** A plataforma está alojada na infraestrutura cloud da Vercel, garantindo alta disponibilidade, escalabilidade e fácil acesso para os utilizadores <https://water-wise-one.vercel.app>
- **Repositório GitHub:** O código-fonte da aplicação encontra-se armazenado num repositório GitHub, permitindo consulta, colaboração e rastreamento das alterações realizadas durante o desenvolvimento. O repositório está disponível em: <https://github.com/DEISI-ULHT-TFC-2024-25/TFC-DEISI2105-WaterWise>
- **Demonstração em Vídeo:** Foram produzidos dois vídeos demonstrativos para apresentar a plataforma Water-Wise. O primeiro vídeo, criado para a segunda entrega, ilustra as principais funcionalidades implementadas até essa fase e pode ser consultado em: <https://www.youtube.com/watch?v=NaBm6luMbGY>
O vídeo final, que apresenta todas as funcionalidades da plataforma na sua versão completa, esta disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uCocCIDVKgo>

Nas secções subsequentes, detalham-se os principais aspetos da solução:

- **Em 4.2 Arquitetura**, descreve-se a estrutura tecnológica utilizada, destacando os seus componentes e justificativas para as escolhas realizadas.
- **Em 4.3 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas**, são apresentados os recursos técnicos que sustentam a implementação.
- **Em 4.4 Utilização de Modelos de Linguagem no Desenvolvimento**, é descrito como usamos modelos LLMs para ajudar a desenvolver o Water-Wise
- **Em 4.5 Ambientes de Teste e Produção**, identificam-se os ambientes necessários para o desenvolvimento e execução da solução.
- **Em 4.6 Abrangência**, descrevem-se as unidades curriculares aplicadas no projeto, destacando como os conhecimentos adquiridos ao longo do curso sustentam o desenvolvimento da solução proposta.
- **Em 4.7 Demonstração Visual da Plataforma Water-Wise**, apresenta-se uma visão prática da aplicação em funcionamento.
- **Em 4.8 Guia de Instalação, Configuração e Deployment:** Detalhamento dos passos necessários para configurar e implementar a plataforma, garantindo que qualquer pessoa possa replicar ou dar continuidade ao projeto.

4.2 Arquitetura

A plataforma **Water-Wise** foi desenvolvida com base numa arquitetura moderna e modular, organizada em camadas, que garante escalabilidade, facilidade de manutenção e suporte para futuras evoluções. A aplicação adota um modelo *client-side*, onde os utilizadores interagem diretamente com dados provenientes de fontes externas, através de uma interface web desenvolvida em **Next.js** e **React**.

Camadas da Arquitetura

A arquitetura do sistema organiza-se em três grandes camadas, cada uma desempenhando um papel específico:

- **Camada de Apresentação (Frontend):** Desenvolvida com **Next.js** ([link](#)) e **React** ([link](#)), esta camada é responsável pela interação com o utilizador. A interface apresenta dados através de mapas interativos, gráficos e dashboards dinâmicos, garantindo uma experiência fluida e responsiva. A interface adapta-se a diferentes dispositivos (desktop, tablet, mobile) graças à utilização de **Tailwind CSS** ([link](#)). Para a visualização de dados, são utilizadas bibliotecas como **Leaflet** ([link](#)) e **Mapbox**([link](#)) para mapas e **Recharts** ([link](#)) para gráficos.
- **Camada de Serviços de Dados Externos:** Inclui integrações com APIs externas, como:
 - **Sentinel Hub API** ([link](#)): fornecimento de imagens de satélite e índices ambientais
 - **InfluxDB** ([link](#)): séries temporais de dados de telemetria e monitorização
 - **Irristrat API** ([link](#)): dados meteorológicos e estações
 - **Sistema de Informação do Regadio (SIR)** ([link](#)): dados públicos sobre os níveis de água nas barragens
- **Camada de Gestão de Estado e Dados** ([link](#)): Utiliza React Query para a gestão de cache, sincronização e revalidação automática dos dados consultados nas APIs, garantindo alta performance e experiência fluída.

Autenticação e Gestão de Dados Personalizados

Para garantir a segurança e personalização da experiência do utilizador, a plataforma implementa:

- **Autenticação de Utilizadores:** Utilizando o serviço **Clerk** ([link](#)), a aplicação assegura que apenas utilizadores autenticados podem aceder a funcionalidades sensíveis, como o carregamento de dados ou a configuração de alertas personalizados.
- **Sistema de Alertas e Notificações:** A gestão de alertas e notificações é realizada com o **Convex** ([link](#)), uma base de dados *serverless* que permite armazenar e gerir dados associados a cada utilizador autenticado.

Custo e Licenciamento

- **Next.js, React, Tailwind CSS, Leaflet, Mapbox e Recharts:** Ferramentas open-Source, disponíveis gratuitamente para uso comercial, que garantem flexibilidade e escalabilidade no desenvolvimento da aplicação.

- **Clerk e Convex:** Ambos os serviços oferecem free tiers generosos, que são totalmente suficientes para as necessidades da plataforma Water-Wise. O Clerk permite autenticação segura e gestão de utilizadores sem custos adicionais, enquanto o **Convex** suporta a gestão de notificações e alertas personalizados com escalabilidade e eficiência
- **Sentinel Hub API e InfluxDB:** A **Sentinel Hub API** possui um custo elevado, com subscrições pagas a partir de 300€ por ano, mas foi utilizado o trial gratuito de um mês durante o desenvolvimento. Já a **InfluxDB** foi utilizada para armazenar dados públicos de telemetria e monitorização, sem custos adicionais, uma vez que os servidores estão alojados na infraestrutura da lusófona.

Arquitetura da Aplicação

A arquitetura da aplicação reflete a organização modular do sistema, destacando a separação clara entre a interface de utilizador, os serviços de dados externos e a gestão de estado e cache. O diagrama apresentado na Figura 13 ilustra a interação entre as diferentes camadas e os serviços utilizados.

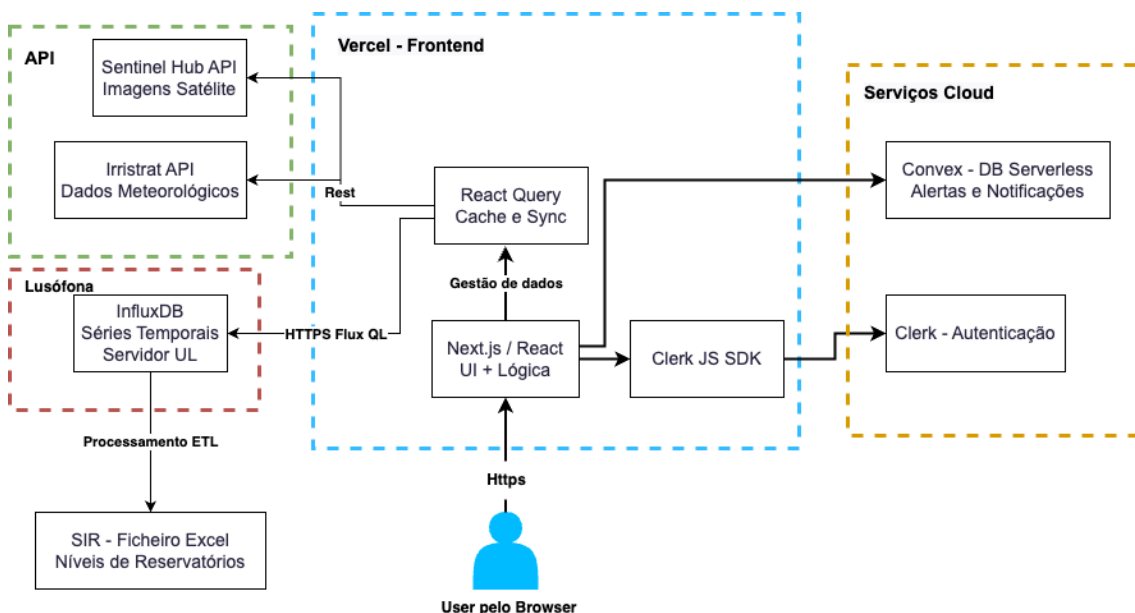


Figura 13 - Desenho da Arquitetura

Esta arquitetura modular oferece várias vantagens:

- **Escalabilidade:** A comunicação direta com APIs externas e o uso de serviços *serverless* permitem que a aplicação suporte um número crescente de utilizadores e dados sem necessidade de grandes alterações na infraestrutura.
- **Facilidade de Manutenção:** A separação clara entre camadas reduz a complexidade do sistema, facilitando a identificação e resolução de problemas.
- **Evolução Futura:** A arquitetura foi projetada para suportar a integração de novas fontes de dados e funcionalidades adicionais, como notificações externas (email, push) e alertas mais complexos.

4.3 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas

O desenvolvimento da plataforma Water-Wise baseia-se numa arquitetura moderna e modular, utilizando tecnologias recentes que garantem desempenho, escalabilidade e facilidade de manutenção.

A aplicação foi construída com Next.js 15, uma framework baseada em React 19, que oferece suporte avançado a Server Componentes, Client Componentes e App Router, permitindo uma estruturação eficiente da aplicação e otimizações de carregamento. O uso de TypeScript 5 assegura tipagem estática ao longo do projeto, aumentando a robustez do código e minimizando erros em tempo de execução.

A estilização da interface é gerida com Tailwind CSS 3.4.1, uma framework utilitária que possibilita a criação rápida de layouts responsivos e consistentes em diferentes dispositivos. Para a construção da interface do utilizador foram também utilizados componentes modernos provenientes da biblioteca shadcn/ui, assim como ícones da coleção Lucide React, garantindo uma apresentação visual clara e acessível.

Na vertente de visualização de dados, a aplicação integra Leaflet e Mapbox para a construção de mapas interativos, suportando múltiplas camadas geoespaciais, zoom dinâmico e navegação fluida. Para a análise gráfica de dados temporais e métricas ambientais foi utilizada a biblioteca Recharts 2.15.1, permitindo a criação de dashboards com gráficos interativos.

A gestão de estado e dados assíncronos é assegurada por React Query (TanStack Query), que implementa mecanismos de cache, sincronização em background e atualização em tempo real. No que respeita à integração de dados externos, a plataforma conecta-se diretamente à Sentinel Hub API para a recolha de imagens de satélite e índices como Cor Natural, NDVI, Humidade e Áreas Urbanas, e à InfluxDB para o armazenamento de séries temporais de dados de telemetria. APIs meteorológicas nacionais (como IPMA, SNIRH, ARBVS) e plataformas como a Irristrat também são utilizadas para o enriquecimento da informação disponível na plataforma.

Adicionalmente, para o processamento geoespacial avançado, foram integradas ferramentas como a API da Geoapify, que permite realizar operações de análise espacial, como geocodificação e geocodificação inversa, convertendo coordenadas em nomes de locais e vice-versa. A plataforma também suporta a importação de dados através do carregamento e processamento de ficheiros Excel, utilizando a biblioteca xlsx, garantindo consistência e flexibilidade na integração de dados estruturados.

A gestão de utilizadores e autenticação é assegurada pela plataforma Clerk, que oferece um sistema robusto e seguro para registo, login e controlo de acesso a funcionalidades sensíveis. Já o backend e a base de dados são potenciados pelo Convex, uma plataforma serverless que gere os dados em tempo real, incluindo o sistema de alertas e notificações personalizados, complementando as capacidades do React Query.

Em relação à gestão de traduções (português e inglês), foi utilizada a biblioteca i18n, que utiliza um ficheiro JSON para cada idioma, facilitando o controlo de todos os textos da aplicação.

O ambiente de desenvolvimento foi estruturado com Node.js e npm para gestão de pacotes, sendo utilizado Visual Studio Code como IDE principal. O controlo de versões e a colaboração entre a equipa são realizados através de Git e GitHub. Para o ambiente de produção, a aplicação

está preparada para ser alojada na plataforma Vercel, garantindo alta disponibilidade, escalabilidade automática e integração contínua.

4.4 Utilização de Modelos de Linguagem no Desenvolvimento

Durante o desenvolvimento da plataforma Water-Wise, foram utilizados Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), como ChatGPT, Claude Sonnet e Gemini, para acelerar o processo de criação, resolver problemas técnicos e melhorar a qualidade do código.

Inicialmente, o ChatGPT foi usado para resolver erros e implementar funcionalidades complexas, especialmente em áreas onde a equipa tinha pouca experiência. No entanto, com a introdução dos modelos Claude Sonnet, a equipa encontrou uma solução mais confiável e eficiente. O Claude destacou-se como o favorito da equipa, graças à sua precisão, menor número de erros de sintaxe e capacidade de criar interfaces de utilizador bem estruturadas e apelativas.

Mais tarde, os modelos Gemini 2.0 e 2.5 também foram testados, com o Gemini 2.5 Pro a demonstrar ser uma alternativa versátil e bem equilibrada, superando o ChatGPT em várias áreas. No entanto, os modelos Claude Sonnet continuaram a ser os preferidos para tarefas de Frontend e geração de código limpo.

A utilização destes LLMs permitiu:

- Resolver problemas técnicos complexos de forma mais rápida;
- Melhorar a qualidade do código e das interfaces;
- Acelerar o desenvolvimento, otimizando o fluxo de trabalho.

Os LLMs foram, assim, uma peça-chave no sucesso do projeto, com os modelos Claude Sonnet a destacarem-se como os favoritos da equipa, graças à sua fiabilidade e performance superior.

4.5 Ambientes de Teste e de Produção

Os ambientes de teste e produção da plataforma Water-Wise são definidos para assegurar o desenvolvimento, validação e operação eficiente da solução. Estes ambientes são projetados com base nas especificações técnicas necessárias para atender às funcionalidades propostas e aos requisitos do projeto, combinando configurações locais para desenvolvimento e uma infraestrutura cloud para produção.

O ambiente de teste é utilizado durante o desenvolvimento para validar as funcionalidades e assegurar que a aplicação se comporta conforme esperado antes da sua implementação no ambiente de produção. Este ambiente é configurado em máquinas locais dos desenvolvedores, permitindo testes funcionais, identificação de falhas e otimização do desempenho em um contexto controlado. As especificações mínimas recomendadas incluem:

- CPU: 2 GHz
- RAM: 4 GB
- Armazenamento: 10 GB
- Rede: Necessária para testes locais, visto que os dados provenientes da InfluxDB, Sentinel Hub e outros serviços externos só são possíveis de obter com ligação à internet.
- Software: Node.js, npm, Visual Studio Code e Git para execução local da aplicação (comando `npm run dev`) e simulação de integrações com serviços como Clerk, Convex e APIs externas.

- Opção de Contêinerização: A aplicação está preparada para ser executada em containers Docker, com uma imagem disponível no Docker Hub (<https://hub.docker.com/r/ric20035/water-wise>). Isso facilita o Deployment rápido em ambientes de teste, garantindo consistência e reprodutibilidade.

O ambiente de produção hospeda a versão final da plataforma, acessível a todos os stakeholders, incluindo gestores de recursos hídricos, agricultores e investigadores. Para garantir escalabilidade, fiabilidade e desempenho, a aplicação está alojada na plataforma Vercel, que oferece alta disponibilidade, escalabilidade automática e distribuição global através da sua Edge Network (CDN). Embora inicialmente planeado para ser alojado num servidor da Lusófona, optou-se pela Vercel devido à sua capacidade de gerir recursos dinamicamente. As especificações recomendadas para o servidor InfluxDB, que permanece na infraestrutura da Lusófona, são:

- CPU: 2 GHz
- RAM: 8 GB
- Armazenamento: 100 GB SSD
- Rede: Conexão mínima de 100 Mbps

No ambiente de produção, o backend é potenciado pelo Convex, uma plataforma serverless que gere a base de dados e funções em tempo real, como alertas e notificações, eliminando a necessidade de gerir servidores físicos. Os serviços externos, como Clerk (autenticação), Sentinel Hub API (dados de satélite), Geoapify API (geolocalização) e Irristrat API (dados meteorológicos), são integrados diretamente via internet, garantindo uma operação fluida e escalável.

4.6 Abrangência

O desenvolvimento da plataforma Water-Wise beneficia diretamente das competências adquiridas ao longo do curso. Cadeiras como Fundamentos de Programação, Linguagens de Programação I e II, e Programação Web forneceram uma base sólida para o desenvolvimento da aplicação, permitindo a implementação de funcionalidades essenciais e interfaces interativas.

Bases de Dados e Sistemas de Suporte à Decisão são cruciais para a gestão e análise eficiente dos dados recolhidos, enquanto Engenharia de Requisitos e Testes garantiu uma abordagem estruturada na definição de requisitos e validação da solução. Além disso, conhecimentos adquiridos em Redes de Computadores e Computação Distribuída contribuem para a integração de APIs externas e para o processamento de dados em tempo real em ambientes cloud.

Por fim, disciplinas como Engenharia de Software, Data Science, e Interação Humano-Máquina suportam o design de uma solução robusta, intuitiva e voltada para o utilizador, com foco na análise e visualização de dados relevantes. Essas competências são fundamentais para a criação de uma aplicação web que atenda às necessidades de gestores, agricultores e investigadores, promovendo uma gestão sustentável dos recursos hídricos.

4.7 Demonstração Visual da Plataforma Water-Wise

A plataforma Water-Wise possui uma interface intuitiva e responsiva, projetada para facilitar a navegação em diferentes dispositivos e modos de visualização. A Sidebar expansível, localizada à esquerda, inclui um login ou Profile view para utilizadores autenticados, permitindo acesso rápido ao perfil e configurações pessoais. Para utilizadores autenticados, há um botão no topo para visualizar notificações, garantindo alertas imediatos sobre eventos relevantes. Além disso, todas as páginas com dados incluem texto explicativo para facilitar a compreensão e uso.

A Sidebar expansível, localizada à esquerda, permite acesso rápido às funcionalidades essenciais da aplicação, tais como Estações Meteorológicas, detalhes de Barragem e Monitorização de Barragens, Imagens de Satélite, Modelo Preditivo e Upload de Excel. Adicionalmente, estão disponíveis funcionalidades para alterar rapidamente o idioma entre inglês e português e alternar entre os modos claro e escuro, personalizando a experiência conforme as preferências do utilizador.

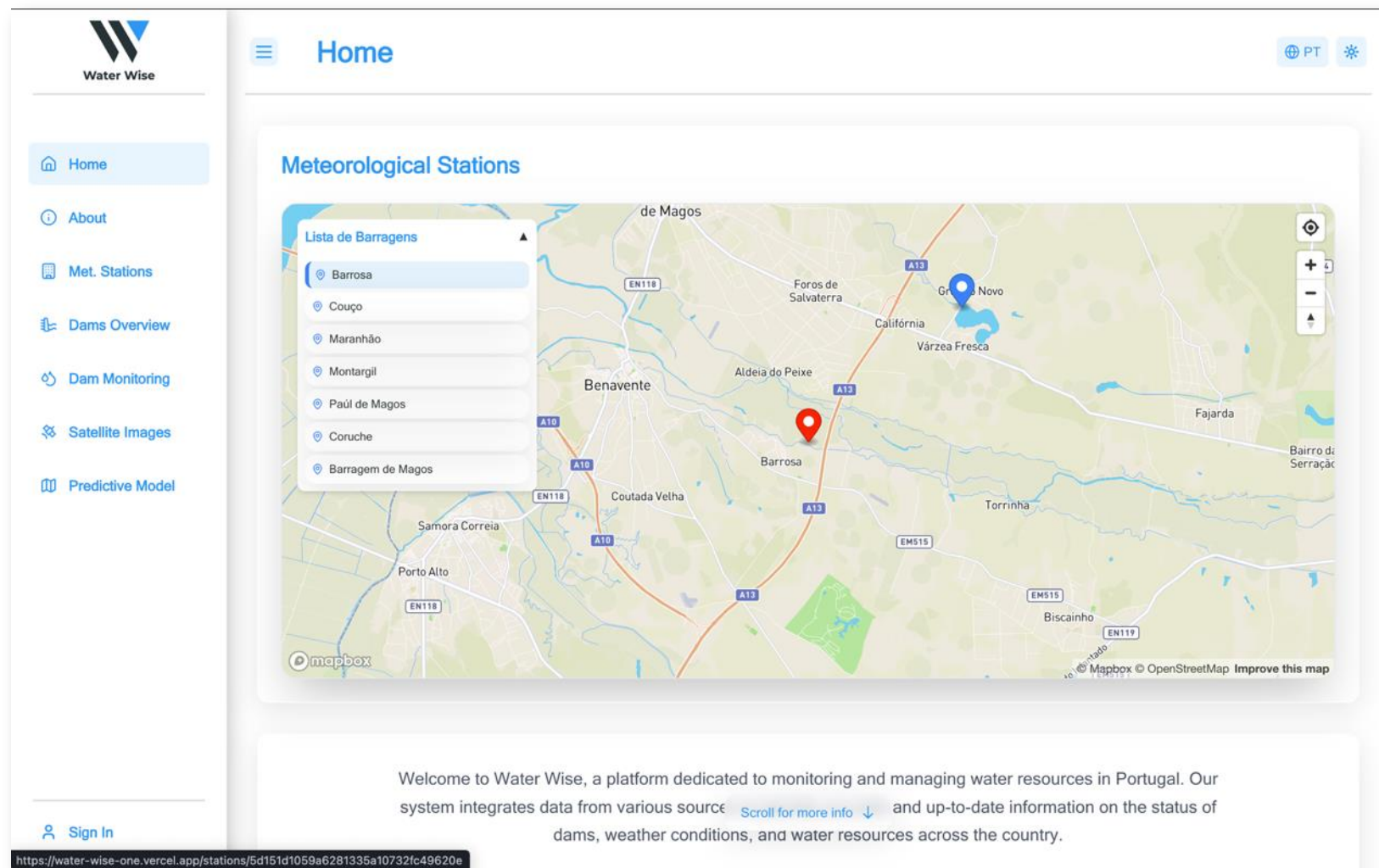


Figura 14 - Página Inicial em Modo Claro, idioma inglês com a Sidebar Expandida, não autenticado

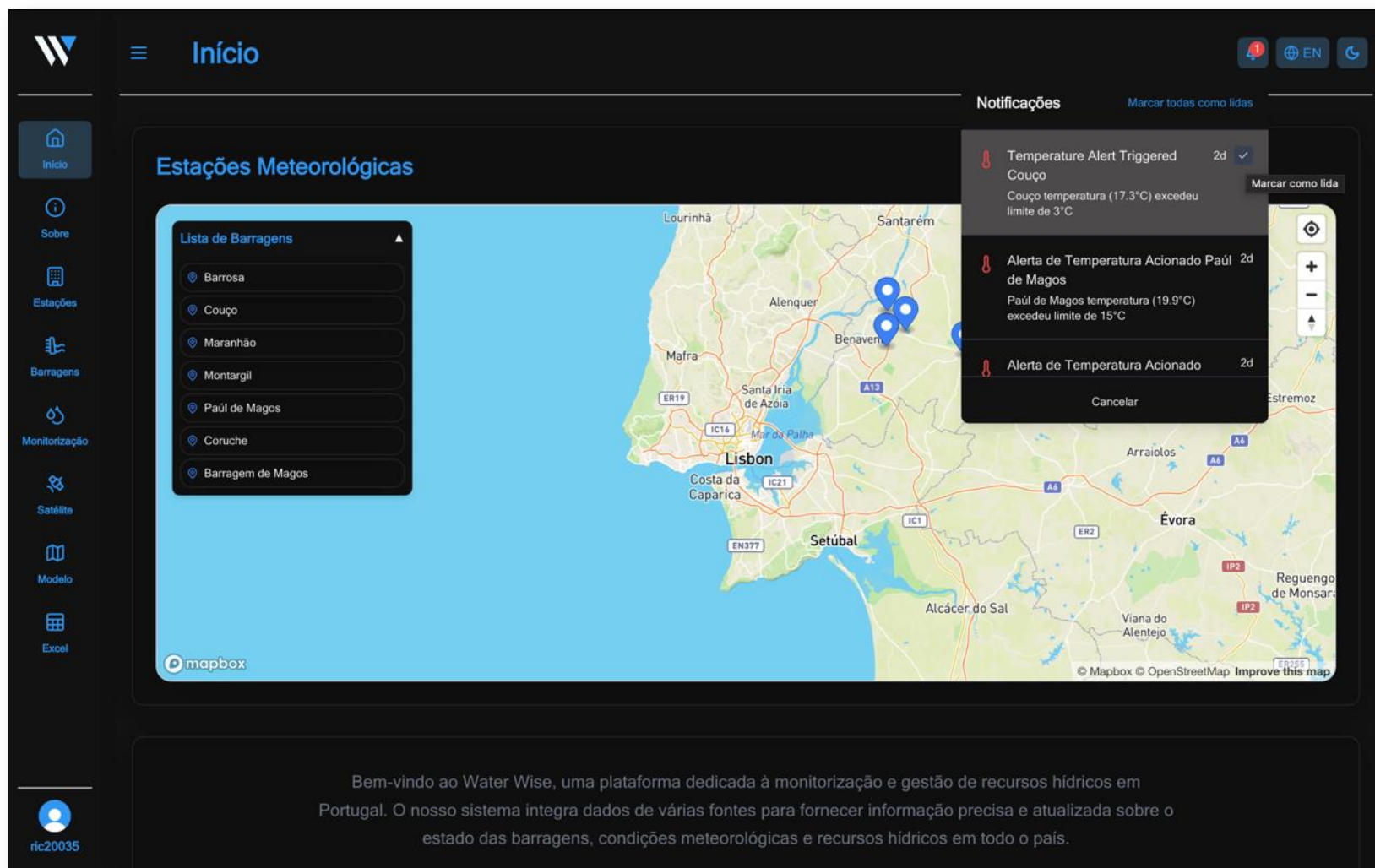


Figura 15 - Página Inicial em Modo Escuro, idioma português com a Sidebar Recolhida, autenticado

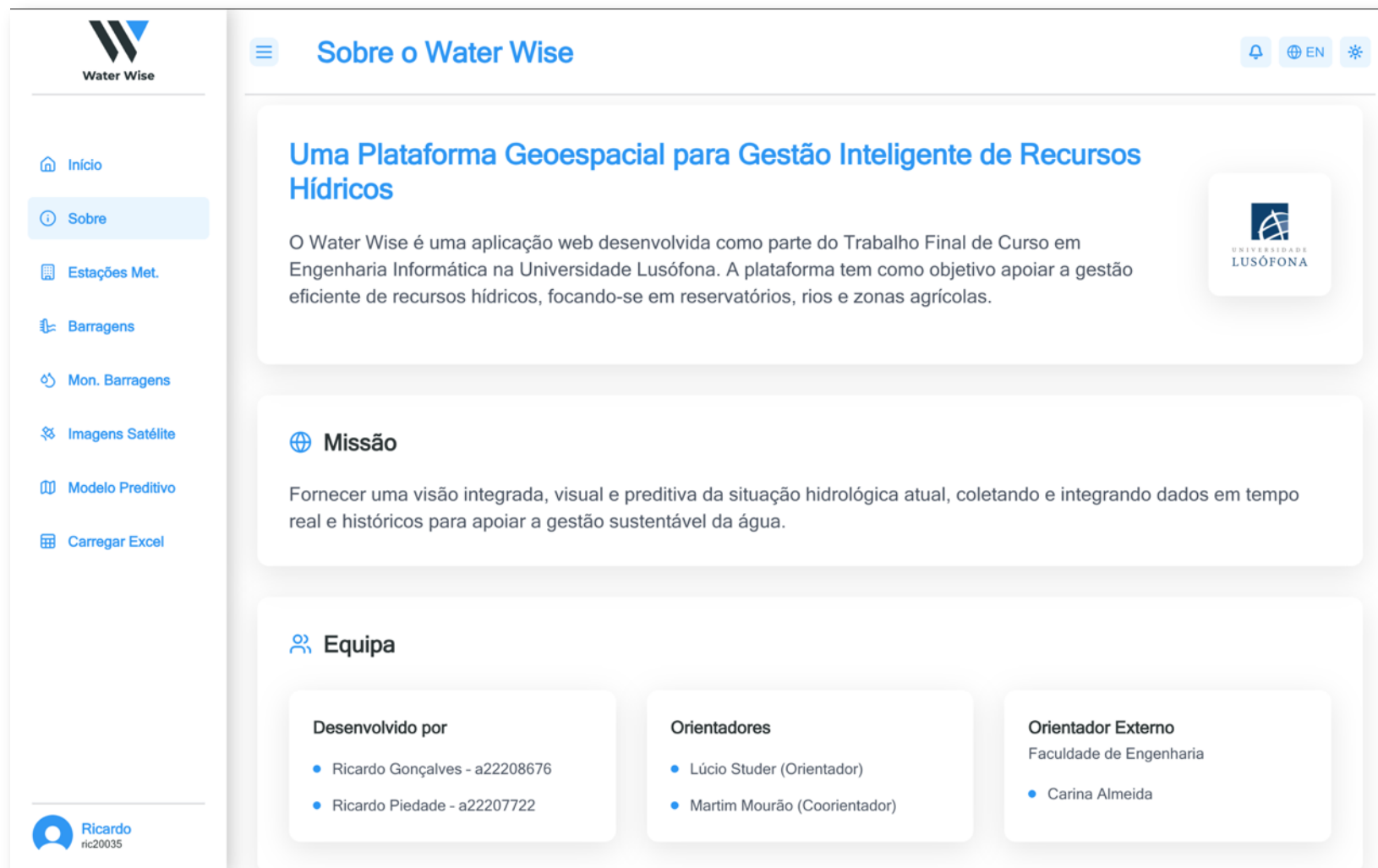


Figura 16 – Página sobre

The screenshot displays the 'Estações Meteorológicas' (Weather Stations) page within the Water-Wise application. The interface includes a sidebar on the left with navigation links: 'Início', 'Sobre', 'Estações Met.' (highlighted), 'Barragens', 'Mon. Barragens', 'Imagens Satélite', 'Modelo Preditivo', and 'Carregar Excel'. The main header shows the 'Water Wise' logo and the page title 'Estações Meteorológicas', along with a notification bell, a language selector set to 'EN', and a settings icon. Below the header, a 'Detalhes do Site' section provides instructions on how to use the page, stating that users can navigate through various weather stations in Portugal, each represented by a card with a location image and a preview image. It also mentions that clicking on a station allows users to explore detailed meteorological measurements, historical data, and trends for that specific location. A data source link 'Irristrat - Gestão de Irrigação' is provided. The main content area displays a grid of weather station cards, each featuring a landscape image and the station name: 'Barrosa', 'Couço', and 'Maranhão'. The bottom of the sidebar shows a user profile for 'Ricardo ric20035'.

Water Wise

Estações Meteorológicas

Detalhes do Site

Como usar esta página

Navegue através de todas as nossas estações meteorológicas em Portugal. Cada cartão mostra uma estação com a sua localização e uma imagem de pré-visualização. Clique em qualquer estação para explorar medições meteorológicas detalhadas, dados históricos e tendências para essa localização específica.

Fonte dos dados: [Irristrat - Gestão de Irrigação](#)

Barrosa
Barrosa

Couço
Couço

Maranhão
Maranhão

Ricardo
ric20035

Figura 17 - Página de Estações Meteorológicas



Figura 18 - Página de detalhes da Estação de Barrosa

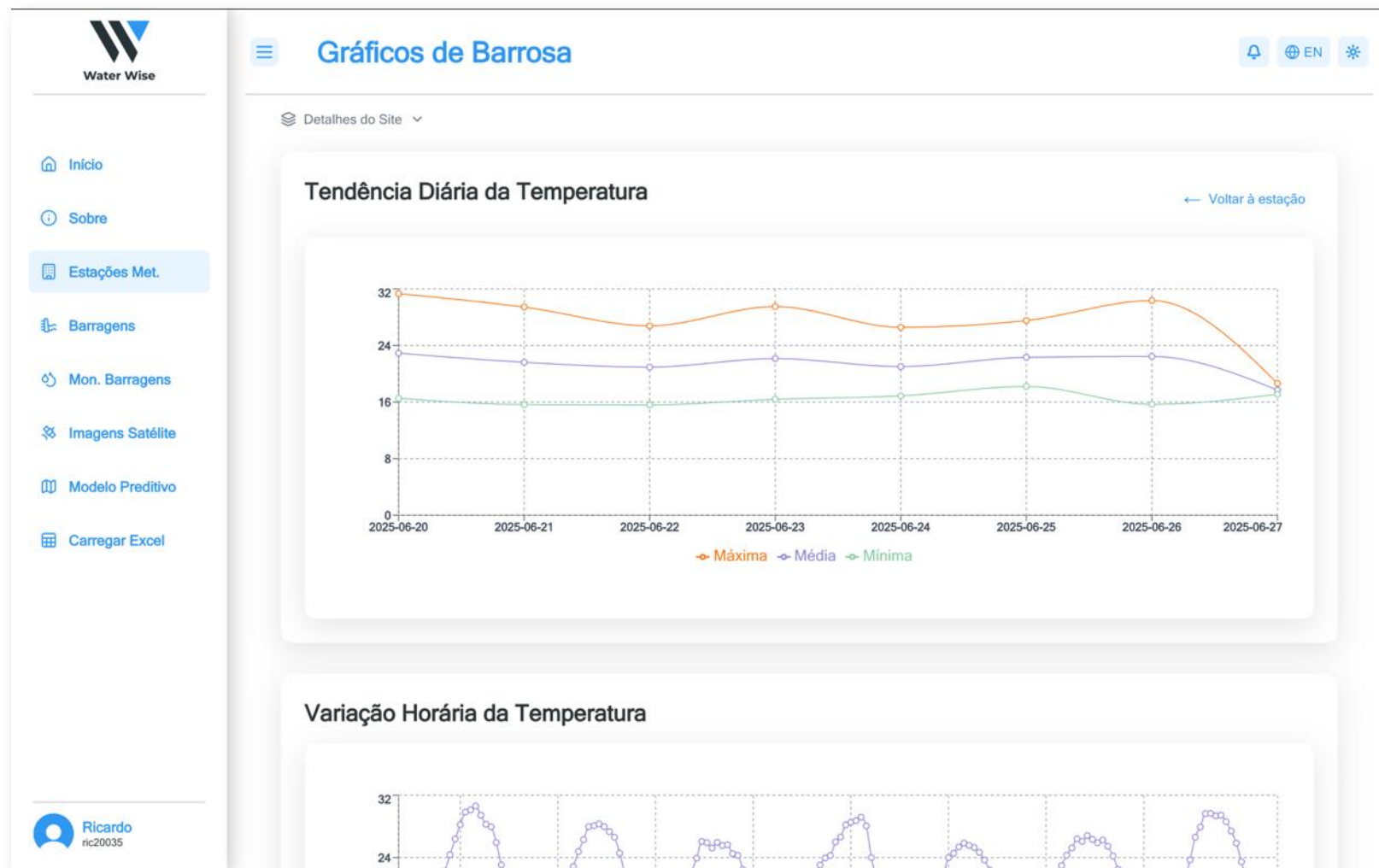


Figura 19 - Gráficos detalhados de análise meteorológica da Estação de Barrosa

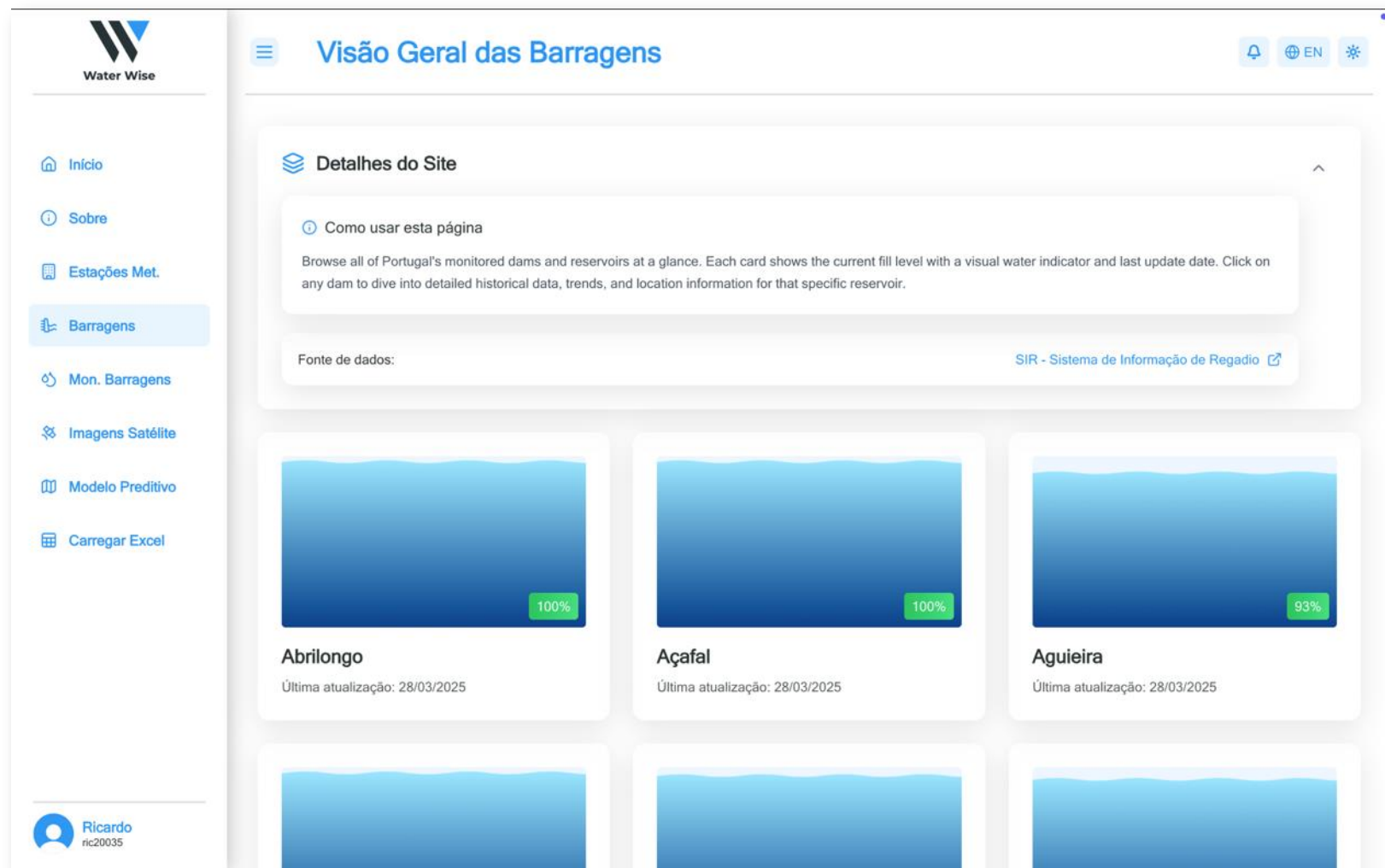


Figura 20 – Página das Barragens

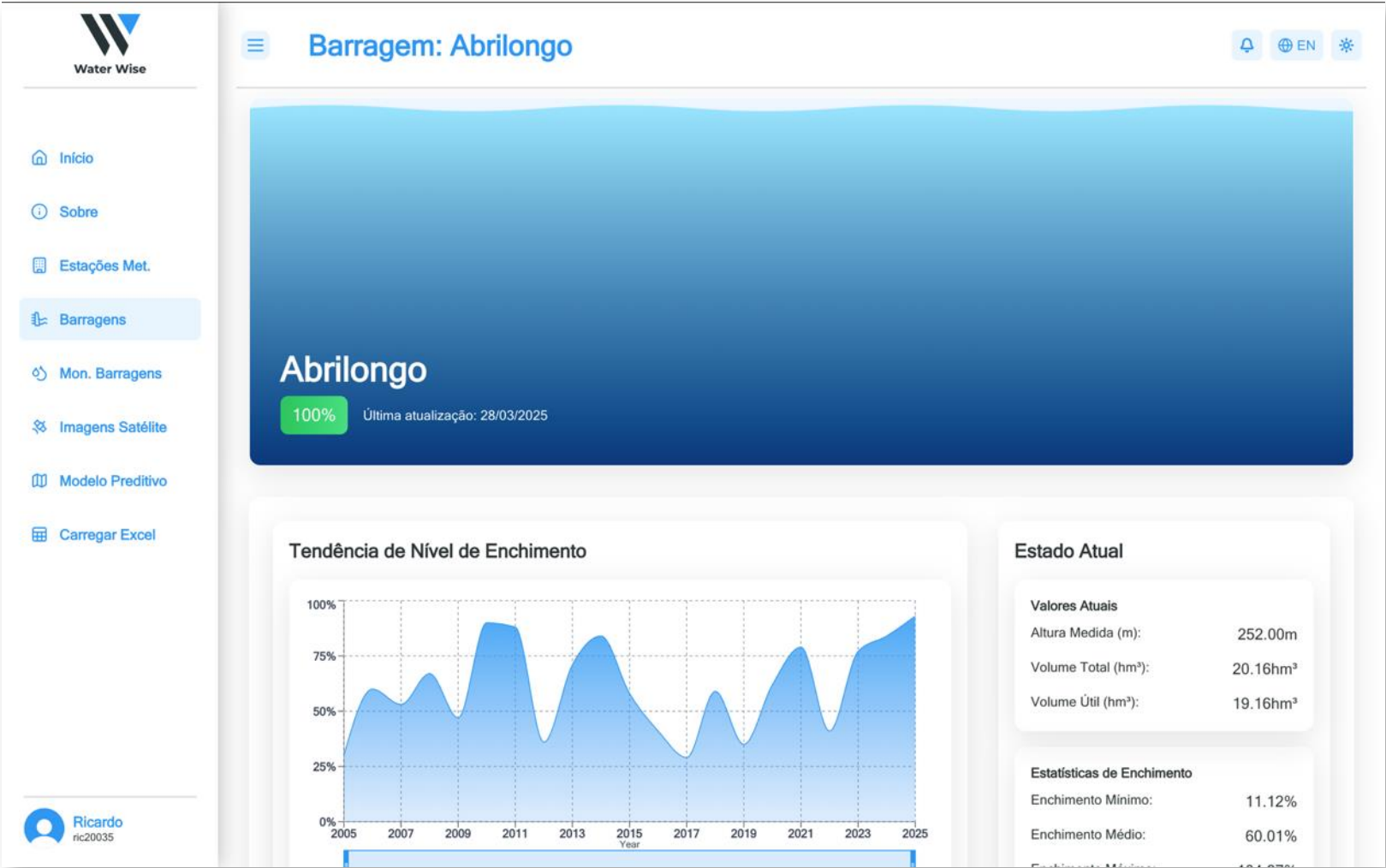




Figura 21 - Página detalhes das Barragens



Water Wise

- Início
- Sobre
- Estações Met.
- Barragens
- Mon. Barragens**
- Imagens Satélite
- Modelo Preditivo
- Carregar Excel

 Ricardo
ric20035

Monitorização de Barragens

Detalhes do Site ▾

Tabela de Monitorização de Barragens

[Redefinir Todos os Filtros](#) [Mostrar Filtros](#)

#	BARRAGEM ▾	DATA ▾	ALTURA MEDIDA (M) ▾	NÍVEL DE ENCHIMENTO (%) ▾	VOLUME TOTAL (HM³) ▾	VOLUME ÚTIL (HM³) ▾
1	Abrilongo	28/03/2025	252.00	100% <div><div></div></div>	20.16	19.16
2	Agueira	28/03/2025	123.25	93% <div><div></div></div>	394.00	187.00
3	Alqueva	28/03/2025	151.76	98% <div><div></div></div>	4085.02	3085.02
4	Arade	28/03/2025	55.55	59% <div><div></div></div>	16.80	15.16
5	Bravura	28/03/2025	77.81	57% <div><div></div></div>	19.85	17.29
6	Gostei	28/03/2025	758.00	100% <div><div></div></div>	1.38	12.06
7	Santa Justa	28/03/2025	259.00	100% <div><div></div></div>	3.48	2.73
8	Vale Madeiro	28/03/2025	291.00	100% <div><div></div></div>	1.51	1.42
9	Vale do Gaio	28/03/2025	40.46	100% <div><div></div></div>	62.76	54.76
10	Veios	28/03/2025	269.00	100% <div><div></div></div>	10.25	9.14
11	Burga	28/03/2025	329.00	100% <div><div></div></div>	2.54	2.44
12	Lucefecit	28/03/2025	181.99	100% <div><div></div></div>	10.21	9.61
13	Vermiosa	28/03/2025	684.81	100% <div><div></div></div>	2.20	2.15
14	Vigia	28/03/2025	224.00	100% <div><div></div></div>	16.73	15.58
15	Macleira	28/03/2025	143.69	100% <div><div></div></div>	0.95	0.92

A mostrar (1 a 15) de 49131 resultados

[Anterior](#) [1](#) de 3276 [Próximo](#)

Figura 22 - Página de Monitorização de Barragens com tabela



Figura 23 - Página de visualização de imagens de satélite

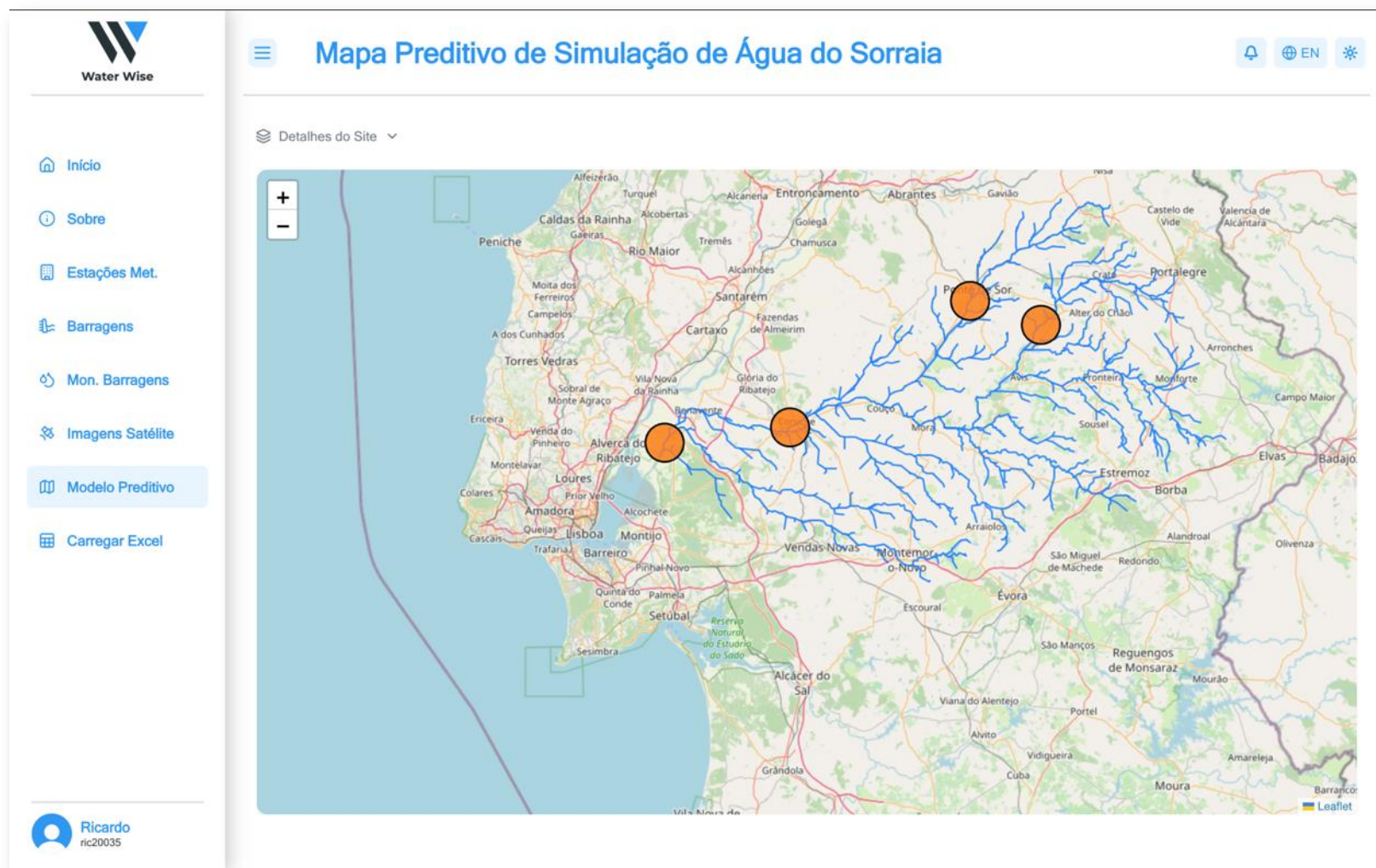


Figura 24 - Mapa preditivo da bacia do Sorraia com simulação de dados futuros

The screenshot displays the 'Carregar Excel' (Upload Excel) interface of the Water-Wise system. The left sidebar contains navigation options: Início, Sobre, Estações Met., Barragens, Mon. Barragens, Imagens Satélite, Modelo Preditivo, and Carregar Excel (highlighted). The top header includes the Water-Wise logo, a menu icon, the title 'Carregar Excel', and user controls (notifications, language 'EN', and settings). The main content area is titled 'O que faz isto?' and provides a three-step guide: 1. Upload an Excel file with dam data. 2. The system processes and stores the data in InfluxDB. 3. Visualize the data in the 'Monitorização de Barragens' table and the 'Visão Geral das Barragens' view. Below this, the 'Carregar Ficheiro' section explains that .xlsx files with specific columns (Barragem, Data, Nivel, Volume, Enchimento, Fonte, Bacia e DRAP) are accepted. It offers a 'Descarregar template.xlsx' button and a 'Ficheiro de Exemplo'. The 'Carregar Dados Excel Manualmente' section includes a file selection button ('Escolher Ficheiro') and a 'Carregar Excel' button, which is currently disabled.

Water Wise

Carregar Excel

O que faz isto?

Carregue dados de monitorização de barragens de ficheiros Excel diretamente no nosso sistema. Os seus dados serão processados e integrados com as informações de monitorização existentes.

- 1 Carregue o seu ficheiro Excel com dados de barragens
- 2 Os dados são processados e armazenados na base de dados InfluxDB
- 3 Visualize os seus dados na tabela de Monitorização de Barragens e na Visão Geral das Barragens

Carregar Ficheiro

Aceitamos ficheiros Excel (.xlsx) com colunas específicas: Barragem, Data, Nivel, Volume, Enchimento, Fonte, Bacia e DRAP. O ficheiro deve ter cabeçalhos corretos e estar bem estruturado.

Ficheiro de Exemplo

Veja um modelo válido antes de carregar:

[Descarregar template.xlsx](#)

Carregar Dados Excel Manualmente

Selecionar Ficheiro Excel

[Escolher Ficheiro](#) Nenhum ficheiro selecionado

Carregar Excel

Ricardo
ric20035

Figura 25 - Página de upload de ficheiros Excel

A Figura 14 mostra a página inicial da plataforma no modo claro em inglês com a barra lateral aberta, para utilizadores não autenticados, enquanto a Figura 15 apresenta a mesma página no modo escuro em português com a barra lateral recolhida, para utilizadores autenticados, destacando a flexibilidade visual e linguística da aplicação. Ambas incluem um mapa interativo com marcadores correspondentes às estações meteorológicas. Uma lista lateral no mapa permite centrar rapidamente a visualização num marcador específico ou aceder diretamente à página de detalhes ao clicar sobre este.

Na Figura 16 é exibida a Página Sobre, que fornece informações gerais sobre o projeto e os objetivos da plataforma.

Na Figura 17 é exibida a página das Estações Meteorológicas, onde cada estação é representada por cartões com imagens ilustrativas, facilitando a identificação visual e seleção rápida.

Figura 18 - Página de detalhes da Estação de Barrosa, apresentando uma imagem representativa, um gráfico com a tendência diária da temperatura, um mini-mapa com localização e uma tabela com dados horários e diários dos parâmetros monitorizados. Além disso, inclui um botão para configurar alertas de temperatura, onde o utilizador pode definir thresholds, se a temperatura ultrapassar o valor definido com base nos dados coletados a cada 10 minutos, um alerta é gerado.

A Figura 19 mostra uma análise detalhada através de gráficos adicionais para a estação Barrosa, incluindo tendência diária da temperatura, variação horária da temperatura, velocidade do vento e humidade relativa, permitindo análises aprofundadas das condições atmosféricas.

Na Figura 20 é apresentada a Página das Barragens, com uma visão geral das barragens monitorizadas.

A Figura 21 exibe a Página de Detalhes das Barragens, fornecendo informações específicas sobre uma barragem selecionada.

Na Figura 22 é apresentada a página de Monitorização de Barragens com tabela, contendo uma tabela interativa com dados provenientes do InfluxDB, incluindo nível lido, percentagem de enchimento e volumes. É possível ordenar dados por coluna e aplicar filtros específicos, facilitando análises rápidas e personalizadas.

A Figura 23 exibe a página de Imagens de Satélite, integrada com a Sentinel Hub API, permitindo visualizar diferentes camadas ambientais como Cor Natural, Vegetação (NDVI), Índice de Humidade e Áreas Urbanas através de uma interface intuitiva e rápida.

Na Figura 24 observa-se o Mapa Preditivo da Simulação da Água do Sorraia, apresentando a rede hidrográfica e pontos-chave de monitorização. Ao clicar nos pontos, são exibidos gráficos temporais de dados como níveis de água ou caudais, com datas selecionáveis entre 2025 e 2035, oferecendo uma visão clara das tendências futuras da bacia.

Finalmente, a Figura 25 apresenta a página de Upload de Ficheiros Excel, permitindo que os utilizadores integrem manualmente dados estruturados na plataforma. É disponibilizado um modelo de exemplo para garantir consistência nos uploads, estando prevista a implementação futura de autenticação para proteger a integridade dos dados carregados.

É importante destacar que todas as páginas descritas são desenvolvidas com um design responsivo, garantindo uma experiência otimizada e consistente tanto em dispositivos móveis como em desktop

4.8 Guia de Instalação, Configuração e Deployment

Passos para configurar e executar a aplicação localmente:

Clonar o repositório:

Abra o terminal e execute o seguinte comando para copiar o projeto para o seu computador:

```
git clone (URL do repositório)
```

Substitua (URL do repositório) pelo link real do repositório Git que lhe foi fornecido

Instalar as dependências:

Depois de clonar o projeto, entre na pasta do projeto:

```
cd nome-da-pasta-do-projeto
```

Instale todas as dependências necessárias:

```
npm install
```

Este comando irá instalar todas as bibliotecas listadas no ficheiro package.json.

Configurar Variáveis de Ambiente

Crie ou edite o ficheiro .env na raiz do projeto e adicione as chaves necessárias. Por exemplo:

```
NEXT_PUBLIC_API_KEY=chave-exemplo
```

```
NEXT_PUBLIC_API_URL=https://api.exemplo.com
```

Nota: As chaves e valores reais não estão incluídos por razões de segurança. Para obter as credenciais corretas, contacte os responsáveis pelo projeto.

Executar a Aplicação em Ambiente de Desenvolvimento

Inicie a aplicação localmente com o comando:

```
npm run dev
```

A executar este comando, o servidor de desenvolvimento será iniciado. A aplicação estará disponível no browser no endereço: <http://localhost:3000/>

Opção de Contêinerização para Deployment:

A aplicação Water-Wise pode ser configurada e executada localmente ou através de containers Docker, garantindo flexibilidade e portabilidade para testes e Deployment. Para usar a imagem Docker disponível no Docker Hub (<https://hub.docker.com/r/ric20035/water-wise>), é necessário fornecer um ficheiro .env com as variáveis de ambiente necessárias.

Execute o container com o seguinte comando:

```
docker run --env-file .env -p 3000:3000 ric20035/water-wise
```


5 Testes e Validação

Este capítulo apresenta o plano de testes e a estratégia de validação aplicada à plataforma Water-Wise, com o objetivo de garantir que a solução desenvolvida cumpre os requisitos definidos, responde eficazmente ao problema identificado, e é adequada à operação em ambiente real.

A abordagem adotada inclui testes funcionais, testes de usabilidade, e testes de desempenho em ambiente de desenvolvimento, com validação prática dos principais cenários de utilização. Para apoiar a avaliação de riscos, foi elaborada uma análise simples de impacto, de forma a priorizar os testes críticos para o sucesso da solução.

5.1 Abordagem e Justificação

A validação da plataforma Water-Wise foi realizada em duas fases: em ambiente de desenvolvimento local e em ambiente de produção após o deploy na plataforma Vercel.

Durante o desenvolvimento, foram efetuados testes manuais em vários navegadores (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge e Arc Browser), assegurando a compatibilidade e o comportamento consistente da aplicação. Posteriormente, após o deploy para produção, realizaram-se testes adicionais para validar a operação em ambiente real, incluindo a navegação, carregamento de dados dinâmicos e integração com APIs externas.

A responsividade da interface foi validada através da simulação de resoluções comuns, abrangendo smartphones, tablets, portáteis e monitores desktop.

Os testes focaram-se na qualidade visual da interface, no funcionamento das integrações externas e na performance geral da aplicação, assegurando a sua aplicabilidade prática e estabilidade em contexto produtivo.

5.2 Análise de Risco e Impacto

Durante o desenvolvimento da plataforma Water-Wise, foram identificados riscos que poderiam impactar o funcionamento da solução ou comprometer a experiência do utilizador. Para apoiar a priorização dos testes e validações, foi elaborada uma análise de riscos simplificada, considerando a probabilidade de ocorrência e o impacto de cada situação.

A tabela seguinte apresenta a análise efetuada:

Tabela 14 - Principais riscos identificados na plataforma e respetivas medidas de mitigação.

Risco Identificado	Probabilidade	Impacto	Ação
Problemas de ligação às APIs externas (Irristrat, Sentinel Hub, InfluxDB)	Média	Alto	Implementação de mensagens de erro claras
Problemas de responsividade em dispositivos móveis	Baixa	Médio	Testes manuais em resoluções populares (smartphone, tablet, portátil e monitor desktop)

Carregamento lento de dados em redes lentas	Média	Médio	Utilização de caching de dados para otimizar carregamentos repetidos
Falhas pontuais na tradução de textos entre idiomas	Muito Baixa	Médio	Verificação manual da troca de idioma e ajustes no ficheiro de traduções

5.3 Tipos de Testes Realizados

Durante o processo de validação da plataforma Water-Wise, foi implementada uma estratégia de testes multifacetada, combinando validações manuais com processos automatizados para garantir a máxima qualidade, robustez e fiabilidade da solução. Os testes foram organizados nas seguintes categorias, abrangendo desde a funcionalidade básica até à experiência do utilizador e integração com serviços externos.

Os testes foram organizados nas seguintes categorias:

5.3.1 Testes Automatizados e de Qualidade de Código

- Testes de Integração de Componentes: Foram desenvolvidos testes que validam a interação entre múltiplos componentes da interface, assegurando que ações do utilizador, como aplicar um filtro ou configurar um alerta, produzem o resultado esperado noutras partes da UI.
- Análise Estática de Código: O projeto utiliza TypeScript para verificação estática de tipos e ESLint para garantir a conformidade com as melhores práticas de código, prevenindo erros comuns antes mesmo da execução.

5.3.2 Integração Contínua (CI/CD)

A plataforma adota um fluxo de Integração e Implementação Contínua (CI/CD) para automatizar a validação do código:

- Validação no GitHub: Através do GitHub Actions, todos os testes automatizados (unitários, linting e verificação de tipos) são executados automaticamente a cada push Request. Isso impede a integração de código que não cumpra os critérios de qualidade.
- Build e Preview na Vercel: A Vercel está configurada para construir e implementar automaticamente cada novo commit. O processo falha se o build da aplicação não for bem-sucedido. Adicionalmente, as "Preview Deployments" da Vercel permitem realizar testes manuais em ambientes isolados antes de aprovar e integrar as alterações na versão de produção.

5.3.3 Testes Manuais e de Experiência do Utilizado

Adicionalmente aos processos automatizados, foram conduzidos testes manuais focados na experiência do utilizador final, abrangendo todas as funcionalidades da aplicação:

Testes Funcionais: Tiveram como objetivo confirmar que todas as funcionalidades implementadas operam conforme especificado. Foram verificados:

- A navegação correta entre as páginas principais da aplicação, através da Sidebar interativa.
- O carregamento e apresentação dos dados meteorológicos e hidrológicos em dashboards e mapas.
- A atualização dinâmica dos gráficos e tabelas com dados provenientes de APIs externas.
- O comportamento adequado dos filtros e controlos de visualização implementados na interface.
- A autenticação de utilizadores via Clerk, garantindo que o login, registo e acesso a áreas protegidas (como upload de dados) funcionam corretamente.
- A configuração e visualização de alertas e notificações personalizados via Convex, incluindo a definição de thresholds para temperatura.

Testes de Usabilidade: Focaram-se na experiência do utilizador, avaliando:

- A clareza e a consistência visual da interface em modo escuro e claro.
- A adaptação do layout em diferentes tamanhos de ecrã, incluindo smartphones, tablets e dispositivos desktop.
- A facilidade de utilização dos filtros, sliders, mapas, botões interativos e do botão de notificações no topo para utilizadores logged in.
- A correta apresentação de mensagens em caso de falha no carregamento de dados.

Testes de Integração de Serviços Externos: Foram realizados testes para validar a integração com os serviços externos essenciais ao funcionamento da plataforma:

- A recolha de imagens de satélite através da Sentinel Hub API e a sua correta apresentação no mapa.
- O acesso a dados de séries temporais de telemetria via InfluxDB.
- A obtenção de dados meteorológicos e informações de estações meteorológicas através da API Irristrat.
- A conversão de coordenadas em localizações via Geoapify API para geocodificação e geocodificação inversa.
- O processamento de ficheiros Excel via biblioteca xlsx para upload de dados estruturados.
- A gestão de eventuais falhas de ligação, com a apresentação de mensagens de erro amigáveis ao utilizador.

Testes de Desempenho: Apesar de não terem sido realizados testes de carga intensivos, foram feitas verificações básicas de desempenho, incluindo:

- A avaliação do tempo de carregamento inicial da aplicação em ambiente de produção (Vercel).
- A fluidez da navegação entre páginas e dashboards.
- A eficácia da gestão de cache de dados com React Query para otimizar o acesso a informações previamente carregadas.

5.4 Resultados dos Testes

Os testes realizados à plataforma Water-Wise demonstraram que a solução implementada cumpre de forma eficaz a maioria dos requisitos definidos e é capaz de operar de forma estável em contexto real de utilização, embora algumas áreas de melhoria tenham sido identificadas.

A validação funcional confirmou o correto funcionamento da navegação entre páginas, a recolha e apresentação dos dados meteorológicos, hidrológicos e de imagens de satélite, bem como a interatividade dos dashboards e mapas. As funcionalidades de filtros, gráficos dinâmicos, mudança de idioma e alternância entre modo escuro e claro foram também validadas com sucesso. Além disso, a autenticação de utilizadores via Clerk mostrou-se robusta, garantindo acesso seguro a áreas protegidas, e o sistema de alertas e notificações personalizados via Convex foi testado com êxito, permitindo a configuração de thresholds e visualização de alertas. A funcionalidade de upload de ficheiros Excel, suportada pela biblioteca `xlsx`, também foi validada, assegurando a integração de dados estruturados pelos utilizadores.

A integração com serviços externos, nomeadamente a Sentinel Hub API, a InfluxDB, a API Irristrat e a Geoapify API (para geocodificação e geocodificação inversa), mostrou-se robusta, com mecanismos de gestão de erro adequados implementados para lidar com eventuais falhas de comunicação.

Em termos de usabilidade, a aplicação apresentou uma interface clara, intuitiva e responsiva, adaptando-se corretamente a diferentes dispositivos e tamanhos de ecrã, como smartphones, tablets, portáteis e monitores desktop. A experiência de navegação foi consistente tanto em modo escuro como em modo claro. No entanto, os testes de usabilidade, realizados com base em feedback de utilizadores reais, identificaram algumas áreas de melhoria, como a confusão no botão de idioma (que mostra "EN" quando está em português) e elementos visuais apertados em dispositivos móveis.

Relativamente ao desempenho, os testes confirmaram tempos de carregamento aceitáveis em ambiente de produção na Vercel, especialmente devido à utilização de caching de dados através do React Query, que otimizou o acesso a informações previamente consultadas. Contudo, alguns utilizadores reportaram lentidão no carregamento de páginas como "Monitorização de Barragens" e dados do InfluxDB, o que indica a necessidade de otimizações futuras.

De forma geral, os resultados dos testes validam a aplicabilidade prática da solução, a sua pertinência enquanto ferramenta de apoio à gestão de recursos hídricos, e a sua relevância para um contexto real de monitorização e análise ambiental. As observações recolhidas dos utilizadores serão cruciais para refinar a experiência e o desempenho em iterações futuras.

5.5 Guião de Testes

O guião de testes a seguir apresentado descreve os principais cenários de teste aplicados à plataforma Water-Wise, incluindo a ação realizada, o resultado esperado e o resultado efetivamente obtido durante a validação.

Tabela 15 - Cenários de teste executados na plataforma Water-Wise e respetivos resultados.

Cenário de Teste	Ação Realizada	Resultado Esperado	Resultado Obtido
Acesso à aplicação	Aceder à URL da aplicação em ambiente de produção (Vercel)	Página inicial carregada corretamente, com Sidebar visível	Sucesso
Navegação entre páginas	Clicar nas opções da Sidebar (Home, Estações Meteorológicas, etc.)	Navegação fluída entre páginas sem recarregamento total	Sucesso
Visualização de dados meteorológicos	Aceder à página de Estações Meteorológicas	Dados apresentados em tabela, com carregamento dinâmico	Sucesso
Visualização de mapas	Aceder ao Mapa do Vale do Sorraia	Mapa interativo carregado com markers e zoom funcional	Sucesso
Consulta de imagens de satélite	Aceder à página de Satélite e selecionar índices NDVI, Umidade, Áreas Urbanas	Imagens corretas carregadas de acordo com o índice selecionado	Sucesso
Troca de idioma	Alterar idioma através do seletor de idioma	Interface atualizada para o idioma selecionado (PT/EN)	Sucesso
Modo escuro/claro	Ativar e desativar o modo escuro no cabeçalho	Interface adaptada corretamente ao tema selecionado	Sucesso
Resolução em dispositivos móveis	Testar a aplicação em smartphone (~6.1") e tablet (~10")	Layout responsivo e funcional em todos os dispositivos	Sucesso
Falha de ligação a APIs externas	Simular falha de resposta da API	Exibição de mensagem de erro amigável ao utilizador	Sucesso

Atualização de dados em tempo real	Permanecer na página de monitorização	Atualização automática ou manual dos dados sem necessidade de recarregar a página	Sucesso
Autenticação de utilizadores	Aceder à funcionalidade de login via Clerk e autenticar-se	Acesso concedido a áreas protegidas após autenticação bem-sucedida	Sucesso
Configuração de alertas personalizados	Configurar um alerta de temperatura na página de detalhes de uma estação	Alerta configurado com thresholds definido, notificação gerada se excedido (via Convex)	Sucesso
Visualização de notificações	Clicar no botão de notificações no topo (para utilizadores Logged in)	Lista de notificações exibida com histórico de alertas	Sucesso
Integração com Geoapify API	Visualizar localização de uma barragem no mapa dos detalhes	Coordenadas convertidas em nomes de locais (geocodificação inversa) corretamente	Sucesso

6 Método e Planeamento

6.1 Planeamento inicial

O trabalho no projeto Water-Wise foi estruturado com base em sessões de orientação regulares com o professor Lúcio Studer. No início do projeto, a coorientação estava a cargo do professor Wellington Oliveira Júnior, que, entretanto, se ausentou da instituição, tendo sido substituído pelo professor Martim Mourão como novo coorientador.

A primeira fase focou-se na compreensão aprofundada do problema e na definição dos requisitos principais da aplicação, baseada na análise da documentação técnica disponibilizada no âmbito do projeto Water-Wise e em reuniões regulares com a equipa de orientação.

O objetivo inicial foi estruturar um plano de desenvolvimento sólido, que permitisse identificar as funcionalidades prioritárias e orientar a produção dos primeiros relatórios de entrega, bem como preparar o desenvolvimento técnico da plataforma.

6.2 Gestão do Projeto com Metodologia Agile

A metodologia de gestão adotada para o projeto foi o Agile, pela sua flexibilidade e capacidade de adaptação ao feedback contínuo dos orientadores e stakeholders.

Para operacionalizar esta abordagem, utilizou-se o Trello como ferramenta de gestão de tarefas, organizando o trabalho em colunas representando o estado das tarefas: Backlog, Em Progresso, Em Testes e Concluído.

O planeamento do projeto foi realizado com base em:

- Epics: grandes objetivos do sistema (ex.: Monitorização em Tempo Real, Visualização de Recursos Hídricos).
- Features: funcionalidades específicas dentro de cada Epic (ex.: Exibição de Dados Meteorológicos, Visualização de Imagens de Satélite).
- User Stories: perspetiva das necessidades dos utilizadores finais, priorizando a entrega de valor a cada iteração.

O uso de Agile permitiu:

- Melhor adaptação às mudanças de requisitos.
- Entregas incrementais de funcionalidades.
- Validação constante do progresso com a equipa de orientação.

Link para o Trello:

<https://trello.com/invite/b/670856b9dbf5bc06ae571810/ATTI8afd430aa70d1c67399cfcf2463e98bbF286CDB2/water-wise>

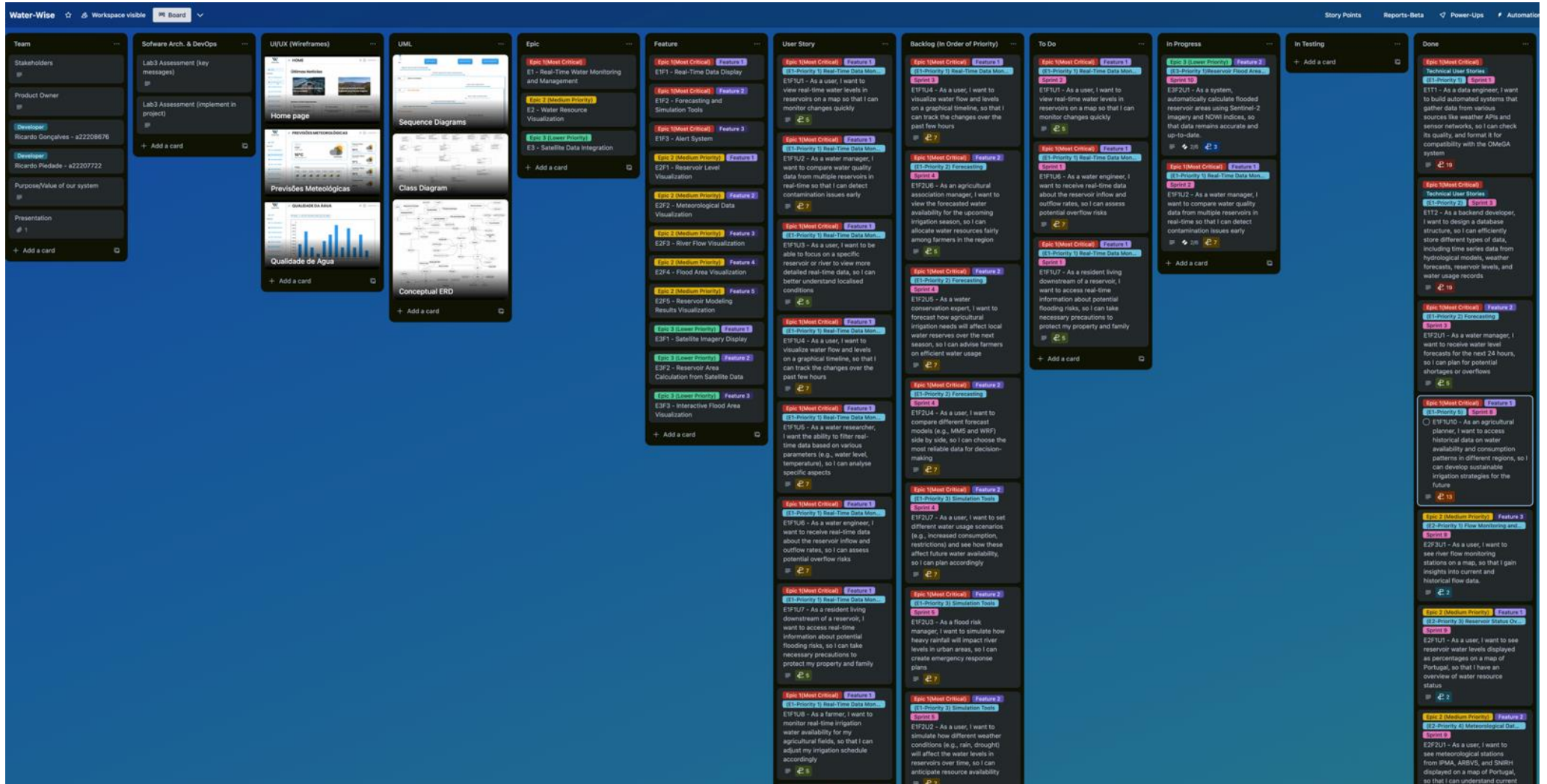


Figura 26 - Gestão do Projeto com Metodologia Agile

6.3 Cronograma de Trabalho

O planeamento global do projeto foi representado através de um Gráfico de Gantt, que estabelece a divisão temporal das principais fases de desenvolvimento, entregas e validações.

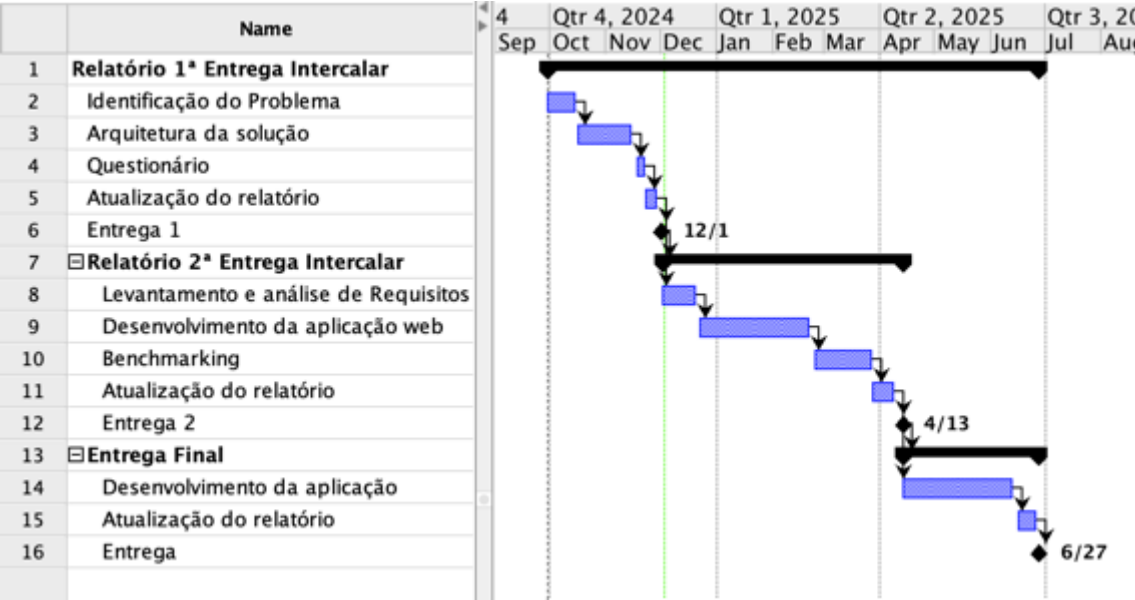


Figura 27 - Gráfico de Gantt do Planeamento do Projeto

O cronograma contempla três entregas principais:

Entrega 1:

Focada na análise e identificação do problema, levantamento inicial de requisitos e definição da solução proposta. Foi desenvolvido o primeiro relatório intercalar, consolidando a estrutura teórica do projeto.

Entrega 2

Dedicada ao desenvolvimento da aplicação web, à implementação das primeiras funcionalidades reais (como visualização de dados meteorológicos, gráficos, mapas, imagens de satélite e simulações) e à realização de testes de validação.

Nesta fase foram também aplicadas práticas de benchmarking, refinação de requisitos e integração inicial com serviços externos como a Sentinel Hub, API Irristrat e InfluxDB.

A Entrega 2 representa assim a transição do conceito para a materialização técnica da solução.

Entrega Final (atual):

Esta versão atual é a entrega final do projeto, com a aplicação completa, incluindo funcionalidades avançadas como o sistema de alertas e simulações. O foco foi na otimização final, análise de resultados e propostas de trabalhos futuros, concluindo o projeto de forma robusta e alinhada com os objetivos iniciais.

As atividades foram planeadas de forma a garantir uma evolução contínua e controlada da solução, com revisões periódicas baseadas no feedback da equipa de orientação, seguindo os princípios de iteração e adaptação da metodologia Agile.

7 Resultados

7.1 Resultados dos Testes

A avaliação da plataforma Water-Wise foi realizada através de dois questionários de usabilidade distintos, direcionados a utilizadores reais e potenciais stakeholders, com o objetivo de validar a funcionalidade, design e experiência do utilizador. Os formulários, intitulados "Water-Wise Usability Test" e "Water Wise - Help Us Improve!", recolheram respostas de cinco participantes cada, totalizando dez respostas. Os testes foram conduzidos em diferentes dispositivos (computador, smartphone e tablet), permitindo uma análise abrangente da responsividade e acessibilidade da aplicação. A seguir, apresentam-se os resultados detalhados, outputs e outcomes obtidos, com os test cases e resultados completos incluídos em anexo.

Resultados do "Water-Wise Usability Test"

Este questionário foi estruturado como um teste guiado, no qual os participantes realizaram tarefas específicas em várias secções da plataforma, como explorar o mapa da página inicial, alternar temas e idiomas, visualizar detalhes de estações meteorológicas, filtrar dados de barragens, visualizar imagens de satélite, testar o mapa de modelo preditivo e aceder a gráficos específicos (ex.: estação Barrosa). Os resultados indicam um alto grau de usabilidade:

- Dispositivos Utilizados: Os participantes testaram a plataforma em laptops/desktops (60%), smartphones (20%) e tablets (20%), garantindo uma visão diversificada da responsividade.

Which device are you using right now?

5 responses

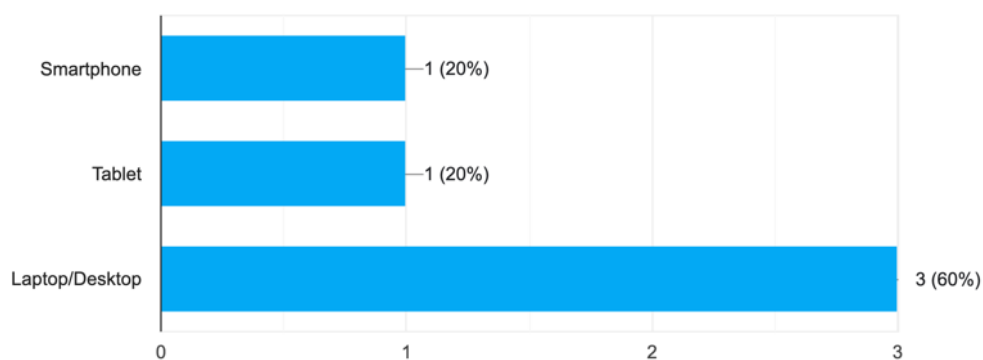


Figura 28 - Dispositivos utilizados

- Localização e Interação com Marcadores: 100% dos respondentes acharam fácil localizar e interagir com os marcadores de estações (média de 4.2/5), com comentários destacando a clareza e simplicidade.

How would you rate your experience finding a station? (1 – Very Difficult ... 5 – Very Easy)

5 responses

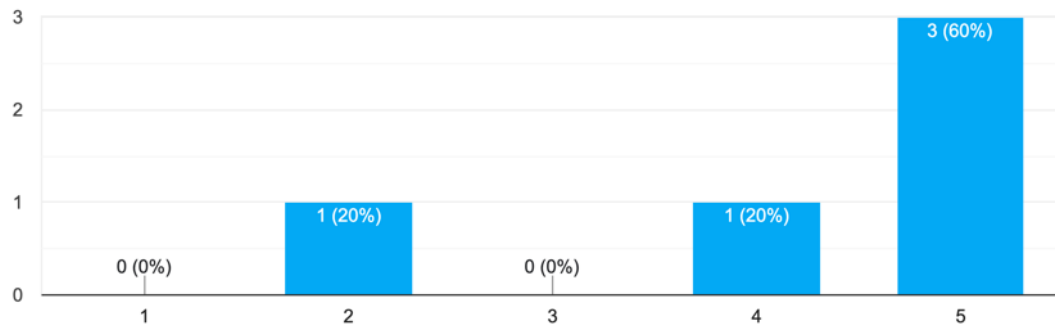


Figura 29 - Gráfico de nota para encontrar estação de 1 a 5

- Alternância de Tema e Idioma: A alternância de tema respondeu imediatamente para todos, e a troca de idioma foi considerada clara, embora um respondente tenha sugerido que o botão mostre a linguagem atual em vez da linguagem para a qual será trocada.

Comments

1 response

Acho que deveria trocar a linguagem do botão para a linguagem atual do site em vez de para qual irá trocar

Figura 30 - comentários sobre alternância de tema e idioma

- Exibição de Dados das Estações: Os dados foram considerados muito informativos (média de 4.4/5), com todos os elementos (gráficos, mapas, tabelas) carregando corretamente.

How informative was the station's data display? (1 – Not Informative ... 5 – Very Informative)

5 responses

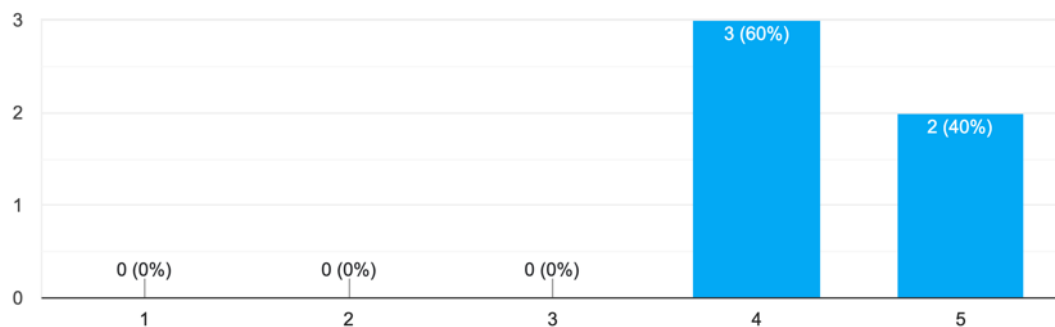


Figura 31 - Gráfico de nota para quão informativo foi o display de dados da estação de 1 a 5

- Filtragem e Ordenação de Tabelas: Todos conseguiram filtrar e ordenar tabelas com facilidade (média de 4.6/5), sem problemas reportados.

How would you rate the ease of filtering/sorting? (1 – Very Difficult ... 5 – Very Easy)

5 responses

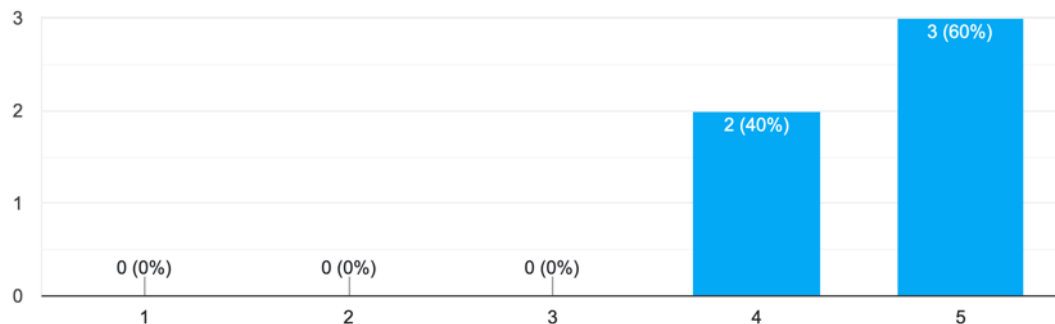


Figura 32 - Gráfico de nota para facilidade de filtrar e ordenar de 1 a 5

- Camadas de Satélite: As camadas carregaram corretamente para a maioria (80%), com facilidade de alternância entre elas (média de 5/5).

How easy was it to switch between layers? (1 – Very Difficult ... 5 – Very Easy)

5 responses

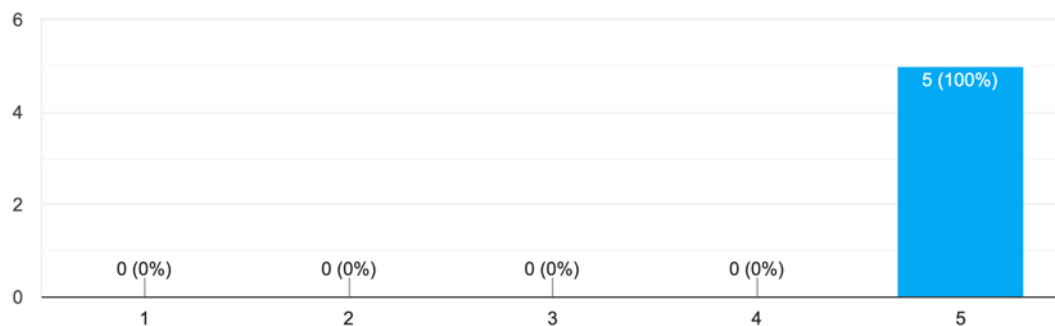


Figura 33 - Gráfico de nota para facilidade de trocar entre camadas de 1 a 5

- Gráficos Preditivos e Mapa do Sorraia: A seleção de pontos e ajuste de datas foi clara para todos (100%), embora a utilidade dos gráficos de séries temporais para previsões futuras tenha recebido uma média de 4.6/5, com um respondente considerando a UI do Sorraia menos polida.

How useful was the time-series chart for future predictions? (1 – Not Useful ... 5 – Very Useful)

5 responses

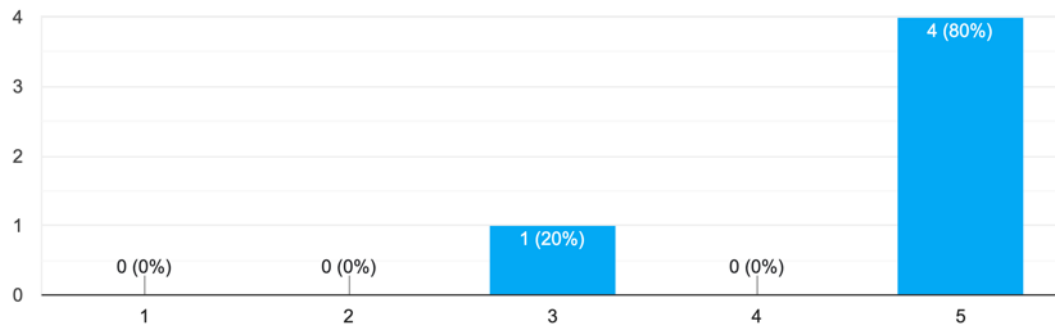


Figura 34 - Gráfico de nota para quão útil foi o gráfico de séries temporais para previsões de 1 a 5

Resultados do "Water Wise - Help Us Improve!"

Este questionário focou-se nas impressões gerais e na experiência de usabilidade da plataforma, avaliando aspetos como design, navegação, clareza da informação e desempenho técnico. Os resultados reforçam a perceção positiva da aplicação:

- Primeira Impressão: Todos os respondentes identificaram corretamente a plataforma como destinada à monitorização de recursos hídricos, com alguns também mencionando previsão meteorológica e gestão de irrigação agrícola, validando a clareza do propósito.

What do you think this website does?

5 responses

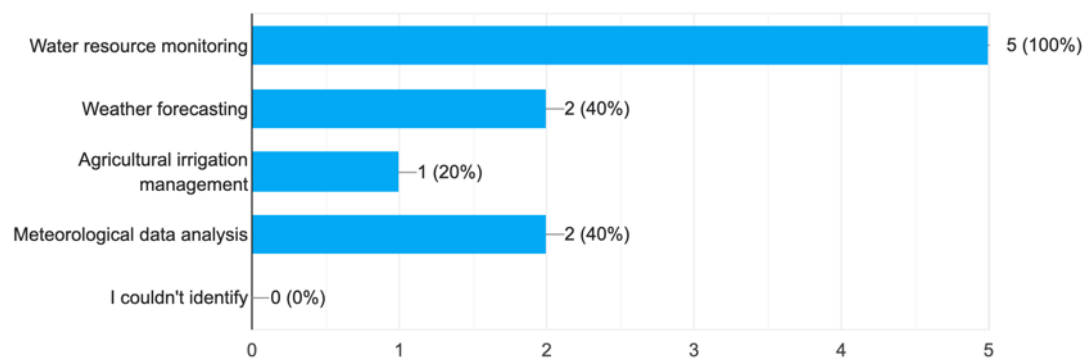


Figura 35 - Gráfico com opiniões sobre o que o site faz

- Elementos de Destaque: Elementos como o mapa interativo, a animação do nível de água e o layout visual foram os mais destacados, recebendo avaliações de 5 (muito apelativo) por parte de 80% dos participantes.

What caught your attention most when entering the website?

5 responses

The slick layout and visuals
the ui is nice
The map
The water level animation
As estações meteorológicas no mapa

Figura 36 - Gráfico com o que mais chamou atenção ao entrar no site

- Organização e Navegação: A maioria (100%) considerou o layout organizado e visualmente apelativo (média de 5/5), com navegação intuitiva (média de 4.8/5) e sem dificuldades reportadas em encontrar informações ou navegar entre secções.

Does the layout appear organized and visually appealing?

5 responses

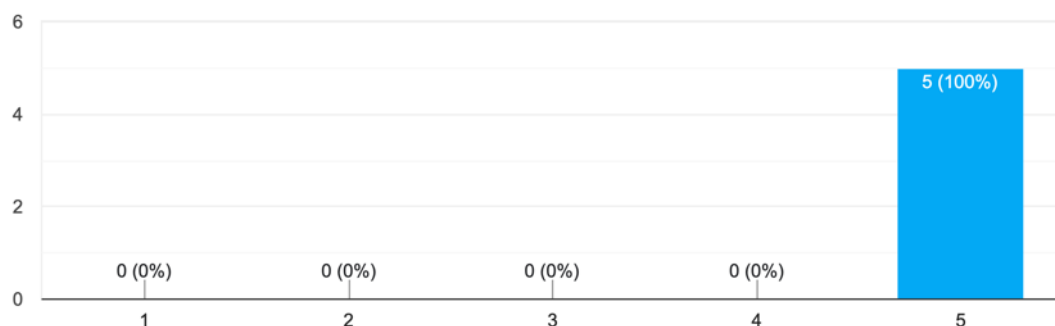


Figura 37 - Gráfico com opiniões sobre se o layout parece organizado e visualmente atraente

- Clareza e Compreensão: Os textos e mensagens foram considerados claros (média de 4.6/5), embora um respondente tenha mencionado a falta de unidades nos gráficos como um ponto de confusão.

Were there any technical terms you didn't understand? Which ones?

3 responses

no
There was no terms
Não especifica as medidas nos gráficos

Figura 38 - Gráfico com termos técnicos que não foram entendidos e quais são

- Desempenho Técnico: O tempo de carregamento recebeu avaliações mistas (média de 3.8/5), com alguns utilizadores reportando lentidão no carregamento de páginas como "Monitorização de Barragens" e dados do InfluxDB. No entanto, todos conseguiram realizar as tarefas esperadas, como verificar dados e usar filtros, sem falhas críticas.

Did any functionality take too long or fail? Which one?

4 responses

the influx data
Satellite Images
They all loaded quickly
Demorou bastante a carregar as barragens e a monitorização de barragens

Figura 39 - Gráfico com funcionalidades que demoraram ou falharam e quais são

- Experiência Geral: A experiência foi avaliada como positiva (média de 4.6/5), com 80% dos respondentes afirmando que usariam a plataforma novamente. Sugestões de melhoria incluíram ajustar o botão de idioma (confuso por mostrar "EN" quando está em português) e melhorar a responsividade em dispositivos móveis, onde alguns elementos parecem apertados.

How do you rate your overall experience?

5 responses

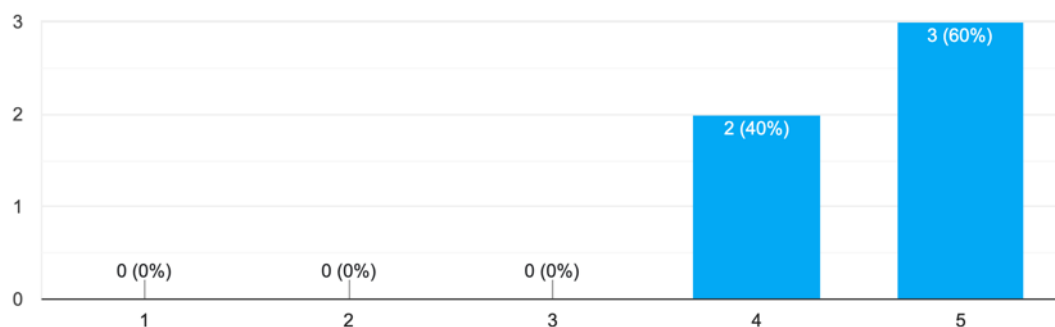


Figura 40 - Gráfico de nota para a experiência geral de 1 a 5

Outcomes e Impacto

Os resultados dos testes confirmam que a plataforma Water-Wise atende às expectativas de usabilidade e funcionalidade, com uma interface intuitiva e visualmente apelativa. Os pontos positivos incluem a clareza na navegação, a organização dos dados e a responsividade geral, validados por testes guiados e feedback espontâneo. No entanto, os testes também identificaram áreas de melhoria, como a lentidão no carregamento de algumas páginas (especialmente "Monitorização de Barragens") e a necessidade de ajustes na interface para

dispositivos móveis e no botão de idioma. Estas observações serão cruciais para futuras iterações, garantindo que a plataforma continue a evoluir de forma alinhada com as necessidades dos utilizadores.

Os testemunhos e respostas completas dos inquéritos estão incluídos em anexo, juntamente com os test cases detalhados. A avaliação por terceiros reforça a validade dos resultados, oferecendo uma perspetiva externa sobre o desempenho da aplicação e contribuindo para a validação dos requisitos implementados.

7.2 Cumprimento de requisitos

No desenvolvimento da plataforma Water-Wise, o cumprimento dos requisitos definidos no [Capítulo 3](#) foi influenciado pelas limitações de tempo e recursos disponíveis. Alguns requisitos foram implementados com sucesso, como RF1 (integração de dados de telemetria e satélite) e RF12 (histórico de alertas), enquanto outros foram apenas parcialmente realizados, como RF4 (gráficos de séries temporais) e RF9 (configuração de alertas). Funcionalidades mais complexas, como RF5 (simulações de cenários climáticos) e RF10 (alertas preditivos com machine learning), não foram concluídas devido à complexidade técnica e restrições de tempo.

Em resumo, o projeto alcançou um grau satisfatório de concretização, com foco nas funcionalidades essenciais. Os requisitos pendentes representam oportunidades para melhorias, permitindo que o trabalho seja expandido em fases subsequentes.

8 Conclusão

8.1 Conclusão

Este relatório representa a entrega final do projeto Water-Wise, com ênfase na implementação completa da aplicação e na análise crítica dos requisitos. O grau de concretização do plano inicial foi elevado, com funcionalidades como a visualização de dados meteorológicos e hidrológicos já implementadas, demonstrando o potencial da solução para a gestão sustentável de recursos hídricos.

Comparando a solução proposta inicialmente com a desenvolvida, houve uma evolução substancial, o projeto evoluiu de conceitos iniciais para uma aplicação web robusta e responsiva, integrando tecnologias como Next.js, React e mais. Essa evolução reforçou os nossos conhecimentos em desenvolvimento web, integração de APIs e gestão de dados.

Ao longo do projeto, houve um crescimento significativo em competências técnicas, como a resolução de problemas complexos e a aplicação de metodologias modernas. Se o projeto voltasse ao princípio, optaríamos por uma maior ênfase em t integração contínua para otimizar o tempo. As maiores dificuldades incluíram a gestão de integrações com fontes externas como a Sentinel e a implementação de funcionalidades avançadas, que demandaram mais recursos do que o previsto.

8.2 Trabalhos Futuros

Com o projeto agora concluído, os trabalhos futuros podem focar-se na expansão e melhoria da solução Water-Wise. Os requisitos pendentes, como o sistema de alertas preditivos (RF10) e simulações de cenários climáticos (RF5), devem ser priorizados, com o desenvolvimento de modelos de machine learning e integrações adicionais para maior precisão e automação.

Para aumentar o potencial inovador e empreendedor da solução, sugere-se a criação de uma versão comercial, com parcerias com entidades como a FENAREG e ARBVS para testes reais e feedback. Adicionalmente, a integração de funcionalidades de machine learning para análises avançadas e a expansão para notificações externas (como SMS e email) podem transformar o Water-Wise num produto escalável, promovendo a sustentabilidade e o uso eficiente de recursos hídricos.

Bibliografia

- [SEP21] Proposal-SEP-211071109.pdf. Documento de Proposta de Projeto.
- [Sentinel] Sentinel Hub. API Documentation. Disponível em: <https://www.sentinel-hub.com>. Último acesso em junho de 2024.
- [Sir] Sistema de Informação do Regadio Disponível em: <https://sir.dgadr.gov.pt>
- [Irristrat] Irristrat - Plataforma de Gestão de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://irristrat.com/new/index.php>. Último acesso em junho de 2024
- [GeoServer] GeoServer. Manual do Utilizador. Disponível em: <https://geoserver.org>. Último acesso em junho de 2024.
- [OPERANDUM] Projeto OPERANDUM. Relatório Final. Disponível em: <https://www.operandum-project.eu>. Último acesso em junho de 2025.
- [RECONNECT] REgeneration and CONnectivity of Natural Ecosystems for Next-gen Nature-based Solutions. Disponível em: <http://www.reconnect.eu>. Último acesso em junho de 2025.
- [AQUAFARM] Plataforma AquaFarm. Disponível em: <https://aquafarm.hidromod.com>. Último acesso em junho de 2025.
- [IPCC] IPCC. AR6 WGII Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 6: Cities, Settlements, and Key Infrastructure. Disponível em: <https://www.ipcc.ch>. Último acesso em junho de 2025.
- [UN 2015] Organização das Nações Unidas. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Último acesso em junho de 2025.
- [MARETEC] MARETEC - Center for Marine and Environmental Technology. Instituto Superior Técnico. Disponível em: <https://maretec.org>. Último acesso em junho de 2025.
- [IPMA] Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. (2024). Website Institucional / API. Disponível em: <https://www.ipma.pt>. Último acesso em junho de 2025.
- [SNIRH] Agência Portuguesa do Ambiente. (2024). SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://snirh.apambiente.pt>. Último acesso em junho de 2025.
- [Figma] Figma, Inc. (2024). Documentação Oficial. Disponível em: <https://figma.com>. Último acesso em junho de 2025.
- [Nextjs] Vercel. (2024). Next.js Documentation. Disponível em: <https://nextjs.org/docs>. Último acesso em junho de 2025.
- [React] Meta e Comunidade React. (2024). React Documentation. Disponível em: <https://react.dev>. Último acesso em junho de 2025.
- [Tailwind] Tailwind Labs. (2024). Tailwind CSS Documentation. Disponível em: <https://tailwindcss.com/docs>. Último acesso em junho de 2025.

- [TypeScript] Microsoft. (2024). TypeScript Documentation. Disponível em: <https://www.typescriptlang.org/docs>. Último acesso em junho de 2025.
- [Leaflet] Agafonkin, V. e Contribuidores Leaflet. (2024). Leaflet - Biblioteca Open Source para Mapas Interativos. Disponível em: <https://leafletjs.com>. Último acesso em junho de 2025.
- [MapboxGL] Mapbox, Inc. (2024). Mapbox GL JS Documentation. Disponível em: <https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/api/>. Último acesso em junho de 2025.
- [Recharts] Recharts Team. (2024). Recharts - Composable Charting Library. Disponível em: <https://recharts.org>. Último acesso em junho de 2025.
- [InfluxDB] InfluxData. (2024). InfluxDB Documentation. Disponível em: <https://docs.influxdata.com/influxdb/>. Último acesso em junho de 2025.
- [LucideReact] Lucide Contributors. (2024). Lucide React Documentation. Disponível em: <https://lucide.dev>. Último acesso em junho de 2025.
- [Clerk] Clerk. (2025). Clerk Documentation. Disponível em: <https://clerk.com/docs>. Último acesso em junho de 2025.
- [Convex] Convex. (2025). Convex Documentation. Disponível em: <https://docs.convex.dev/home>. Último acesso em junho de 2025.
- [i18n] i18next. (2025). i18next Documentation. Disponível em: <https://www.i18next.com>. Último acesso em junho de 2025.
- [Geoapify] Geoapify. (2024). Geoapify API Documentation. Disponível em: <https://apidocs.geoapify.com/docs>. Último acesso em junho de 2025.
- [TanStack] TanStack. (2024). TanStack Query Documentation. Disponível em: <https://tanstack.com/query/>. Último acesso em junho de 2025.
- [xlsx] SheetJS. (2024). xlsx Documentation. Disponível em: <https://docs.sheetjs.com/docs>. Último acesso em junho de 2025.

Anexo A – Inquérito de Pertinência e Viabilidade

Apresenta-se o questionário e resultados que foi circulado. Houve 12 respostas. O questionário está disponível em <https://forms.gle/xb22qUNp1b1KE9MJ9>.

Understanding Data Usage, Integration Preferences, and Needs for Water Resource Management

B I U ↻ ✕

This questionnaire is part of our Final Year Project (TFC) at Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Our goal is to gather insights on how you plan to use the water monitoring and management platform, how you prefer to integrate data, and the types of features that will be most useful for your workflows.

This project is being developed by Ricardo Gonçalves and Ricardo Piedade. We appreciate your time and valuable input!

Email *

Valid email

This form is collecting emails. [Change settings](#)

How will you use the data on the Water Resource Management platform?

Please describe the primary tasks or analyses you plan to carry out with the data (e.g., forecasting, water level management, flood risk assessment).

Long answer text

What specific data is essential for your decision-making process?

☐ Current Water Levels

☐ Rainfall Data

☐ River Flow

☐ Meteorological

☐ Other...

Please provide examples of how you currently use the data mentioned in your workflows:

Long answer text

Do you need real-time data or historical data for your decision-making?

☐ Only real-time

☐ Only historical

☐ Both real-time and historical

How do you prefer to receive data on the Water Resource Management platform?

☐ All-in-one system (e.g., calculations, visualizations, and data processing on the platform)

☐ Data provided externally (e.g., via APIs or file uploads, and you will handle calculations elsewhere)

☐ Other...

What formats do you currently use for managing water-related data?

- ☐ JSON
- ☐ CSV
- ☐ XLSX (Excel)
- ☐ Other...

How would you like to integrate external data sources into the platform?

- ☐ Direct file uploads (e.g., CSV)
- ☐ API integrations (e.g., real-time data from other systems)
- ☐ Both
- ☐ Other...

How should the platform combine and link different data sources (e.g., reservoir data, rainfall, river flow)?

How do you envision the integration of these data sources (e.g., through interactive dashboards, linked data streams, etc.)?

Long answer text

What challenges do you face when incorporating new data sources into your workflows?

- ☐ Compatibility Issues
- ☐ Delays in Updates
- ☐ Complex Formats
- ☐ Other...

Would you prefer a system that allows you to easily upload new data files or a system that connects automatically to APIs?

- ☐ Prefer file uploads
- ☐ Prefer API integrations
- ☐ No preference

What other features or functionalities would you like the Water Resource Management platform to have in the future?

- ☐ Specific Calculation Tools
- ☐ Additional Data Visualizations
- ☐ More Data Sources
- ☐ Forecasting Models
- ☐ Other...

How can we improve the platform's data integration and usability?

Please provide any suggestions or features you would like to see added to the Water Resource Management platform to make it more aligned with your needs and workflows.

Long answer text

Are there any specific visualization tools or data outputs that would enhance your ability to make informed decisions?

- ☐ Maps
- ☐ Graphs
- ☐ Time-Series
- ☐ Forecasting Outputs
- ☐ Other...

What are the most important features you would need from the platform to support your work?

- ☐ Real-time Data
- ☐ Forecasting Tools
- ☐ Alert Systems
- ☐ User-Friendly Interface
- ☐ Other...

Additional comments or feedback

Please provide any additional thoughts or feedback that could help us improve the platform.

Long answer text

Would you be interested in participating in further discussions or beta testing for the platform?

- ☐ Yes
- ☐ No

Anexo B – Water-Wise Usability Test

Apresenta-se o questionário e resultados do "Water-Wise Usability Test", que foi circulado para avaliar a usabilidade e experiência do utilizador na plataforma através de cenários guiados. Houve 5 respostas. O questionário está disponível em: <https://forms.gle/tmo2Y6fJFAE5gEiX7>

Welcome to the Water-Wise Usability Test!

This study is part of our Final Year Project (TFC) at Universidade Lusófona, developed by Ricardo Gonçalves and Ricardo Piedade.

All responses will be collected anonymously and used solely for academic purposes.

To access the web app, please visit: <https://water-wise-one.vercel.app/>

In this test you'll be guided through several scenarios to evaluate our web application for monitoring and managing water resources in Portugal.

The main sections are:

- Exploring the home-page map
- Switching theme and language
- Viewing meteorological station details
- Filtering dam monitoring data
- Viewing satellite imagery
- Testing the predictive flow-model map
- Viewing station-specific charts (e.g. Barrosa station)

As you complete each task, please:


- Follow the on-screen instructions carefully.
- Answer the quick Yes/No or difficulty-rating questions.
- Leave any comments or suggestions on clarity, layout or overall intuitiveness.

Your feedback is invaluable to help us identify usability issues, improve navigation and refine the interface before our final release

Thank you for your time and insights!

ricgon20035@gmail.com

Switch account

 Not shared

* Indicates required question

Which device are you using right now? *

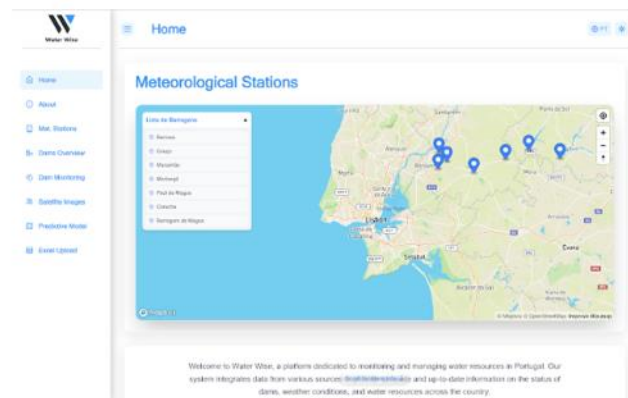
☐ Smartphone

☐ Tablet

☐ Laptop/Desktop

☐ Other: _____

Explore the Home Page



1. Open the Home page.
2. Move the map around and identify meteorological station markers.
3. Use the map sidebar list to hover and click on a station.

Was it easy to locate and interact with the station markers? *

- ☐ Yes
- ☐ No

How would you rate your experience finding a station? *

(1 – Very Difficult ... 5 – Very Easy)



Comments

Your answer

Switch Theme and Language

1. Toggle between Light and Dark mode using the switch at top right.
2. Change the site language from English to Portuguese.

Did the theme toggle respond immediately? *

- ☐ Yes
- ☐ No

Was it clear how to change the language? *

- ☐ Yes
- ☐ No

Comments

Your answer

Station Details

Water Wise

Home

About

Met. Stations

Dams Dashboard


Dam Monitoring

Subsidiary Images

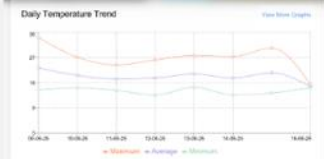
Predictive Model

Event Library

Meteorological Station of Barrosa




Daily Temperature Trend



View More Graphs

Location



1. Select any station on the Home page.

2. On the station detail page, examine the daily temperature trend chart, mini-map, and data table.

Did the page load all elements (chart, map, table) correctly? *

☐ Yes

☐ No

☐ Other:

How informative was the station's data display? *

(1 – Not Informative ... 5 – Very Informative)

1

2

3

4

5

☆

☆

☆

☆

☆

Comments

Your answer

Filter Dam Monitoring Data

Water Wise

Home

About

Met. Stations

Dams Dashboard

Dam Monitoring

Subsidiary Images

Predictive Model

Event Library

Dam Monitoring

12 Active Dams

Download

Dam Monitoring Table

#	Dam	State	Water Level (m)	Flow (m³/s)	Water Level (m)	Water Level (m)	Water Level (m)
1	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
2	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
3	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
4	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
5	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
6	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
7	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
8	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
9	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
10	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
11	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
12	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
13	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
14	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00
15	Barrosa	Active	120.00	1000	120.00	120.00	120.00

72

1. Navigate to the Dam Monitoring page.
2. Click "Show Filters," apply a filter (e.g. fill % > 50%), then sort a column by clicking its header

Could you successfully filter and sort the table? *

- ☐ Yes
- ☐ No

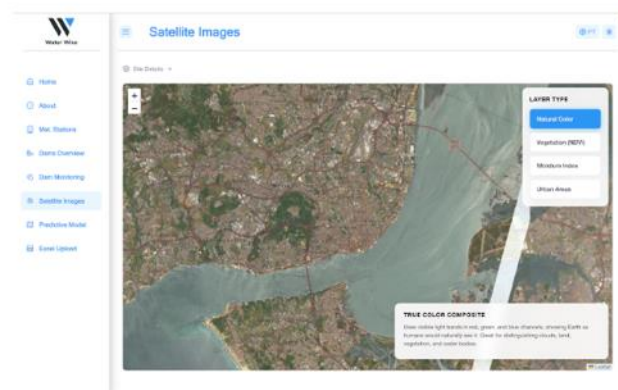
How would you rate the ease of filtering/sorting? *
(1 – Very Difficult ... 5 – Very Easy)



Comments

Your answer

View Satellite Imagery



1. Go to the "Imagens de Satélite" page.
2. Select each layer type (Natural Color, NDVI, Moisture, Urban) and pan/zoom the map

(Please be patient, as some layers may take a few seconds to load)

Did each layer load correctly and update? *

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Other: _____

How easy was it to switch between layers? *
(1 – Very Difficult ... 5 – Very Easy)



Comments

Your answer

Test Predictive Model Map



1. Open the Predictive Model for the Sorraia Simulation.
2. Click on one of the four highlighted points, then use the date selector to view data for 2025–2035.

Was it clear how to select a point and adjust the date? *

☐ Yes

☐ No

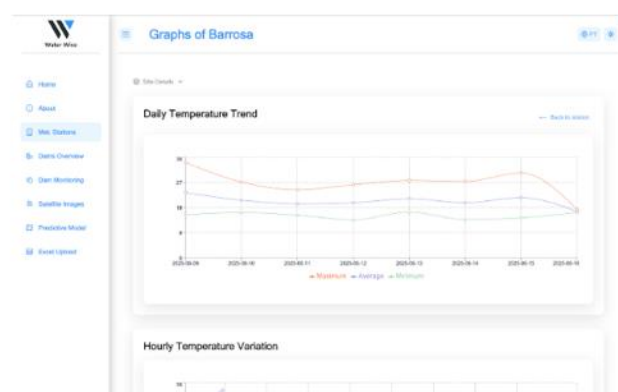
How useful was the time-series chart for future predictions? *
(1 – Not Useful ... 5 – Very Useful)



Comments

Your answer

Barrosa Station Charts



Select "Barrosa" from the stations list and view the "Hourly Wind Speed Variation" chart (you can get to the charts page for the station you are on using the View More Graphs link)

Were you able to find the chart without difficulty? *

(1 = Very difficult, 5 = Very easy)

1



2



3



4



5



Comments

Your answer

Any other comments or suggestions?

Your answer

Submit

Clear form

Anexo C – Water Wise - Help Us Improve!

Apresenta-se o questionário e resultados do "Water Wise - Help Us Improve!", que foi circulado para recolher feedback geral sobre a experiência e sugestões de melhoria. Houve 5 respostas. O questionário está disponível em: <https://forms.gle/Eio6Mvv4MyLYsw2D6>

Water Wise - Help Us Improve!

Help us improve the Water Wise platform! This questionnaire evaluates user experience and usability of our water resource management website. Your responses are essential for improving our platform.

To access the web app, please visit: <https://water-wise-one.vercel.app/>

ricgon20035@gmail.com [Switch account](#)

Not shared

* Indicates required question

First Impressions

What do you think this website does? *

- ☐ Water resource monitoring
- ☐ Weather forecasting
- ☐ Agricultural irrigation management
- ☐ Meteorological data analysis
- ☐ I couldn't identify

What caught your attention most when entering the website? *

Your answer

Does the layout appear organized and visually appealing? *

	1	2	3	4	5	
Very disorganized	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Very organized

Ease of Use

Could you quickly understand how to use the website? *

☐ Yes

☐ No

Did you find difficulty navigating between sections? Which ones? *

☐ No difficulties found

☐ Main menu

☐ Navigation between pages

☐ Filters and controls

☐ Interactive maps

☐ Data tables

☐ Other: _____

Was the information easy to find? *

Your answer _____

Information Clarity

Are the messages and texts clear and understandable? *

1 2 3 4 5

Very confusing ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Very clear

Were there any technical terms you didn't understand? Which ones?

Your answer _____

Accessibility and Navigation

On which device did you test the website? *

☐ Mobile phone

☐ Computer

☐ Tablet

☐ Other: _____

Was the navigation intuitive? *

1 2 3 4 5

Not intuitive at all ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Very intuitive

Did you feel lost at any point? *

- ☐ Yes
- ☐ No

Are the buttons and links easy to click? *

- | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Very difficult | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very easy |

Design and Aesthetics

Does the design appear modern and professional? *

- | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Not modern at all | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very modern |

Do the colors and fonts facilitate reading? *

- | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Very difficult to read | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very easy to read |

Are there visual elements that distract or confuse? Which ones?

Your answer

Performance

Did the website load quickly? *

- | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Very slow | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very fast |

Did any functionality take too long or fail? Which one?

Your answer

Functionality

Were you able to perform the expected task? (e.g., check data, use filters) *

- ☐ Yes
- ☐ No

Did any feature not work as expected? Which one?

Your answer

Overall Satisfaction

How do you rate your overall experience? *

Very unsatisfied 1 2 3 4 5 Very satisfied

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Would you use the website again? *

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Maybe

What did you like most?

Your answer

What would you change or improve?

Your answer

Submit

[Clear form](#)