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

2022 *by Editora Artemis*
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2022 Os autores
Copyright da Edição © 2022 Editora Artemis

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.

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

Conselho Editorial

Prof.ª Dr.ª Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.ª Dr.ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.ª Dr.ª Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.ª Dr.ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.ª Dr.ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuat*o, México
Prof.ª Dr.ª Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof.ª Dr.ª 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.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.ª Dr.ª Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
Prof.ª Dr.ª 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

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

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 Politécnido 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 Lívia 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

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª 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.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª 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

EDITORA ARTEMIS
2022

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

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 politica 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 cientifico, 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 continuo respeito a nosso lar – planeta Terra.

Nesse sentimento que a organização dessa obra propõe uma leitura critica 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!

Ariston da Silva Melo Júnior

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 ..... **1**

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. CONTRIBUTOS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Carla Maria Rolo Antunes

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

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

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

CAPÍTULO 5 ..... **50**

MONITORAMENTO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO

Ariston da Silva Melo Júnior
Kleber Aristides Ribeiro
Abrão Chiaranda Merij

https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226755

CAPÍTULO 6 ..... **65**

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

https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226756

CAPÍTULO 7 ..... **78**

HACIA EL BUEN ESTADO QUÍMICO DE NUESTRAS AGUAS CONTINENTALES: ¿SÓLO LAS EDAR SON RESPONSABLES DEL MISMO?

Rafael Marín Galvín

https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226757

CAPÍTULO 8 ..... **91**

EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM SISTEMA DE ALAGADOS CONSTRUIDO

Ariston da Silva Melo Júnior
Kleber Aristides Ribeiro
Leonardo Gerardini

https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226758

SOBRE O ORGANIZADOR **109**

ÍNDICE REMISSIVO **110**

CAPÍTULO 2

USO EFICIENTE DA ÁGUA EM LISBOA -CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA

Data de submissão: 20/05/2022
Data de aceite: 10/06/2022

Manuela Moreira da Silva
Universidade do Algarve
Instituto Superior de Engenharia
Faro – Portugal
CIMA; CEiiA
https://orcid.org/0000-0002-3331-8280

Leandro Muller
Universidade do Algarve
Instituto Superior de Engenharia
Faro – Portugal

Susana Neto
Universidade de Lisboa
Portugal
CERIS
University of Western Australia
https://orcid.org/0000-0001-5231-8633

Carla Pimentel Rodrigues
Universidade de Aveiro
Departamento Engenharia Civil
Aveiro – Portugal
ANQIP
https://orcid.org/0000-0002-2488-3202

Armando Silva Afonso
Universidade de Aveiro
Departamento Engenharia Civil
Aveiro – Portugal
ANQIP
https://orcid.org/0000-0002-1896-0128

RESUMO: A migração da população para as áreas urbanas, e os atuais padrões de vida, têm levado a grandes consumos de água nas cidades, para os usos mais diversos. Para além da utilização de novas origens de água, o seu uso eficiente é imperativo, e o cidadão comum deve ser consciencializado da importância das suas ações diárias. O conceito da Pegada Hídrica pode servir de instrumento para mostrar às pessoas a quantidade de água que utilizam no seu dia a dia de forma pouco eficiente. Os mais jovens, atraídos pelas novas tecnologias de informação e comunicação, estarão fortemente recetivos à sua utilização, neste caso, para o cálculo da sua Pegada Hídrica. Sob a liderança da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH) e em colaboração com outras entidades do sector, o Projeto ECH2O - ÁGUA tem procurado contribuir para o uso eficiente da água na zona de Lisboa, utilizando uma Comunidade Experimental, envolvendo atores de várias faixas etárias e profissões, em escolas, lares de idosos e residências habitacionais. Foram instalados dispositivos redutores de caudal que permitiram reduções médias de 29 % nos autoclismos, 44 % nos chuveiros e 45 % nas torneiras. Foi desenvolvido e disponibilizado um *website* responsivo para o cálculo da Pegada Hídrica, para funcionar como ferramenta de alerta para os desperdícios de água e para a necessidade do seu uso eficiente.A APRH, no âmbito da sua missão, tem feito várias sessões públicas de

divulgação do ECH2O – ÁGUA e dos resultados já alcançados, com formatos diversos ajustados ao público alvo.
PALAVRAS-CHAVE: Poupança de Água. Redutores de Caudal. Pegada Hídrica. Envolvimento dos cidadãos.

EFFICIENT USE OF WATER IN LISBON - WATER FOOTPRINT CALCULATION

ABSTRACT: The migration of people to cities and current lifestyles have resulted in large amounts of water being consumed in urban centers for a variety of uses. In addition to using new water sources, efficient water use is essential, and common people must be fully informed of the importance of their daily behaviors. The Water Footprint concept can be used as a tool to demonstrate to people how much water they waste in their ordinary routine. Young people, who are attracted to new information and communication technologies, will be enthusiastic about using them to calculate their Water Footprint. The ECH2O - ÁGUA Project has sought to contribute to the efficient use of water in the Lisbon area, using an Experimental Community, involving actors from various age groups and occupations, in schools, senior centers, and private homes, under the leadership of the Portuguese Association of Water Resources (APRH) and in collaboration with other entities in the water sector. The installation of flow-reducing devices resulted in average reductions of 29% in toilet discharges, 44% in showers, and 45% in taps. A responsive website was developed and made available for the calculation of the Water Footprint, to act as an alert tool for water waste and the need for its efficient use. APRH, within the scope of its mission, has held several public sessions to disseminate of ECH2O – ÁGUA and the results already achieved, with different formats adjusted to the target audience. APRH has organized various public sessions to promote ECH2O – ÁGUA and the outcomes that have already been achieved, using different approaches adapted to the target audience.
KEYWORDS: Water Saving. Flow Reducers. Water Footprint. People Engagement.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico sentido no último século, as atividades antrópicas associadas ao desenvolvimento socioeconómico e as alterações climáticas, têm vindo a alterar os ciclos hidrológicos e a biodiversidade (Liu, & Yang, 2016; Lin *et al*., 2019). A procura global de água tem crescido à taxa de 1 % por ano, prevendo-se que continue a crescer nas próximas duas décadas (UN, 2018). As cidades são particularmente vulneráveis, por concentrarem infraestruturas e serviços, e a população mundial j mais urbana. Esta tendência tende a acentuar-se, prevendo-se que em 2050 cerca de 66% das pessoas estejam a viver nas cidades (Bocquier, 2014). Nos países mais desenvolvidos, onde a distribuição de água potável e o saneamento já estão na generalidade disponíveis para todos os cidadãos, o uso eficiente da água é enfrentado como um desafio atual, que carece do envolvimento de todos os stakeholders (Fraga *et al*., 2018; Lopes *et al*.,

2012). Este envolvimento só é possível através da educação, que deve ser acessível a todos os cidadãos. A educação é um elemento indispensável para a prosperidade, é uma das três principais dimensões de Índice de Desenvolvimento Humano. Tem a capacidade de fornecer às pessoas habilidades, conhecimentos e a compreensão do mundo que as rodeia (UNDP, 2013; Venckute, *et al.*, 2017). O ciclo urbano da água em Portugal representa 46% das despesas com a água (ERSAR, 2006), e as preocupações com uso eficiente da água em áreas urbanas, têm sido muito centradas nas perdas, e portanto essencialmente trabalhadas com as entidades gestoras em baixa (Pinto & Braz, 2015; Sardinha et al., 2017; Lima et al., 2011). No que se refere aos usos de água no edificado, a água que se desperdiça é responsabilidade dos respetivos proprietários ou dos gestores dos edifícios. Em termos de usos domésticos, dentro das habitações, os consumos principais estão relacionados com os banhos (de imersão e duches) e com as descargas de autoclismos, existindo valores muito diversos. No domínio da eficiência hídrica nos edifícios a questão que se levanta não é apenas a de reduzir a quantidade de água utilizada, existindo limites mínimos condicionados pelo conforto e saúde dos consumidores. As medidas técnicas de redução são conseguidas com a instalação e/ou a manutenção de dispositivos que possibilitam aos seus usuários qualidade e volumes de água compatíveis com as suas necessidades (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017; APA, 2012).

O conceito de Pegada Hídrica (PH) foi criado por Hoekstra em 2002 e revisto por Ercin & Hoekstra (2012), como o volume total de água doce consumida, e poluída direta ou indiretamente, associada a produtores ou consumidores (Muratoglu, 2019)human health and natural ecosystem are estimated to increase in the future, due to unconscious use and overutilization of water resources. Water footprint assessment studies at basin level are very important and provide a key role for sustainable development of freshwater resources especially in arid and semi-arid regions. However, comprehensive studies on water footprint assessment of river basins are quite limited due to requirement of wide-range of statistical data. The main scope of this study is to analyze the blue and green water footprint of Upper Tigris River Basin (UTRB, Turkey. Este conceito de PH deve ser calculado de forma bem contextualizada, incluindo localização geográfica, objetivos, e respetivos limites, de modo a ser bem interpretada (Harding, 2019). Se assim for, o cálculo da PH de cada indivíduo pode ser um instrumento educacional na sua motivação para o uso eficiente da água, quer diretamente nas suas ações diárias que carecem de água, quer nos seus hábitos de consumo, alimentação, vestuário, materiais didáticos, etc. (Venckute *et al*., 2017).

2 METODOLOGIA

O projeto ECH$_2$O-ÁGUA iniciou-se no final de 2018 e foi desenvolvido pela APRH na região de Lisboa, para promover uma maior consciência crítica sobre os diversos usos da água e da necessidade da sua poupança, em diversos contextos. Mobilizou-se um conjunto de organizações que funcionaram como Comunidades Experimentais, e através de ações de divulgação e de sensibilização, forneceu-se informação e opções técnicas para a diminuição dos consumos de água nos diferentes tipos de edifícios. Inicialmente, foram disponibilizados inquéritos *online* para cálculo da PH, no *website* do ECH2O – ÁGUA, e no final de 2019 criou-se um *website* responsivo, incluindo a PH – Consumo Direto e a PH – Consumo Indireto. Promoveu-se o uso eficiente da água em ambiente escolar, residencial e profissional, mostrando às pessoas a importância das suas ações diárias nos consumos globais. Foram realizadas várias palestras com a mensagem formatada para os diversos públicos alvo, e distribuiram-se materiais de divulgação. Instalaram-se dispositivos redutores de caudais, certificados pela ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais), em torneiras, chuveiros e autoclismos, demonstrando no momento a poupança de água em cada equipamento. Criaram-se modelos para recolha de informação sobre a caracterização dos consumos em cada Comunidade Experimental, para tratamento estatístico posterior. Calculou-se a redução média de caudal por tipo de equipamento em cada Comunidade Experimental, e quando possível,o volume de água poupada diária e mensalmente.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos inquéritos preenchidos *online* e considerados válidos, demonstrou que em média a PH - Consumo Direto corresponde a 216 (±92) L (Tabela 1.), enquanto que os consumos de água diários indiretos, são cerca de dez vezes superiores e apresentam uma grande variação de pessoa para pessoa, correspondendo a uma PH - Consumo Indireto média de 2 380 (± 1 047) L.

Tabela 1. Resultados experimentais obtidos no cálculo da Pegada Hídrica.

Consumo Direto Usos Domésticos Diários	**Média ± Desvio Padrão (L)**
Duche	87±72
Autoclismos	53±44
Lavagem de loiça	34±29
Lavagem de roupa	23±15
Lavagem dos dentes	14±6
Lavagem das mãos	5±5

Pegada Hídrica - Consumo Direto	**= 216± 92**
Consumo Indireto	
Alimentação	2 258±1 004
Vestuário	98±78
Estudos	25±33
Pegada Hídrica – Consumo Indireto	**= 2 380±1 047**

Nas Comunidades Experimentais em que houve a possibilidade de se contabilizar o número de utilizações de chuveiros e de torneiras, calculou-se o volume de água poupado, de acordo com o que se apresenta na Tabela 2, sendo que nos casos das escolas apenas se consideraram os consumos nos dias úteis e nos meses com atividade letiva normal. Nas Comunidades Experimentais em que se instalaram dispositivos redutores de volume para descarga dos autoclismos, que não correspondem a ambientes escolares, mas a dois centros sociais e um centro de educação ambiental, considerou-se que cada residente (funcionário e utentes) utilizam em média 2 vezes por dia os autoclismos, portanto existem pelo menos essas utilizações diárias.

Tabela 2. Impacte da instalação dos dispositivos no volume de água consumida em algumas Comunidades Experimentais.

Comunidade Experimental	**Caudal Médio (L/min)**		**Utilizações Diárias x Tempo**	**Volume de Água Poupado/ Dia (L)**	**Volume de Água Poupado/ Mês (L)***
	Antes da Instalação	**Após Instalação**			
Centro Paroquial Padre Abílio Mendes - Barreiro	**Chuveiros**: 15 **Torneiras**: 10	8 6	16 x 6 min 43 x10 s	672 29	20 160 870
Escola Básica e Jardim de Infância Lumiar	**Torneiras:** 7	4	36 x 9 s	16	352
Escola Secundária de Santo André - Barreiro	**Torneiras**: 7	4	32 x 8 s	13	286
Comunidade Experimental	**Volume Médio (L/descarga)**		**Utilizações Diárias**	**Volume de Água Poupado /Dia (L)**	**Volume de Água Poupado/ Mês (L)**
	Antes da Instalação	**Após Instalação**			
Centro Comunitário de Telheiras	**Autoclismos**: 7	5	192	384	11 520
Centro de Interpretação de Monsanto	**Autoclismos**: 7	5	44	88	2 640
Centro Porta Amiga Olaias	**Autoclismos**: 7	5	30	60	1 800

4 CONCLUSÕES

Os redutores de caudal permitiram reduzir significativamente os gastos de água, com consequentes diminuições de consumos energéticos, emissões de carbono e custos financeiros. A seleção destes redutores de caudal seguiu as recomendações da ANQIP, de modo a asseguar níveis mínimos de conforto, de desempenho das redes e de salvaguarda dos aspetos de saúde pública. No caso, por ex. do Centro Paroquial Padre Abílio Mendes, a poupança de água só nos chuveiros e nas torneiras representa uma diminuição de encargos anuais de aproximadamente de 450 Euros (tarifa EPAL, 2019). Portanto, para além das vantagens ambientais associadas à poupança de água, foi possível reduzir-se as despesas financeiras associadas ao funcionamento da Comunidade Experimental. Em termos da Pegada Hídrica – Consumo Direto (216 ±92 L), a quantidade de água poupada foi muito significativa. Por ex. nos chuveiros de uma Comunidade Experimental poupou-se a água necessária para 3 pessoas. Ficou, demonstrado, que é possível usar a água de forma mais eficiente dentro destes edifícios em Lisboa. Para além destes resultados no ECH2O-ÁGUA, criou-se um *website* responsivo (brevemente traduzido para inglês), que vai permitir a disseminar o cálculo da PH, sensibilizando cada vez mais pessoas de diversas realidades geográficas e socioeconómicas para o problema da escassez da água no atual cenário de emergência climática.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Assistência Médica Internacional (AMI) pelo financiamento do ECH2O – ÁGUA , aos professores e técnicos das Comunidades Experimentais envolvidas, à ANQIP, ao Eng. Luís David, ao Eng. André da Silva Pedro e à Ana Estevão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Portuguesa do Ambiente (2012). **Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA)**, 98. Retrieved from http://www.apambiente.pt/_zdata/CONSULTA_PUBLICA/2012/PNUEA/Implementacao-PNUEA_2012-2020_JUNHO.pdf

Bocquier, P. (2014). ***World urbanization prospects: An alternative to the UN model of projection compatible with the mobility transition theory.*** *Demographic Research* Vol. 12. https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.12.9

Entidade Reguladora dos Serviços da Água e Resíduos (2006). Almeida, M., Vieira, P., Ribeiro, R. Guia Técnico 08 - **Uso Eficiente Da Água**. http://www.ersar.pt/_layouts/mpp/file-download.aspx?fileId=323781

Ercin, E., & Hoekstra, A. Y. (2012). **Carbon and water footprints: concepts, methodologies and policy responses.** *World Water Assessment Programme*, (4).

Fraga, H., Cortázar, I. G. De, & Santos, J. A. (2018). **Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal**. *Agricultural Water Management*, *196*, 66–74. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.023

Harding, K. G. (2019). **And now to confuse you! How is the public expected to understand water footprinting metrics?** *Procedia Manufacturing*, *35*, 731–736. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.016

Hoekstra, A. Y., & Hung, P. Q. (2002). **Virtual water trade.** ***A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade.*** *Value of water research report series*, *11*, 166.

Lima, D. da S., Martins, J. P. M., & Lacerda, F. (2011). **Control of Real Losses in Water Supply Systems Replacement of pipes with Trenchless Technologies**. *6ª Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*, *01*, 15.

Lin, C. C., Liou, K. Y., Lee, M., & Chiueh, P. Te. (2019). **Impacts of urban water consumption under climate change: An adaptation measure of rainwater harvesting system.** *Journal of Hydrology*, *572*, 160–168. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.02.032

Liu, J., Liu, Q., & Yang, H. (2016). **Assessing water scarcity by simultaneously considering environmental flow requirements, water quantity, and water quality**. *Ecological Indicators*, *60*, 434–441. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.019

Lopes, M., Monteiro, A. C., Ribeiro, I., Sá, E., Martins, H., Coutinho, M., & Borrego, C. (2012). Revista Brasileira de Geografia Física, 06, 1333–1.

Muratoglu, A. (2019). **Water footprint assessment within a catchment: A case study for Upper Tigris River Basin**. *Ecological Indicators*, *106*. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105467

Sardinha, J., Serranito, F., Donnelly, A., Marmelo, V., Saraiva, P., Guimarães, R., Donnelly, A. (2017). ***Controlo Ativo de Perdas de Água***. 2nd edition; E. P. das Á. L. S. A. EPAL, ed.). EPAL.

Silva, Afonso A. & Rodrigues-Pimentel, C. (2017). ***Manual de Eficiência Hídrica em Edifícios***. (ANQIP, Ed.) (1st ed.). Lisboa. https://anqip.pt/

United Nations Development Programme (2013). ***Human Development Report 2013 - The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World***. U. N. D. Programme, Ed.). New York.

United Nations World Water Assessment Programme (2018). ***WWAP- Nature Based Solutions for Water Management***. http://www.unepdhi.org/~/link.aspx?_id=495883C41BD2487C97FC1F7D8813C5F0&_z=z

Venckute, M., Moreira da Silva, M., & Figueiredo, M. (2017). ***Education as a tool to reduce the water footprint of young people***. *Journal of the American College of Radiology* Vol. 2 (4). http://doi.org/10.29352/mill0204.09.00144

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 analise pelas técnicas de reflexão total por raios X e microfluorescência com uso de radiação síncrotron aplicadas às analises 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 continuo 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