

FERRAMENTAS WEB PARA SUPORTE À RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA Knowledge Management and Web based Tools for Water Recycling and Reuse

RODRIGO MAIA ⁽¹⁾, JOÃO PEDRO PÊGO ⁽²⁾, FREDERICO PINHO ⁽³⁾ e RICARDO ALVES ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Professor Associado, FEUP,
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal, rmaia@fe.up.pt

⁽²⁾ Professor Auxiliar, FEUP,
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal, jppego@fe.up.pt

⁽³⁾ Eng. Civil, FEUP,
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal, frederico.pinho@fe.up.pt

⁽⁴⁾ Eng. Informática, FEUP,
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal, ralves@fe.up.pt

Resumo

Com o constante aumento do consumo de água e atendendo aos efeitos das alterações climáticas, a utilização de soluções de reciclagem e reutilização de água impõe-se cada vez mais como uma necessidade. Atualmente, o uso destas tecnologias continua a ser subaproveitado ou até a ser ignorado em processos decisórios, por motivos que vão muito além da carência tecnológica. Muitos destes motivos estão interligados com análises pouco exaustivas dos locais de estudo, assim como com a existência de processos de planeamento e decisão inadequados, agravados pela falta de sensibilidade para uso de água reutilizada ou reciclada. O projeto FP7-COROADO, financiado pela União Europeia (EU) e envolvendo diversas (13) instituições europeias e sul-americanas de 11 países, tem como objetivo o desenvolvimento de metodologias e ferramentas visando uma análise integrada da utilização de tecnologias de reciclagem e reutilização de água. Neste contexto, e aproveitando os benefícios inerentes às tecnologias Web 2.0, estão a ser desenvolvidas pela FEUP um conjunto de plataformas *online* para visualização, simulação e suporte à decisão, visando desta forma apoiar os diversos intervenientes nos processos de gestão da água.

Palavras-chave: Reciclagem e reutilização da água, sistema de suporte à decisão, plataforma de visualização, plataforma de simulação, base de conhecimento.

Abstract

With the steady increase in water consumption and being aware of the perspective effects of climate change, adopting reuse and recycling and water solutions is becoming an increasingly necessity. Currently, these technologies remain underused or even ignored in decision-making processes, for reasons that go far beyond technological deficiency. Either intertwined with little depth study sites analyzes, either as result of inadequate planning and decision processes, compounded by lack of sensitivity, the adoption of reused or recycled water still tends to be relegated. The FP7-COROADO" project, funded by the European Union (EU) and involving several (13) European and South American institutions across 11 different countries, aims to develop tools and methodologies towards an integrated analysis of the adoption of recycling and water reuse technologies. In this context, and taking advantage of the inherent benefits of Web 2.0 technologies, FEUP is developing a set of online platforms for visualization, simulation and decision support, intended to assist the several water management processes stakeholders.

Keywords: Water recycling and reuse, decision support system, visualization platform, simulation platform, knowledge base.

1. Introdução

A escassez de água subsiste como um dos mais prementes problemas socio-ecológicos no século XXI.

Segundo alguns autores, em 2025 mais de metade dos países do mundo enfrentarão problemas relacionados com a escassez de água, podendo o problema vir a ser acelerado face ao nível de incerteza climática que assola o planeta (Hightower e Pierce, 2008).

A União Europeia está a financiar diversos projetos de investigação para mitigar os impactos da escassez de água.

O projeto Coroad, com a duração de 4 anos, tem como objetivo desenvolver metodologias e ferramentas para resolver a premente questão da escassez de água através da aplicação integrada de tecnologias de reciclagem e reutilização da água em áreas selecionadas da América Latina.

A utilização dos recursos hídricos nessa zona do globo está, em muitos casos, longe de ser sustentável, deixando esse continente vulnerável a mudanças futuras.

Mais especificamente, os objetivos do projeto são os seguintes:

- Avaliação das diferentes tecnologias de reciclagem e reutilização de água com base nas mais recentes investigações científicas correlacionadas com conhecimento local;
- Quantificação dos reais benefícios e custos dessas tecnologias;
- Avaliação da sua aceitação social através de procedimentos de participação pública;
- Fornecimento de soluções acessíveis, eficientes e eficazes para o abastecimento de água no contexto das alterações climáticas e da mitigação da escassez de água;
- Combate à degradação em qualidade e quantidade de sistemas de água e perda dos serviços dos ecossistemas associados;
- Incorporação de tecnologias de reciclagem e reutilização num esquema de gestão integrada.

O projeto conta com a colaboração de 13 Institutos e Universidades de 11 países: AUA (Grécia), ALTERRA (Holanda), CSIC (Espanha), FEUP (Portugal), NTUA (Grécia), USP (Brasil), PUC (Chile), GEOMATIC (Chipre), BIOFORSK (Noruega), FHNW (Suíça), TDC (México), UC (Argentina) e SEA (México) (Figura 1).



Figura 1. Parceiros do projeto COROADO.

O projeto COROADO, com início em Outubro de 2011, tem desenvolvido uma abordagem integrada na mitigação dos impactos da escassez de água através da aplicação de tecnologias de reciclagem e reutilização de água à escala local e regional. Perspetiva-se que o esforço desenvolvido auxilie, durante e após a conclusão do projeto (Setembro de 2015), a compreensão das transições políticas e de governação necessárias à promoção da implementação desse tipo de tecnologias.

A informação obtida a partir dos 4 estudos de caso, disponibilizada na Base de Conhecimento (*Knowledge Base*) já desenvolvida pela FEUP, tem permitido balizar potenciais estratégias de atuação, apoiadas em valores de referência, diretrizes e legislação aplicáveis a cada país.

Apoiado nessas diretrizes, a Plataforma de Visualização (*Visualization Platform*), a Plataforma de Simulação (*Simulation Platform*) e o Sistema de Suporte à Decisão (*Decision Support System*), em desenvolvimento pela FEUP, contribuirão para apresentar medidas que possam ser implementadas pelos utilizadores finais – desde a comunidade científica até profissionais e outros grupos interessados – após a conclusão do projeto, sem necessitarem de apoio adicional.

Pretende-se que os resultados do projeto – metodologia e ferramentas – sejam posteriormente aplicados a outros países e áreas, que já enfrentam escassez de água ou que venham a enfrentar no futuro. Também Portugal poderá beneficiar deste projeto, já que a escassez de água é, cada vez mais, um problema recorrente de algumas regiões do país, nomeadamente nas regiões do interior norte e sul. A falta de água tem particular impacto nos sectores da agricultura e do turismo, sendo, por isso, considerado um dos maiores problemas sócio ecológicos do século XXI.

2. Estudos de Caso

Os estudos de caso são uma parte essencial do projeto, permitindo testar as hipóteses colocadas na fase de preparação do projeto, verificar a aplicabilidade das metodologias e estratégias gizadas e permitindo testar as ferramentas que estão a ser desenvolvidas no projeto. Os estudos de caso funcionam como um instrumento de promoção e reforço da cooperação entre todas as partes interessadas, incluindo organizações não-governamentais, organizações intergovernamentais, instituições de pesquisa, universidades e os próprios utilizadores da água (Karavitis *et al.*, 2011).

O projeto COROADO contempla quatro estudos de caso em diferentes zonas da América Latina, nomeadamente:

1. A região metropolitana de São Paulo, Brasil;
2. A bacia hidrográfica do Copiapó, Chile;
3. O Baixo Rio Bravo/Rio Grande, México;
4. A bacia hidrográfica do Suquia, Argentina.

Foram contempladas zonas com elevado nível de produção de águas residuais, como a de São Paulo, Brasil, e algumas das áreas mais secas do mundo, como a região do Atacama, Chile. Os estudos de caso também refletem os desafios existentes numa das principais bacias hidrográficas transfronteiriças do mundo, nomeadamente a Bacia do Rio Grande, México. Integrados num único projeto, estes estudos de caso ilustram os diferentes tipos de problemas e desafios com que lidam diariamente os responsáveis políticos e os decisores em matérias de gestão de água (Karavitis *et al.*, 2011).

3. Organização do Projeto

À semelhança de outros projetos europeus, as diversas tarefas e responsabilidades foram divididas em tarefas (*work packages*, WPs, na terminologia inglesa), cuja responsabilidade se encontra adstrita aos membros integrantes do projeto, de acordo com a experiência nos domínios correspondentes (Figura 2):

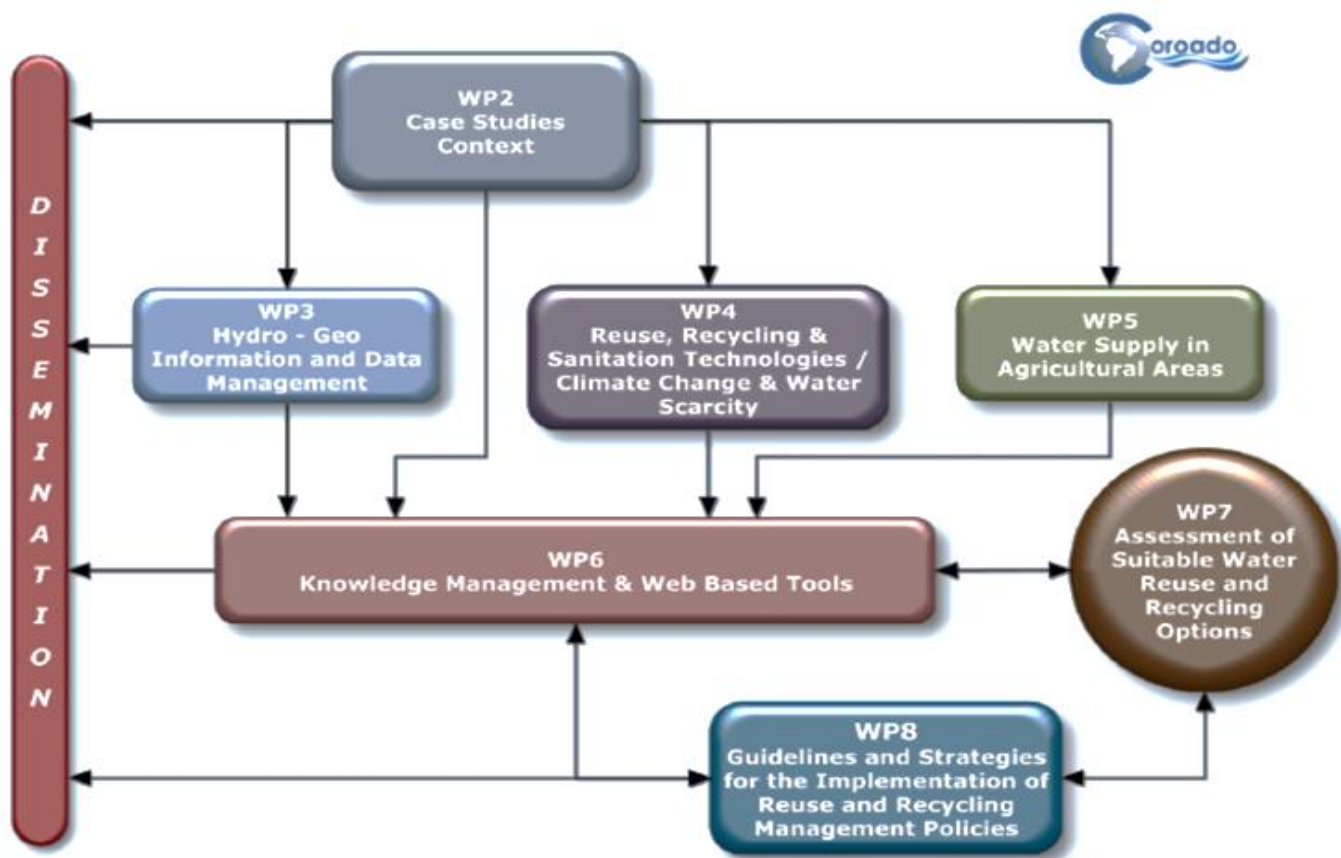


Figura 2. Tarefas (*work-packages*) do projeto COROADO.

- WP1: Gestão do Projeto (*Project management*);
- WP2: Contexto dos Casos de Estudo (*Case Studies Context*);
- WP3: Gestão de Dados e Informação Hidro-Geográfica (*Hydro-Geo information and Data Management*);
- WP4: Tecnologias de Reutilização, Reciclagem e Saneamento / Escassez de Água e Alterações Climáticas (*Reuse, Recycling & Sanitation Technologies / Climate Change & Water Scarcity*);
- WP5: Abastecimento de Água em Zonas Agrícolas (*Water Supply in Agricultural Areas*);
- WP6: Gestão do Conhecimento e Ferramentas Web associadas (*Knowledge Management and Web based Tools*);
- WP7: Avaliação das Opções Apropriadas para Reutilização e Reciclagem de Água (*Assessment of Suitable Water Reuse and Recycling Options*);
- WP8: Estratégias e Linhas de Orientação para Implementação de Políticas de Gestão associadas à Reutilização e Reciclagem de Água (*Guidelines and Strategies for the Implementation of Reuse and Recycling Management Policies*);
- WP9: Disseminação do Projeto (*Dissemination*).

No âmbito da tarefa WP6 está prevista a realização de uma estrutura web (*"web framework"*) com o objetivo de servir como produto agregador das análises, ferramentas, estudos e investigações desenvolvidas pelos parceiros do projeto, culminando num sistema de suporte à decisão disponibilizado aos *stakeholders* (i.e. os diversos intervenientes nos processos de gestão da água).

Essa estrutura foi desenvolvida tendo em vista a flexibilidade, adaptabilidade e utilização livre, de modo a permitir a sua eventual aplicação futura em novos domínio e projetos.

Esta *"web framework"* assenta nos seguintes componentes:

- Base de Conhecimento (*Knowledge Base*): garante o armazenamento estruturado da informação resultante do projeto e das áreas de estudo (incluindo restrições legais e principais *stakeholders*) e respetiva disseminação para o público;
- Plataforma de Visualização (*Visualization Platform*): ambiente GIS para avaliação e visualização dos índices de vulnerabilidade e risco da zona analisada;
- Plataforma de Simulação (*Simulation Platform*): simulação de diferentes cenários de procura de água e estratégias alternativas para a reciclagem e o reuso de água, obtendo-se como resultados um conjunto de indicadores de custo/benefício;
- Sistema de Suporte à Decisão (*Decision Support System*): motor de inferência que, estendendo às funcionalidades da *"Simulation Platform"*, procura a solução ótima atendendo à informação adicional existente na *"Knowledge Base"*.

4. Ferramentas Web

4.1. Base de conhecimento

A Base de Conhecimento, funciona como um repositório do projeto acessível ao público em geral.

Tem como propósito potenciar a transição de "gestão da informação" (acumulação e armazenamento de dados, fatos e ferramentas) para "gestão do conhecimento", cujo objetivo é "...permitir que os membros do projeto e todos os interessados acumulem o conhecimento adequado (isto é, com ênfase na compreensão e consciência) da empresa, seus produtos e seus processos de modo que possam falar sobre isso de forma competente (correspondente com a 'capacidade de ensinar' ...) (Müller-Merbach, 2006).

Assim, a Base de Conhecimento vai integrar as informações adquiridas no projeto e os estudos regionais numa plataforma com uma dimensão e relevância europeias, garantindo a continuidade dos estudos de caso realizados durante todo o período de duração do projeto Coroadó.

A Base de Conhecimento integra informações, dados, métodos, ferramentas, *inputs* requeridos e *outputs* previstos, juntamente com a inter-relação e regras de decisão, dentro do contexto de sistemas de TI.

Tudo se encontra organizado de forma a facilitar a funcionalidade de importação, exportação e geração de relatórios que pode conter ou dar acesso a todas as informações sobre os estudos de caso e as evidências científicas relacionadas a eles.

A Base de Conhecimento também deve ser capaz de armazenar dados de cenários, opções políticas, informações de governança, bem como informações financeiras e social.

Na sua conceção foram consideradas várias hipóteses para o *software* da base de dados (*backoffice*) e para o interface gráfico a disponibilizar ao utilizador (*frontend*). A escolha foi feita tendo por base os seguintes critérios:

- Facilidade de utilização;
- Construção modular que permita a expansão progressiva do sistema;
- Familiaridade do utilizador com o interface;
- Pré-requisitos de *software* a instalar pelo utilizador.

Atendendo aos requisitos do projeto e tendo em atenção o atual estado de desenvolvimento das Tecnologias de Informação, optou-se por utilizar um *software Wiki* (*dokuwiki*), com reconhecidas vantagens, nomeadamente:

- Ser intuitivo, já que a maioria dos utilizadores está familiarizado com outras *Wikis* (nomeadamente a Wikipédia);
- A facilidade de utilização;
- A edição colaborativa;
- O conteúdo dinâmico;
- Permitir hiperligações entre páginas, relacionando os conteúdos entre si;
- Ser de licenciamento livre, garantindo assim a sua existência para além da duração e do limite de financiamento do projeto, e
- Requerer apenas um *browser*, atualmente um *software* de acesso gratuito e universal.

A Base de Conhecimento divide-se em 7 secções principais, abordando os temas mais relevantes de acordo com os objetivos definidos para o projeto:

- **Estudos de Caso** – secção que reúne toda a informação recolhida e produzida no projeto COROADO relativa aos estudos de caso.
- **Tecnologias** – reúne informação sobre o estado da arte em tecnologias associadas à reciclagem e reutilização da água residual (Figura 3).

P1 - Bar Screen

P2 - Coarse screen

In order to remove greater quantities of papers, plastic etc. perforated plates or filter belts can be used to screen influent waste water. Coarse screen types have openings of 6 mm or larger, finer screens approximately 1.5 to 6 mm [3]. Applications that typically use fine screens are pre-treatment in conjunction with a coarse bar screen, primary treatment instead of primary clarifiers, and pre-treatment at combined sewer overflows. When clogging of trickling filters presents the potential for a problem, it is common to use fine screens upstream of the trickling filters to remove solids from the primary effluent [2]. The finer screens are required if non-biodegradable fibrous material and hair have to be removed [1]. Cleaning of the screens can be by brush, water spray or a combination of the two. In most cases, periodic cleaning of brushes by plant staff is required. Fine screen units can be installed instead of bar screens or in series with bar screens. Series of progressively finer screens can help reduce organic load [1]. The fine screens that are used in pre-treatment and primary treatment are: Band Screens (effective for fine screening applications that have high flows), Static Wedgewire Screens (typically installed in smaller treatment plants), Rotary Drum Screens (effective for applications that require big solids separation and small energy usage), and Step Screens (cost effective solids separation).

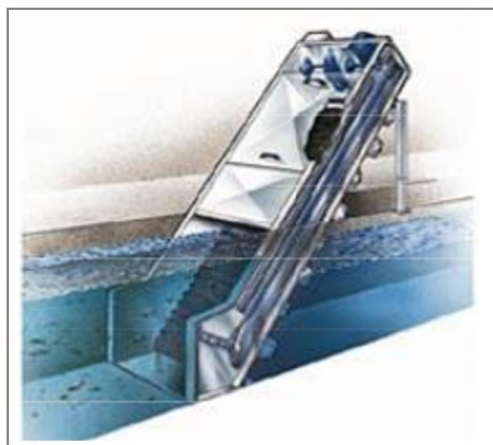


Figura 3. Base de Conhecimento – Processos de Tratamento.

- **Risco e Vulnerabilidade** - apresenta informação sobre os conceitos de risco e vulnerabilidade associados à escassez de água e seca.
- **Ferramentas de Simulação** - listagem de ferramentas informáticas que são usados no âmbito do projeto COROADO, com explicações sobre o seu modo de utilização, requisitos de *inputs* e *outputs* previstos. Pretende-se também providenciar através da Base de Conhecimento o acesso às ferramentas informáticas, comerciais, livres e produzidas pela equipa do COROADO.
- **Resultados de Simulação** - apresenta os principais resultados de simulações feitas no âmbito do COROADO relativamente aos estudos de caso, para eventual uso pela comunidade científica.
- **Políticas Integradas de Resposta** - neste conjunto de páginas é apresentado o estado da arte nas políticas integradas de gestão e reutilização da água.
- Na última secção da Base de Conhecimento é apresentada a lista de perguntas frequentes (**FAQ** no original inglês), para uma rápida consulta por parte do utilizador.

4.2. Plataforma web (base para a visualização, simulação e sistema de suporte à decisão)

Tendo como objetivo a criação de uma plataforma de visualização, uma plataforma de simulação e um sistema final de suporte à decisão, a FEUP optou por conceber, desde logo, uma plataforma web base, sobre a qual poderiam ser desenvolvidos os necessários módulos e evoluções necessários ao projeto.

Esta abordagem permitiu, adicionalmente, a integração de ferramentas e *softwares* externos (desenvolvidos quer pela FEUP, quer pelos parceiros do projeto) numa plataforma de interação única para o utilizador final.

O processo de conceção e seleção tecnológica para construção da referida plataforma adotou, como requisitos de partida, as seguintes exigências:

- Ser baseado em tecnologia *Open-Source*;
- Não depender de autorizações / licenciamentos;
- Não ter necessidade de instalação de plugins por parte do utilizador;
- Ser livre de restrições no número de utilizadores.

Foi também necessário ter em consideração as restrições inerentes ao servidor de dados de informação geográfica, escolhido pela GEOMATIC: arcGIS Server v10.0.

Avançou-se assim para uma solução personalizada combinando as tecnologias **Ajax**, **Dojo**, **SQLite** e **PHP**. Especial nota para a tecnologia Ajax, a qual permite adicionar interatividade e maior capacidade de resposta através da troca de pequenas quantidades de dados assincronamente, evitando assim o carregamento de páginas web inteiras de cada vez que é necessário obter dados do servidor (Gyorödi *et al.*, 2009).

Funcionando de forma integrada, as referidas tecnologias permitem que a plataforma adote o conceito de Web 2.0: o *software* está disponível na internet e pronto a ser utilizado por qualquer *stakeholder*, permitindo correções e atualizações automáticas, assim como a construção incremental de diferentes módulos e/ou funcionalidades (Musser e O'Reilly, 2006).

4.2.1. Indicadores de vulnerabilidade

A informação obtida através dos 4 estudos de caso (WP2) permitiu identificar quais os fatores predominantes com capacidade para interferir nos fenómenos de seca, escassez e *stress* hídrico, assim como eliminar todos aqueles cuja influência era nula ou indireta.

Foram assim selecionados 28 indicadores (Figura 4), representativos da vulnerabilidade de todo o sistema, posteriormente combinados de forma a construir um **Índice de Vulnerabilidade às Alterações das Condições da Água** (WCC.VI: *Water Changing Conditions Vulnerability Index*).

A avaliação de vulnerabilidade do sistema assenta na determinação dos valores de cada um dos indicadores, classificados numa escala inteira de 0 a 5. A formulação, seleção e cálculo dos pesos destes sub-índices foi efetuada pelos parceiros AUA e NTUA, responsáveis pelo tratamento estatístico com vista à aferição da preponderância de cada indicador.

INDICATORS
Access to Sanitation (% Population)
Agricultural Productivity (\$/m ³)
Change in Agricultural Productivity (%)
Change in Industrial Productivity (%)
Change in Stored Water (%)
Degree of Preparedness (Q)
Distribution Network Efficiency (%)
Groundwater development stress indicator (GDSI)
Gross Domestic Product (\$/capita)
Index of Flow (%)
Industrial Productivity (\$/m ³)
Institutional Framework (Q)
Investments (%GDP)
Population Density (N ₀ /km ²)
Population Growth (%)
RSPI1
RSPI12
RSPI24
RSPI3
RSPI6
RSPI9
Status of Wastewater Treatment and Supply Infrastructure (Q)
Status of Water Supply Infrastructure (Q)
Total Use of Reclaimed Water (Ratio)
Tourists Accomodation (Days)
Tourists Density (N ₀ /km ²)
Wastewater Governance (Q)
Water Governance (Q)

Figura 4. Lista de Indicadores de vulnerabilidade.

4.2.2. Importação e introdução de dados

Foi desenvolvido um módulo específico para a plataforma de visualização, com o objetivo de **importar dados** provenientes de:

- *Rasters* (mapas ou fotografias aéreas);
- *Shapes* ArcGIS (incluindo metadados) (Figura 5);
- Base de Dados de Conhecimento;

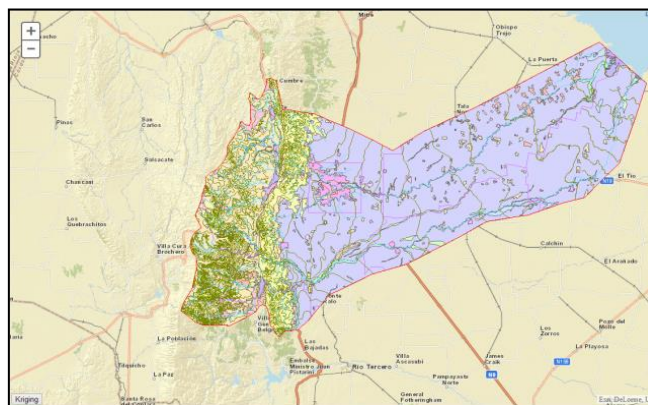


Figura 5. Plataforma web – integração com ArcGIS.

Utilizando os metadados incorporados nas *shapes* GIS torna-se possível, através de consultas cruzadas entre a base de dados geográfica e as restantes fontes, obter automaticamente a seguinte informação:

- País/região em estudo;
- Área (km²);
- População afetada;

- Tipologias de indústria e agricultura;
- Sistemas de tratamento e tecnologias já utilizadas.

Face à heterogeneidade inerente às bacias hidrográficas de grande dimensão torna-se necessário, numa segunda fase, proceder à divisão da área de estudo em regiões representativas (e.g.: área de influência de uma estação de tratamento de águas residuais).

É permitido ao utilizador, a qualquer altura, complementar e/ou corrigir os dados importados automaticamente pelo sistema, de modo a afinar com detalhe a caracterização ao caso em estudo. Adicionalmente, este poderá também introduzir:

- Indicadores climáticos;
- Indicadores hidrológicos;
- Indicadores sócio-económicos;
- Evolução temporal (e.g.: taxas de crescimento).

4.2.3. Índices de vulnerabilidade

Com toda a informação recolhida o sistema calcula, para cada ponto de análise, o já referido **WCC.VI**. Este é obtido pela composição de três sub-índices (Eq. 1 a 4 e Figura 6):

- Índice de Vulnerabilidade ao Stress Hídrico (*Water Stress Vulnerability Index*);
- Índice de Vulnerabilidade à Escassez de Água (*Water Scarcity Vulnerability Index*);
- Índice de Vulnerabilidade à Seca (*Drought Vulnerability Index*).

$$WCC.VI = WSt.VI \cdot i1 + WSc.VI \cdot i2 + D.V.I \cdot i3 \quad [1]$$

$$WSt.VI = \text{Indicador 1} \cdot j1 + \text{Indicador 2} \cdot j2 + (...) \quad [2]$$

$$WSc.VI = \text{Indicador 1} \cdot k1 + \text{Indicador 2} \cdot k2 + (...) \quad [3]$$

$$DVI = \text{Indicador 1} \cdot l1 + \text{Indicador 2} \cdot l2 + (...) \quad [4]$$

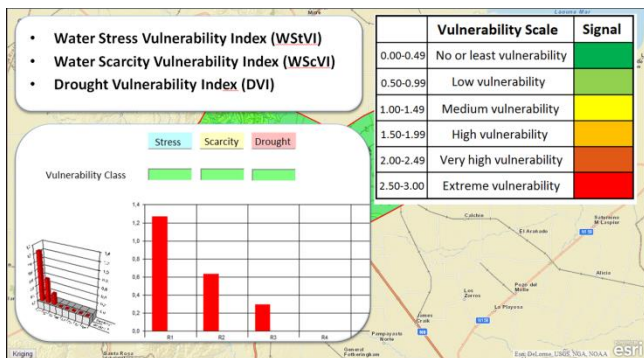


Figura 6. Plataforma web – cálculo de índices de vulnerabilidade.

Numa primeira iteração a avaliação atende exclusivamente à situação atual da área em estudo, permitindo assim a definição de uma situação de referência (designada por cenário base), calculando-se posteriormente os mesmos índices atendendo às previsões de evolução temporal dos diversos indicadores.

4.2.4. Cenários alternativos

De modo a abranger uma multiplicidade de cenários alternativos, o sistema permite a simulação de ações e/ou pressões geradoras de variações futuras, conducentes à redução ou aumento da vulnerabilidade, nomeadamente:

AÇÕES (Estratégias):

- Implementação de esquemas de tratamento e reciclagem de água;
- Implementação de esquemas de rega / seleção de culturas agrícolas;
- Adoção de medidas de utilização eficiente de água.

PRESSÕES:

- Variações meteorológicas e climáticas;
- Quantidade de água consumida (nas vertentes urbana, agrícola e industrial).

4.2.5 Representação de resultados

Em termos de representação visual, a plataforma web permite a avaliação interativa da vulnerabilidade do sistema analisado, apresentando graficamente os valores calculados para cada um dos pontos do polígono.

Para tal são utilizados algoritmos de regressão, nomeadamente os associados aos Métodos de *Kriging* e *IDW* (*Inverse Distance Weight*) (Figura 7).

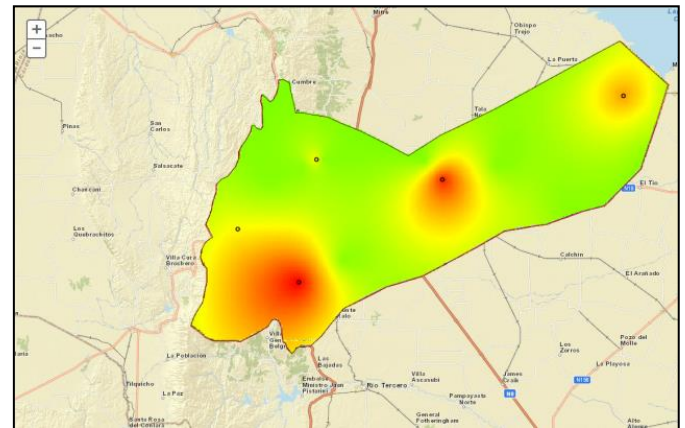


Figura 7. Plataforma web – Kriging - Índices de vulnerabilidade.

Este processamento digital (*render*) é obtido através da execução em tempo-real de um *script* em linguagem de programação R, totalmente integrado com a restante plataforma web.

4.3. Sistema de Suporte à Decisão

Em termos efetivos, o Sistema de Suporte à Decisão permite aferir e comparar os índices de vulnerabilidade associados aos diferentes cenários simulados (incluindo as respetivas ações/estratégias e pressões), ao longo de uma escala temporal.

Para atingir esse objetivo, foi concebido de modo a funcionar de forma integrada com as ferramentas desenvolvidas pela FEUP, nomeadamente a Base de Conhecimento, a Plataforma de Visualização e a Plataforma de Simulação.

Adicionalmente, conta também com algoritmos de seleção e avaliação de soluções (Karavitis *et al.*, 2012), desenvolvidos pelos parceiros do Projeto, PUC e NTUA, incluindo:

- Análises Multi-Critério (*Multi-Criteria Analysis – MCA*) – permitindo ao utilizador re-avaliar os diferentes cenários, indicando pesos específicos para cada fator, consoante a importância que lhe atribui;

- Recomendações de Políticas (*Policy Recommendations*) – visando auxiliar a implementação prática das soluções analisadas, atendendo às dificuldades e restrições patentes em cada um dos estudos de caso integrados no projeto.

5. Conclusões

As plataformas desenvolvidas no âmbito do projeto permitem a simulação de diferentes cenários de evolução da procura e disponibilidade de água para uma região, visando a deteção atempada de situações de elevada vulnerabilidade à escassez de água. As plataformas permitem, igualmente, simular a aplicação de tecnologias de reuso da água, na tentativa de conseguir uma redução da vulnerabilidade dessa região.

É apoiado no mesmo ambiente de simulação que o Sistema de Suporte à Decisão, integrando os dados já existentes na Base de Conhecimento e as ferramentas desenvolvidas pelos parceiros do projeto, tem a capacidade de proporcionar um motor de inferência, visando aproximar o utilizador da solução considerada “ótima”, assim como determinar os respetivos indicadores de custo/benefício.

Espera-se que a exploração das ferramentas e metodologias desenvolvidas no âmbito deste projeto, por parte dos *stakeholders* envolvidos nos processos de gestão da água, funcione como catalisador para que as tecnologias de reciclagem e reutilização da água passam a ser encaradas como verdadeiras alternativas e opções.

Referências

- Gyorödi, C., Gyorödi, R., Pecherle, G., Tamas L. (2009). *Web 2.0 Technologies with jQuery and Ajax*. The Journal of Computer Science and Control Systems (ISSN code 1844-6043), The International conference on Engineering of Modern Electric Systems, session Computer Science and Control Systems, Oradea, Romania, ISSN 1844-6043, pp. 11-16
- Hightower, M., e Pierce, S. A. (2008). *The energy challenge*. Nature, 452(7185), pp. 285-286.
- Karavitis, C., Fassouli, V., Skondras, N., Tsesmelis, D., Stamatakis, D., Alexandris, S. (2012). *Technologies for Water Recycling and Reuse in Latin American Context: Assessment, Decision Tools and Implementable Strategies under an Uncertain Future - FP7 - ENV.2011.3.1.1-1 - Annex I - "Description of Work"*. AUA, Grécia.
- Muller-Merbach, (H. 2006). *Three kinds of knowledge, reflecting Kant's three kinds of action*. Knowledge Management Research & Practice 4 (1), 73-74.
- Musser, J., O'Reilly, T. (2006), *Web 2.0 Principles and Best Practices*. An O'Reilly Radar Report, ISBN 0-596-52769-1.