

# SOLO E RECURSOS HÍDRICOS

*conservação,  
recuperação  
e manejo*

ARISTON DA SILVA MELO JÚNIOR  
*(organizador)*



EDITORA  
ARTEMIS

2022

# SOLO E RECURSOS HÍDRICOS

*conservação,  
recuperação  
e manejo*

ARISTON DA SILVA MELO JÚNIOR  
*(organizador)*



EDITORA  
ARTEMIS

2022



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisângela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Ariston da Silva Melo Júnior
<b>Imagem da Capa</b>	Ziglinda/123RF
<b>Bibliotecária</b>	Janaina Ramos – CRB-8/9166

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil



Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México  
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru  
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile  
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil  
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia  
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, Universidad Nacional Autónoma de México, México  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S689 Solo e recursos hídricos: conservação, recuperação e manejo / Organizador Ariston da Silva Melo Júnior. – Curitiba-PR: Artemis, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87396-67-5

DOI 10.37572/EdArt\_290822675

1. Solos. 2. Recursos hídricos. 3. Sustentabilidade. I. Melo Júnior, Ariston da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 631.45

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166



## APRESENTAÇÃO

O título **Solo e Recursos Hídricos – Conservação, Recuperação e Manejo** traz para o mundo atual uma das maiores preocupações com a preservação do nosso planeta e dos biomas que compõem toda a estrutura da Terra. O estudo constante de novas tecnologias, metodologias e gerenciamento deve promover um crescimento sustentável e garantir o futuro das próximas gerações.

A importância desse tema nesse século XXI é tamanha que a própria Organização das Nações Unidas (ONU) apresenta em sua agenda de 2030 o tema sustentabilidade e manutenção do meio ambiente como meta de desafio a ser alcançado de forma a que os recursos hídricos e a conservação do solo sejam foco primordial de interesse e responsabilidade política e social das nações. Tal proposta da ONU já vem sendo empregada por governos em projetos como, por exemplo, cobrança d'água do setor agrícola para minimizar a poluição de rios e lagos e impedir a contaminação de solos. Sendo esse controle realizado pelos denominados Comitês de Bacias Hidrográficas, o que mostra a relevância e atualidade do presente livro.

Este livro não se propõe a trazer soluções finais e vindouras, o que seria pretencioso; mas apresentar a preocupação e zelo que os autores tiveram em compartilhar seus conhecimentos. Assim, o livro apresenta o que de melhor está sendo realizado no mundo acadêmico e científico, de modo a trazer propostas, ensaios científicos e reflexões que permeiem as mentes de todos e todas de modo a podermos trazer uma nova proposta de melhoria a manutenção da qualidade e fertilidade de nossos solos e de técnicas para o uso racional das reservas hídricas do mundo, com os novos conceitos que vem sendo estudados pelas universidades e centros de pesquisas em relação ao bioma terrestre e aquático. Exemplos como a chamada pegada hídrica e claro apresentar uma nova proposta pedagógica em que as novas gerações tenham em mente a responsabilidade em um contínuo respeito a nosso lar – planeta Terra.

Nesse sentimento que a organização dessa obra propõe uma leitura crítica e atenta às pesquisas que os autores e autoras trazem nessa obra de modo a permitirem a generosidade em compartilhar seus conhecimentos e pensamentos para a formação contínua do leitor e leitora.

Uma boa leitura a você leitor/leitora e que as próximas páginas possam levar a uma reflexão da importância sustentável que esse livro tem como meta e sonho: um mundo novo, melhor e mais harmônico para toda humanidade!

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. CONTRIBUTOS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Carla Maria Rolo Antunes

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226751](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226751)

### **CAPÍTULO 2..... 14**

USO EFICIENTE DA ÁGUA EM LISBOA - CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA

Manuela Moreira da Silva

Leandro Muller

Susana Neto

Carla Pimentel Rodrigues

Armando Silva Afonso

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226752](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226752)

### **CAPÍTULO 3..... 21**

DESEMPENHO EM FILTRO LENTO QUANTO A MELHORIA NO PH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ESGOTO DOMÉSTICO

Ariston da Silva Melo Júnior

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226753](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226753)

### **CAPÍTULO 4..... 36**

ATIVOS ECOLÓGICOS E BALANÇO DE CARBONO DE UM ESPAÇO VERDE URBANO – CONTRIBUTOS PARA UMA *WATER SENSITIVE CITY*

Manuela Moreira da Silva

Sandra Caetano

Daniel Pimenta

Lídia Terra

Horácio Carvalho

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226754](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226754)

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>50</b>
MONITORAMENTO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	
Ariston da Silva Melo Júnior Kleber Aristides Ribeiro Abrão Chiaranda Merij	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226755">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226755</a>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>65</b>
FLOW VELOCITY STRUCTURE AND TURBULENCE CHARACTERISTICS IN A PARTIALLY VEGETATED CHANNEL WITH RIGID EMERGENT VEGETATION	
Cristina Maria Sena Fael César Augusto Vaz Santos Cátia Sofia Batista Taborda	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226756">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226756</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>78</b>
HACIA EL BUEN ESTADO QUÍMICO DE NUESTRAS AGUAS CONTINENTALES: ¿SÓLO LAS EDAR SON RESPONSABLES DEL MISMO?	
Rafael Marín Galvín	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226757">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226757</a>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>91</b>
EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM SISTEMA DE ALAGADOS CONSTRUÍDO	
Ariston da Silva Melo Júnior Kleber Aristides Ribeiro Leonardo Gerardini	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226758">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226758</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>109</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>110</b>

# CAPÍTULO 1

## AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. CONTRIBUTOS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Data de submissão: 20/05/2022

Data de aceite: 10/06/2022

**Carla Maria Rolo Antunes**

Universidade do Algarve

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências da

Terra, do Mar e Ambiente

MED-Mediterranean Institute for Agriculture

Environment and Development

CEPAC-Centro de Estudos em Património,

Paisagem e Construção

Faro – Portugal

<https://orcid.org/0000-0002-7446-2537>

**RESUMO:** Em 2005, com a Lei da Água, surge um novo enquadramento no domínio da política, da gestão e da proteção dos recursos hídricos, com destaque para a proteção das massas de água e a gestão sustentável desse recurso. A região hidrográfica torna-se a unidade de gestão e de planeamento, tendo por base a bacia hidrográfica, concretizada em vários instrumentos, nomeadamente nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica. Em 2007, foi consagrada a elaboração da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) de Programas e Planos, processo integrado no procedimento de tomada de decisão, na qual se identificam, descrevem e avaliam os

eventuais efeitos significativos no ambiente resultantes da respetiva aplicação. O presente trabalho tem por objetivo principal refletir sobre os contributos da AAE na gestão dos recursos hídricos, através de uma análise comparativa entre o 1º (2009-2015) e o 2º ciclo de planeamento e gestão (2016-2021), na região hidrográfica do Tejo (Portugal).

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos hídricos. Planeamento. Gestão. Avaliação ambiental. Tejo.

**STRATEGIC ENVIRONMENTAL  
ASSESSMENT. CONTRIBUTIONS TO THE  
MANAGEMENT OF WATER RESOURCES**

**ABSTRACT:** In 2005, with the Water Law, a new framework emerged in the field of policy, management and protection of water resources, with emphasis on the protection of water bodies and the sustainable management of this resource. The hydrographic region is considered as the management and planning unit, based on the hydrographic basin, materialized in various instruments, namely the Hydrographic Region Management Plans. In 2007, the elaboration of the Strategic Environmental Assessment (SEA) of Programs and Plans was consecrated, a process integrated in the decision-making procedure, in which the possible significant effects on the environment resulting from the respective application are identify, describe and evaluate. The main objective of this work is to reflect

on the contributions of the SEA in the management of water resources, through a comparative analysis between the 1st (2009-2015) and the 2nd cycle of planning and management (2016-2021), in the hydrographic region of Tagus (Portugal).

**KEYWORDS:** Water resources. Planning. Management. Environmental assessment. Tagus.

## 1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

Com a Lei da Água – LA (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro; alterada e republicada no Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho), que resulta da transposição da Diretiva Quadro da Água – DQA (Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento e do Conselho, de 23 de outubro) para a legislação portuguesa, surge um novo enquadramento no domínio da política, da gestão e da proteção dos recursos hídricos, com destaque para a proteção das massas de água e para a gestão sustentável desse recurso. A região hidrográfica torna-se a unidade de gestão e de planeamento, tendo por base a bacia hidrográfica, concretizada em vários instrumentos, nomeadamente nos Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH).

Os PGRH constituem instrumentos de natureza setorial de planeamento dos recursos hídricos e visam fundamentar e orientar a gestão, compatibilizando as utilizações com as disponibilidades, a proteção e a valorização ambiental, social e económica da água. São elaborados por ciclos de planeamento, sendo revistos e atualizados de seis em seis anos.

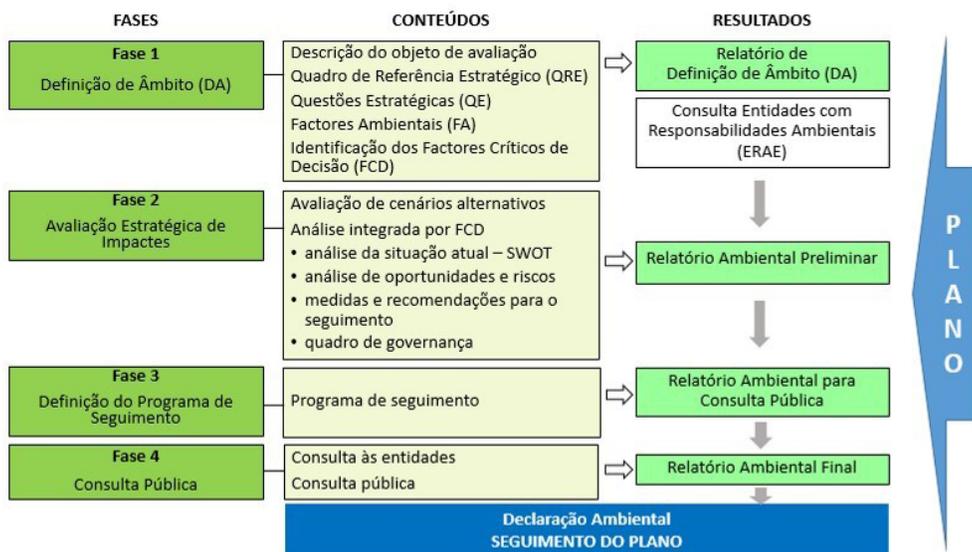
Com a publicação do Decreto-Lei n.º 232/2007, de 15 de Junho (alterado pelo Decreto-Lei n.º 58/2011, de 4 de Maio), que consagra no ordenamento jurídico português os requisitos legais europeus estabelecidos pela Diretiva n.º 2001/42/CE, de 25 de junho, tornou-se necessário a elaboração da Avaliação Ambiental de Planos e Programas, na qual se identificam, descrevem e avaliam os eventuais efeitos significativos no ambiente, resultantes da sua aplicação e as alternativas que tenham em conta os objetivos e o âmbito de aplicação territorial respectivos. O objetivo deste instrumento de avaliação é estabelecer um nível elevado de proteção do ambiente e de contribuir para a integração das considerações ambientais nas diversas fases de preparação de determinados Planos e Programas (Partidário, 2007). A Avaliação Ambiental pode ser entendida como um processo integrado no procedimento de tomada de decisão, que se destina a incorporar os principais valores ambientais nessa mesma decisão.

Neste contexto, com o objetivo de apoiar o processo de decisão subjacente à elaboração dos PGRH decorre em simultâneo a respectiva Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), processo contínuo e sistemático de avaliação da sustentabilidade

ambiental, de identificação e de avaliação de eventuais efeitos significativos no ambiente, resultantes da aplicação dos referidos planos.

Na Figura 1 apresenta-se de forma esquemática o processo de AAE com as várias etapas, conteúdos e resultados.

Figura 1 – Processo de Avaliação Ambiental Estratégica.



Através da componente de Participação Pública promove-se o envolvimento e a participação da administração, dos *stakeholders*/atores-chave e da população em geral na temática dos recursos hídricos, incentivando ao debate dos problemas e à procura das soluções para a região, criando-se assim responsabilidades coletivas na gestão dos recursos hídricos.

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA), enquanto Autoridade Nacional da Água em Portugal, é responsável pela elaboração dos PGRH e pela promoção da respectiva AAE. No 1º ciclo de planeamento o PGRH do Tejo (RH5) contemplava apenas a bacia hidrográfica do Tejo. Com a publicação do Decreto Lei nº130/2012, de 22 de junho, que altera e republica a Lei da Água, as ribeiras do Oeste integram a RH5, passando esta região hidrográfica a designar-se por “Tejo e Ribeiras do Oeste”. Atualmente, a RH5 abrange uma área de 30 502 km², repartida pela bacia hidrográfica do Tejo e ribeiras adjacentes, e pela bacia hidrográfica das ribeiras do Oeste (área total de aproximadamente 2 508 km²), que confina, a leste, com a bacia hidrográfica do rio Tejo (APA, 2016).

O presente trabalho tem por objetivo principal refletir sobre os contributos da AAE na gestão dos recursos hídricos, através de uma avaliação comparativa entre o 1º (2009-

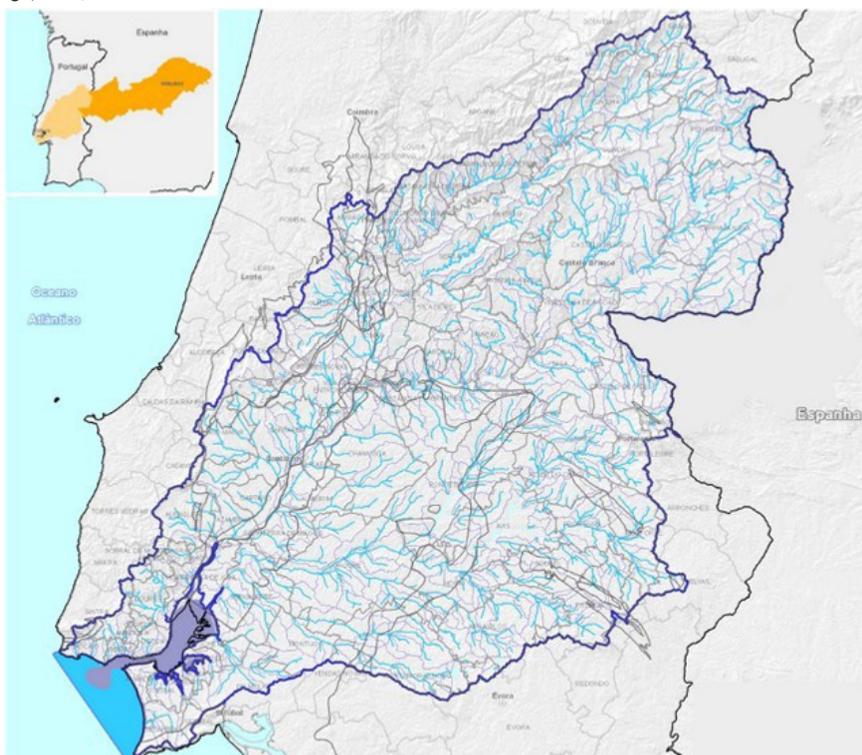
2015) e o 2º ciclo de planeamento e gestão (2016-2021), incidindo esta análise na bacia hidrográfica do Tejo, por ser o território comum.

O caso de estudo, no quadro do direito internacional por ser um rio ibérico, teve de ser articulado com o planeamento e gestão dos recursos hídricos de Espanha, destacando-se a “Convenção sobre Cooperação para o Aproveitamento Sustentável das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas”, designada por Convenção de Albufeira, que define as normas para a proteção e a sustentabilidade das águas transfronteiriças (APA, 2016).

## 2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TEJO

A bacia hidrográfica (BH) do rio Tejo é uma região hidrográfica internacional com uma área total de cerca de 81 400 km<sup>2</sup>, em que aproximadamente 30% se situa em território português. Em Portugal, esta bacia é limitada pelo território espanhol a Este. Na Figura 2 apresenta-se a bacia hidrográfica do rio Tejo.

Figura 2 – Localização da bacia hidrográfica do rio Tejo (limite assinalado a azul mais escuro). Fonte: (adaptado de Biodesign, 2012).



A BH do rio Tejo, de forma alongada, ocupa entre os rios peninsulares, o primeiro lugar em área e o terceiro em extensão do seu curso de água principal. O rio Tejo nasce

na serra de Albarracín (Montes Universais), em Espanha, a cerca de 1 600 m de altitude e apresenta um comprimento de 1 100 km, dos quais 230 km em Portugal e 43 km de troço internacional, definido desde a foz do rio Erges, afluente da margem direita do Tejo, até à foz do rio Sever, na margem esquerda.

Em território nacional, os principais afluentes do rio Tejo são o rio Sorraia, na margem esquerda e o rio Zêzere, na margem direita. Os grandes afluentes do rio Tejo na margem direita, Erges, Aravil, Pônsul, Ocreza e Zêzere, drenam a zona do Maciço Hespérico, acidentada, montanhosa e com pluviosidade relativamente elevada, se for excluída a área oriental da Beira Baixa. Estes rios possuem uma significativa expressão, tanto em extensão como em área drenada, formando vales encaixados, transversais ao curso do rio principal.

Na margem esquerda, a estrutura hidrográfica da bacia é bastante diferente. Apenas têm algum relevo os cursos transversais ao rio Tejo, Sever e ribeira de Nisa, que drenam formações antigas, do ponto vista geológico, logo no troço de entrada do rio Tejo em Portugal. Mais para jusante, apenas algumas pequenas ribeiras drenam de Sul para Norte, confluindo depois com o rio Tejo. O remanescente corresponde, no essencial, à bacia hidrográfica do rio Sorraia, com uma orientação quase paralela à do rio Tejo.

Tratando-se de uma região hidrográfica (RH5) demasiado heterogénea foi dividida em unidades mais homogéneas, tendo sido consideradas várias sub-bacias, que integram as principais linhas de água afluentes ao Tejo e as bacias hidrográficas associadas a pequenas linhas de água que drenam diretamente para o Oceano Atlântico (DHV et al., 2011; APA, 2016).

O clima é do tipo temperado mediterrâneo, em que a temperatura média anual varia entre 7,4°C (zonas mais a Norte e a maior altitude) e 16,9°C (zona do estuário). A precipitação média anual situa-se entre 2 744 mm (na zona Norte da região e a uma altitude superior a 1 300 m) e 524 mm (zona costeira).

A RH5 reúne um número bastante diversificado de habitats, incluindo locais com elevada riqueza e diversidade faunística e florística e onde ocorrem espécies com considerável valor conservacionista. De realçar a importância do estuário do Tejo, com uma área aproximada de 320 km<sup>2</sup>, que desempenha um papel ecológico fundamental, dada a elevada produtividade e diversidade biológica e paisagística (DHV, 2011).

### **3 PLANOS DE GESTÃO DE REGIÃO HIDROGRÁFICA (RH5) – CICLOS DE PALNEAMENTO**

O PGRH tem a natureza jurídica de plano setorial, de concretização e programação das obrigações da política nacional e comunitária de ambiente no domínio dos recursos

hídricos, e é um instrumento de planeamento que visa a gestão, a proteção e a valorização ambiental, social e económica da água, ao nível da região hidrográfica, propondo-se assim, alcançar os objetivos da LA.

Esta tipologia de Plano, enquanto instrumento de planeamento dos recursos hídricos, estabelece o enquadramento para a gestão das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas e tem, à escala das massas de água (MA), efeitos diretos sobre as atividades e usos sustentáveis da água, disponibilizando um conjunto de medidas concretas e orientadas para a eficaz gestão dos recursos hídricos, identificando as intervenções a realizar mas, sobretudo, os procedimentos necessários para a sua concretização e que incluem, para além das atividades de planeamento, as de licenciamento e de fiscalização das utilizações dos recursos hídricos.

A monitorização das MA, através das redes de quantidade e qualidade, constitui uma base essencial para a gestão da água e um aspecto determinante para a proteção e gestão dos ecossistemas, num quadro de valorização dos recursos hídricos (Antunes *et al.*, 2011).

O 1º ciclo de planeamento (aprovado pela RCM nº16-F/2013, de 22 de março) refere-se ao período entre 2009-2015 e visa proteger e recuperar todas as MA de superfície, de modo a que até 2015 se encontrassem em “bom estado ecológico” ou “bom potencial ecológico” e “bom estado químico”, e no caso das águas subterrâneas em “bom estado químico e quantitativo”.

As Questões Críticas do Plano foram articuladas com os objetivos gerais e ambientais para as águas superficiais, as águas subterrâneas e as zonas protegidas, estabelecidos no âmbito da DQA/LA, e com as questões significativas da gestão da água – QSiGA (ARH Tejo, 2009), tendo dado origem as Questões Estratégicas (QE) do PGRH. Estas QE constituem os desígnios de natureza estratégica para gestão dos recursos hídricos na RH5, com vista a minimizar os condicionalismos identificados, de forma a dar cumprimento às orientações estratégicas e à prossecução dos princípios de planeamento dos recursos hídricos nas várias vertentes. Neste contexto foram estabelecidas as seguintes QE do PGRH Tejo: Melhorar, proteger e recuperar o “bom estado” das MA; Evitar a degradação, protegendo e melhorando o estado dos ecossistemas aquáticos, terrestres e zonas húmidas diretamente associadas; Assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de boa qualidade e promover a sua utilização sustentável; Reduzir e minimizar os riscos de poluição dos meios hídricos; Prevenir e mitigar os efeitos adversos decorrentes dos riscos naturais e tecnológicos; Proteger, valorizar e reabilitar os sistemas fluviais, estuarinos e costeiros (Biodesign; 2012).

Em 2013 foi reconhecida a necessidade de revisão dos PGRH, correspondendo o 2º ciclo de planeamento, em vigor no período 2016-2021, à atualização e revisão necessárias.

O documento elaborado em 2012 pela Comissão Europeia, em resultado da avaliação dos PGRH desenvolvidos pelos Estados Membros durante o 1º ciclo de planeamento (“*Blueprint to Safeguard Europe’s Water*”), constitui a base da política da água da União Europeia até 2020 e de desenvolvimento dos planos do 2º ciclo de planeamento, no âmbito da DQA/LA.

No 2º ciclo atualizou-se a caracterização da RH5 ao nível da delimitação das MA (superficiais e subterrâneas), zonas protegidas, pressões significativas, avaliação das MA, disponibilidades e necessidades de água. As QSiGA (APA, 2014) foram essenciais para a definição das medidas necessárias para se alcançarem os objetivos ambientais para se atingir o bom estado ou bom potencial das massas de água, para 2021 e 2027.

Na elaboração do 2º ciclo do PGRH Tejo, além do intercâmbio de informação entre Portugal e Espanha (plataforma CIRCAB, criada para partilha de dados), também foram realizadas reuniões bilaterais entre as entidades Portuguesas e Espanholas, tais como sessões públicas conjuntas, acordado no âmbito da XXVI Declaração Conjunta da Cimeira Luso-Espanhola.

Simultaneamente ao 2º ciclo de planeamento foi elaborado o Plano de Gestão dos Riscos de Inundação (PGRI) e respetiva AAE. Note-se que o PGRI é um plano de 1º ciclo (Decreto-Lei nº115/2010, de 22 de outubro) e que a escala territorial é bastante diferente do PGRH, abrangendo apenas áreas específicas, de incidência local, que correspondem a zonas críticas de inundação identificadas na RH5.

Na Tabela 1 apresentam-se os objetivos estratégicos definidos no âmbito do 1º e 2º ciclos de planeamento e respetivas áreas temáticas.

Tabela 1 – Objetivos estratégicos e área temática no 1º e 2º ciclos de planeamento.

Objetivo estratégico	Área temática	
	1º ciclo	2º ciclo
Adequar a Administração Pública na gestão da água	Quadro institucional e normativo	Governança
Atingir e manter o Bom Estado/Potencial das MA	Qualidade da água	Qualidade da água
Assegurar as disponibilidades de água para as utilizações atuais e futuras	Quantidade da água	Quantidade da água
Assegurar o conhecimento atualizado dos recursos hídricos	Monitorização, investigação e conhecimento	Investigação e conhecimento
Promover uma gestão eficaz e eficiente dos riscos associados à água	Gestão de riscos e valorização do Domínio Hídrico	Gestão de riscos

Objetivo estratégico	Área temática	
	1º ciclo	2º ciclo
Promover a sustentabilidade económica da gestão da água	Quadro económico e financeiro	Quadro económico e financeiro
Sensibilizar a sociedade portuguesa para uma participação ativa na política da água	Comunicação e governança	Comunicação e sensibilização
Assegurar a compatibilização da política da água com as políticas setoriais		Governança
Posicionar Portugal no contexto luso-espanhol		Governança

Fonte: APA (2016).

Da análise do Quadro 1 verifica-se que, embora os objetivos estratégicos coincidam, é de salientar que no 2º ciclo de planeamento são indicados dois novos objetivos na área temática da Governança, nomeadamente o de assegurar a compatibilização da política da água com as políticas setoriais e o de posicionar Portugal no contexto luso-espanhol.

Considera-se que a definição de objetivos é uma etapa fundamental no processo de planeamento, pois confere ao Plano um cariz de objetividade, nomeadamente ao estabelecer as metas e os prazos para os atingir. Os objetivos definidos para os PGRH foram delineados com base na análise integrada dos vários instrumentos de planeamento relevantes para os recursos hídricos.

#### 4 AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA DO PGRH TEJO

A AAE com o objetivo principal de apoiar o processo de decisão subjacente à elaboração do Plano, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da RH5, desenvolve-se, em quatro fases, em contínua articulação com as várias etapas de realização do Plano, conforme apresentado na Figura 1 e descrito em seguida.

A Fase 1 decorre em simultâneo com a caracterização e diagnóstico do PGRH, e resulta no Relatório de Definição de Âmbito (RDA) que é sujeito a parecer das Entidades com Responsabilidades Ambientais (ERAE). Esta fase incide numa focagem ao objeto de avaliação, tendo em conta o seu âmbito espacial e temporal, mediante a identificação dos Fatores Críticos de Decisão (FCD) que constituem os temas relevantes a serem abordados no âmbito da AAE, e que estruturam e objetivam a análise e a avaliação dos efeitos ambientais de natureza estratégica do Plano, servindo de base à tomada de decisão.

Da avaliação integrada do Quadro de Referência Estratégico (QRE), das Questões Estratégicas (QE) do Plano e dos Fatores Ambientais (FA) estabelecidos pela legislação resultam os FCD, focando-se o presente artigo no FCD Recursos Hídricos.

No 1º ciclo de planeamento foram identificados os FCD, nomeadamente, Governança e Coesão; Recursos Hídricos; Ordenamento do Território; Sustentabilidade Socioeconómica; Património Cultural e Imaterial; Biodiversidade e Conservação da Natureza; Vulnerabilidade e Riscos (Biodesign, 2012). No 2º ciclo de planeamento os FCD identificados são semelhantes aos do 1º ciclo, por vezes com uma organização e designação diferentes: Recursos Naturais e Culturais, em que a biodiversidade, o solo e os recursos patrimoniais e culturais são considerados os vetores mais relevantes; Recursos Hídricos; Desenvolvimento Territorial e Sustentabilidade Económica; Riscos e Vulnerabilidades; Governança (APA, 2016b).

No 1º ciclo e no âmbito do FCD Recursos Hídricos pretende-se avaliar o modelo de gestão sustentável dos recursos hídricos, preconizado no PGRH, no que se refere à quantidade e qualidade das MA, visando a proteção e valorização do estado das MA superficiais e subterrâneas e zonas protegidas; o uso eficiente dos recursos, mediante a sua gestão integrada; a correta afetação dos recursos às atividades humanas; a salvaguarda dos recursos hídricos, mediante a sua correta monitorização do estado das MA e zonas protegidas; o condicionamento das pressões e impactes da atividade humana no estado das MA e a definição de programas de medidas que possibilitem a prossecução dos objetivos ambientais, com especial relevância para as “zonas protegidas”.

No 2º ciclo e no mesmo âmbito, FCD Recursos Hídricos, pretende-se avaliar as opções estratégicas e programas de medidas do PGRH em matéria de gestão sustentável dos recursos hídricos ao nível da bacia hidrográfica. A proteção dos recursos hídricos, no que respeita à sua qualidade e quantidade, é novamente o objetivo fundamental do PGRH. A gestão dos recursos hídricos tem que ter em consideração a necessidade de minimizar os riscos associados, nomeadamente o risco de inundações e o de secas.

Da análise da matriz de convergência entre os FA e os FCD constatou-se que, o FCD Recursos Hídricos apresenta uma relação transversal com praticamente todos os FA e que o FA Água apresenta total convergência com os vários FCD.

No FCD Recursos Hídricos integram-se as questões relacionadas com a gestão sustentável da água, enquanto recurso fundamental a preservar, com a garantia da qualidade e das disponibilidades face às necessidades para satisfazer os principais usos, com diminuição dos riscos associados.

Neste FCD são definidos objetivos e critérios de avaliação, que permitem a focagem temática, objetivos de sustentabilidade, que representam os propósitos associados a cada uma das temáticas definidas, e os indicadores de avaliação do PGRH que permitem estabelecer o âmbito e o alcance da avaliação. Os indicadores estabelecidos para cada critério, visam quantificar, qualificar e avaliar os efeitos significativos para o ambiente

e para o território, decorrentes da implementação do PGRH, e a monitorização dos respetivos efeitos ambientais (seguimento do Plano). Para cada indicador é indicado em que momento se prevê a sua aplicação, isto é, se ao planeamento e gestão (durante a elaboração do PGRH) e/ou ao seguimento do Plano, a periodicidade e as fontes de informação para a obtenção de dados que permitam o respetivo cálculo.

A Avaliação Estratégica de Impactes (Fase 2) ocorre em simultâneo com o exercício de cenarização e de elaboração do programa de medidas do Plano, da qual resulta o Relatório Ambiental Preliminar (RAP). Em ambos os ciclos de planeamento os cenários prospetivos definidos estão associados a possíveis dinâmicas e evoluções para os diferentes setores económicos, centrando-se essencialmente na questão das pressões sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica.

Considerando os cenários prospetivos definidos efetuou-se uma análise de Oportunidades e Riscos. Por forma a operacionalizar esta análise e atendendo aos critérios estabelecidos, foram analisadas as medidas contempladas no Programa de Medidas do PGRH. Estas apresentam de uma forma geral uma relação forte com os referidos critérios, gerando uma relação de oportunidade pois, numa abordagem abrangente e integrada, todas elas contribuem para promover a gestão sustentável e garantir o bom estado das MA. O programa de medidas do PGRH também contribui de forma positiva para a proteção da saúde humana, ao prever medidas de controlo e monitorização de origens de água atingidos por problemas de qualidade.

No programa de medidas o 2º ciclo de planeamento integra as preocupações de gestão transfronteiriça, através da medida “Definir mecanismos de acompanhamento da implementação das medidas nas bacias internacionais”, prevendo a promoção do acompanhamento regular na implementação das medidas, dos programas de monitorização, das pressões e do regime de caudais, no âmbito da Comissão para a Aplicação e o Desenvolvimento da Convenção de Albufeira - CADC (APA, 2016b).

Os dois ciclos de planeamento em análise estão fortemente ligados pela concordância de objetivos, estabelecendo-se em ambos um conjunto de medidas com o objetivo primordial de alcançar o bom estado das massas de água superficiais e subterrâneas existentes na bacia hidrográfica do rio Tejo, através da gestão sustentável dos recursos hídricos. Constituem oportunidade para poupança dos custos globais da água, conseguidos quer pela via da promoção da qualidade, quer pela via do uso mais eficiente dos recursos hídricos, tendo assim efeitos positivos a longo prazo, a vários níveis na gestão da água.

Verifica-se ainda que existe uma elevada compatibilidade entre os objetivos de avaliação da AAE e os objetivos do PGRH, revelando convergência de preocupações

nestes dois instrumentos. Ao nível dos Recursos Hídricos os objetivos de avaliação definidos na AAE relacionados com evitar e limitar as descargas de poluentes e alcançar o bom estado das massas de água e, evitar a sua deterioração apresentam fortes contributos positivos das medidas do Plano, como seria de esperar, face à elevada compatibilização entre estes.

A Definição de Programa de Seguimento (Fase 3) decorre em simultâneo com a elaboração do sistema de promoção, acompanhamento, controlo e avaliação do Plano e da qual resulta o Relatório Ambiental (RA) e o Resumo Não Técnico, para Consulta Pública. O Programa de Seguimento da AAE privilegia o acompanhamento do ciclo de planeamento e a programação e a definição de mecanismos necessários à observação do desempenho dos envolvidos no acompanhamento da implementação do PGRH, o que reforça a complementaridade existente entre o PGRH e a AAE. No âmbito da AAE a definição dos indicadores para o seguimento e monitorização do Plano apresenta, também, forte complementaridade com a definição de indicadores de desempenho do próprio Plano.

A última fase da AAE compreende o período de Consulta Pública e culmina com a ponderação, aprovação e publicação do Plano e emissão da Declaração Ambiental.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A AAE, elaborada em contínua articulação com o desenvolvimento do PGRH, é um instrumento fundamental no apoio ao processo de decisão subjacente à elaboração deste, contribuindo para a gestão dos recursos hídricos e conseqüentemente, para o desenvolvimento sustentável da região hidrográfica.

Relativamente à compatibilidade entre os objetivos da AAE e os do PGRH é interessante salientar que, em ambos os ciclos de planeamento, existe uma grande partilha de objetivos e orientações entre estes dois processos. Os PGRH são planos fortemente orientados pela necessidade de proteger e gerir os recursos hídricos de forma sustentada e, como tal, incluem orientações de cariz ambiental, que convergem para as questões consideradas em processos de Avaliação Ambiental.

O processo integrado, contínuo e sistemático de avaliação da sustentabilidade ambiental, de identificação e de avaliação de eventuais efeitos significativos no ambiente, resultantes da aplicação do Plano analisadas no âmbito da AAE é essencial para a integração das considerações ambientais nas diversas fases de preparação do PGRH.

Os dois ciclos de planeamento estão fortemente ligados pela concordância de objetivos, estabelecendo-se em ambos um conjunto de medidas com o objetivo

primordial de alcançar o bom estado das massas de água superficiais e subterrâneas existentes na BH do Tejo, através da gestão sustentável dos recursos hídricos. O 1º ciclo de planeamento e a concretização do 2º ciclo constituem oportunidade para poupança dos custos globais da água, conseguidos quer pela via da promoção da qualidade, quer pela via do uso mais eficiente dos recursos hídricos, tendo assim efeitos positivos a longo prazo, a vários níveis na gestão da água.

Em ambos os ciclos os objetivos estratégicos coincidem, no entanto, é de salientar que no 2º ciclo são indicados dois novos objetivos na área temática da Governança, nomeadamente o de assegurar a compatibilização da política da água com as políticas sectoriais e o de posicionar Portugal no contexto luso-espanhol.

No 1º e 2º ciclos os FCD identificados embora semelhantes, apresentam, por vezes, uma organização e designação diferentes. O FCD Recursos Hídricos continua a apresentar uma relação transversal com praticamente todos os FA e o FA Água total convergência com os vários FCD. Nos dois ciclos, o recurso água, pela sua importância a diferentes níveis assume-se como fundamental, quer no PGRH quer na correspondente AAE.

Os contributos da AAE na gestão dos recursos hídricos são notórios, nomeadamente a criação de responsabilidades colectivas nessa gestão, através da participação pública, que incentiva o debate dos problemas e a procura de soluções para a região. Da avaliação comparativa entre o 1º (2009-2015) e o 2º ciclo de planeamento (2016-2021) reconhecem-se mais valias do 1º para o 2º ciclo, nomeadamente uniformização de metodologias nas várias fases do processo, ajustes no programa de medidas e na seleção dos principais indicadores, resultado do conhecimento e da experiência adquiridos durante o 1º ciclo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, C.; CANCELA, J.; ADELINO, A. e SILVERIO, R. **Contribuições de Avaliação Ambiental na Gestão dos Recursos Hídricos. Região Hidrográfica do Tejo**. 11º Congresso da Água, Porto, APRH, 2011. 13 p.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA). **Questões Significativas da Gestão da Água (QSiGA) – Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5). Participação Pública**, 2014. 138 p.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA). **Avaliação Ambiental Estratégica. Relatório Ambiental do Plano de Gestão da Região Hidrográfica e do Plano de Gestão dos Riscos de Inundação do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5)**, 2016. 127 p.

BIODESIGN. **Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Lote 5 – Parte Complementar. Relatório Ambiental**. ARH Tejo, 2012. 653 p.

Decreto-Lei 232/2007, de 15 de junho. Diário da República n.º 114, 1ª Série – A. Assembleia da República. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro. Diário da República n.º 206/2010, Série I. Assembleia da República. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 58/2011, de 4 de maio. Diário da República n.º 86/2011, Série I. Assembleia da República. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho. Diário da República n.º 120/2012, Série I. Assembleia da República. Lisboa.

DHV; HIDROPROJECTO; LNEC; IPIMAR. **Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Relatório Técnico. Parte 2. Caracterização e Diagnóstico da Região Hidrográfica.** ARH Tejo, 2011. 376 p.

Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000. Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 327/1 - L 327/71.

INSTITUTO DA ÁGUA (INAG). **Questões Significativas da Gestão da Água – Região Hidrográfica do Tejo.** ARH Tejo, Lisboa, 2009.

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. Diário da República n.º 249/05 – I Série – A. Assembleia da República. Lisboa.

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de Boas Práticas para Avaliação Ambiental Estratégica.** Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, 2007. 63 p.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**ARISTON DA SILVA MELO JÚNIOR** - GRADUADO em Engenharia agrícola e civil pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP; com PÓS-DOUTORADO no estudo de sinterização e obtenção de compósitos de terras raras em células à combustível pelo Centro de Ciências de Tecnologia de Materiais (CCTM) e PÓS-DOUTORADO no estudo da poluição atmosférica e a contribuição dos gases de efeito estufa (GEE) no impacto ambiental pelo Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) ambos realizados no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) da Universidade de São Paulo - USP. MESTRE em Engenharia de Recursos Hídricos - Água e Solos no estudo da relação e interferência dos parâmetros ecofisiológicos de macrófitas na depuração de esgoto doméstico na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da UNICAMP. DOUTOR em Engenharia de Recursos Hídricos e Energéticos estudando a relação e presença de metais pesados dispersos na atmosfera através da coleta de material particulado PM10 e análise pelas técnicas de reflexão total por raios X e microfluorescência com uso de radiação síncrotron aplicadas às análises pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP. Possui mais de 45 artigos publicados com temática no uso da engenharia e tecnológicas de ponta e alternativas para estudo dos processos de tratamentos de resíduos líquidos, gasosos e sólidos. Autor de 5 livros técnicos e de 2 capítulos de livros na área de engenharia civil e sanitária. Membro da Associação de Engenheiros da SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo) atuou como avaliador e examinador na IBFCRL para concursos públicos na área de engenharia civil e agronomia, além de participar em bancas de mestrado e de concursos na UNICAMP e no IFSP. Adepto do ensino continuado realizou mais de 102 cursos de aperfeiçoamento no ensino superior pela Universidade Federal do Ceará, pela Universidade Estadual do Maranhão e outras IES. Possui mais de 10 anos no ensino superior na Universidade Paulista (UNIP); Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU); Universidade Braz Cubas e FATEC-SP. Sendo professor nos cursos de Engenharia: Civil; Sanitária e Ambiental; Elétrica; Mecânica; além dos cursos de tecnologia de edifícios; gestão ambiental e arquitetura e urbanismo. Foi coordenador geral do curso de engenharia civil na FMU durante a gestão de 2015-2016. Tem como linha de pesquisa o estudo contínuo de novas tecnologias de tratamento de resíduos sólidos e líquidos para depuração e conservação do meio ambiente, atuando como pesquisador colaborador na USP e UNICAMP.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/0010807076892082>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Avaliação ambiental 1, 2, 3, 8, 11, 12, 13

### C

Contaminação 21, 22, 26, 51

### D

Descarbonização 36, 37

### E

Ecologia 50, 91, 94

EDAR 78, 81, 84, 86, 87, 88, 89

Engenharia 14, 21, 23, 34, 36, 50, 64, 93, 98, 108

Envolvimento dos cidadãos 15

Escassez de água 36, 53

Esgoto 21, 26, 28, 29, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 64, 91, 92, 93, 95, 98, 100, 107

Estado químico 6, 78, 79, 83

Estado y potencial ecológico 78

Experimental study 65

### G

Gestão 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

### M

Meio ambiente 50, 51, 52, 63, 91, 108

### N

Natureza em Zonas Urbanas 36

Normas de calidad ambiental 78, 80, 81, 83, 84, 86, 89

### P

Pegada Hídrica 14, 15, 16, 17, 18, 19

Planeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Poupança de Água 15, 17, 19

## R

Recursos hídricos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 20, 50, 51, 91

Redutores de Caudal 14, 15, 19

Reuso 21, 30, 34, 53, 54, 63, 91, 94, 107

## S

Saneamento 15, 21, 23, 35, 50, 51, 52, 58, 64, 92

## T

Tejo 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13

Tratamento 17, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 107, 108

Turbulent flow 65, 66, 68, 70, 73, 76, 77

## V

Vegetated corridor 65, 66, 71

Vertido 78, 85, 86, 87, 88, 89