

RBRH

Revista Brasileira de Recursos Hídricos

OUT/DEZ 2016

VOLUME

21

NÚMERO 4

Editores:

Adilson Pinheiro
André Schardong
Cristóvão Vicente Scapulatempo Fernandes
Edson Cezar Wendland
Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral
Klebber Teodomiro Martins Formiga
Márcia Maria Rios Ribeiro
Masato Kobiyama
Naziano Pantoja Filizola Junior
Priscila Macedo Moura
Satoru Oishi
Slobodan P. Simonovic
Stephan Fuchs
Teodorico Alves Sobrinho



Diretoria da ABRH

Presidente: Vladimir Caramori Borges de Souza

Vice-presidente: Jorge Enoch Furquin Werneck Lima

Diretor de publicações: André Schardong

Diretor de eventos: Conceicao de Maria Albuquerque Alves

Diretor de representações regionais: Suzana Maria Gico Lima Montenegro

Diretor de comissões técnicas: André Luiz Lopes da Silveira



A RBRH é a revista oficial da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, publicada trimestralmente. Os objetivos da revista são de:

- Funcionar como fórum para apresentação de conhecimento prático e científico dos aspectos de recursos hídricos;
- Publicar inovações científicas e tecnológicas na área de recursos hídricos;
- Fornecer através dos artigos soluções aos problemas com base integrada, interdisciplinar e dos usos múltiplos dos recursos hídricos e sua conservação ambiental.

Os editores da revista incentivam a publicação de artigos inéditos abrangendo temas relacionados às seguintes áreas de conhecimento: hidráulica, hidrologia, relações entre recursos hídricos e saneamento ambiental,

hidrometeorologia, hidroeletricidade, irrigação, drenagem, gestão quali-quantitativa das águas, limnologia, hidrogeologia, erosão, sedimentação, tecnologias ambientais, economia de recursos hídricos, medições e instrumentação em recursos hídricos. Os artigos podem conter contribuição científica e tecnológica nas disciplinas ou nos ambientes de recursos hídricos ou experiência inédita em ambientes singulares de uso e técnicas conhecidas.

Os artigos serão publicados quando aprovados por pelo menos dois revisores e um editor associados e o editor chefe.

Endereço para correspondência:

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos
Caixa Postal 15029
91501-970 Porto Alegre, RS
Tel (51) 33086652
Fax (51) 34932233
www.abrh.org.br
abrh@abrh.org.br

RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos / Associação Brasileira de Recursos Hídricos. - v. 1, n. 1 (1996). -- Porto Alegre, RS: ABRH, 1996-

v. 21, n. 4 (out./nov. 2016).

Trimestral

Continuação de: RBE: Revista Brasileira de Engenharia - Caderno de Recursos Hídricos (1982-1995) que substitui a Revista Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos (1978-1981).

ISSN 2318-0331

1. Recursos Hídricos - Periódicos. I. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

CDU 556 (050)
CDD 551.48

Conselho Editorial

Editor Chefe

Adilson Pinheiro, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil.
Email: pinheiro@furb.br

Editor Executivo

André Schardong, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
Email: andreschardong@gmail.com

Editores associados

Cristóvão Vicente Scapulatempo Fernandes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
Email: cris.dhs@ufpr.br

Edson Cezar Wendland, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.
Email: ew@sc.usp.br

Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
Email: jcabral@ufpe.br

Klebber Teodomiro Martins Formiga, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.
Email: klebber.formiga@gmail.com

Márcia Maria Rios Ribeiro, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.
Email: mm-ribeiro@uol.com.br

Masato Kobiyama, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil
Email: masato.kobiyama@ufrgs.br

Naziano Pantoja Filizola Junior, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil
Email: nazianofilizola@ufam.edu.br

Priscila Macedo Moura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
Email: priscilla.moura@ehr.ufmg.br

Satoru Oishi, Kobe University, Kobe, Japão.
Email: tetsu@phoenix.kobe-u.ac.jp

Slobodan P. Simonovic, University of Western Ontario, Ontario, Canada.
Email: simonovic@uwo.ca

Stephan Fuchs, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Alemanha.
Email: Stephan.Fuchs@kit.edu

Teodorico Alves Sobrinho, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.
Email: talves56@gmail.com

Revisores RBRH v 21 n 4 Out-Dez/2016

Adilson Pinheiro	Fundação Universidade Regional de Blumenau	Blumenau	SC	Brazil	pinheiro@furb.br
Adolfo Villanueva	Instituto Nacional del Agua	Buenos Aires		Argentina	aonvilla@gmail.com
Adriano Marlisom Leao de Sousa	Universidade Federal Rural da Amazônia	Belem	PA	Brazil	marlisoms@yahoo.com.br
Alfredo Ribeiro Neto	Universidade Federal de Pernambuco	Recife	PE	Brazil	alfredoribeiro@ufpe.br
Álvaro José Back	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	Urussanga	SC	Brazil	alvarojoseback@gmail.com
André Luiz Lopes da Silveira	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	andre@iph.ufrgs.br
Anna Sílvia Palcheco Peixoto	Universidade do Estado de São Paulo	Bauru	SP	Brazil	anna@feb.unesp.br
Beatriz Suzana Ovruski Ceballos	Universidade do Estado da Paraíba	Campina Grande	PB	Brazil	bia.cebалlos@gmail.com
Bruna Polli	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	brunapolli@gmail.com
Camilo Allyson Simões de Farias	Universidade Federal de Campina Grande	Pombal	PB	Brazil	camilo@ccta.ufcg.edu.br
Carlos de Oliveira Galvão	Universidade Federal de Campina Grande	Campina Grande	PB	Brazil	carlos.o.galvao@gmail.com
Carlos Eduardo Curi Gallego	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos	Rio De Janeiro	RJ	Brazil	cadu@cobrape.com.br
Claudio José Cavalcante Blanco	Universidade Federal do Pará	Belém	PA	Brazil	blanco@ufpa.br
Cristiane Araújo Amaro	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica	São Paulo	SP	Brazil	policrisamaro@gmail.com
Daniel Medeiros Moreira	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais	Rio De Janeiro	RJ	Brazil	daniel.moreira@cprm.gov.br
Daniel Detzel	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	daniel@lactec.org.br
Daniela Guzzon Sanagiotto	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	dsanagiotto@ufrgs.br
Danieli Mara Ferreira	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	danielimaraferreira@gmail.com
Dante Gama Larentis	Acqua Engenharia	Bento Gonçalves	RS	Brazil	dantelarentis@gmail.com
Diogo Costa Buarque	Universidade Federal do Espírito Santo	Vitória	ES	Brazil	diogo.buarque@gmail.com
Edson de Oliveira Vieira Vieira	Universidade Federal de Minas Gerais	Montes Claros	MG	Brazil	eovieira@ica.ufmg.br
Éverton Blainski	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	Florianópolis	SC	Brazil	evertonblainski@gmail.com
Fernán Enrique Vergara	Universidade Federal do Tocantins	Palmas	TO	Brazil	vergara@uft.edu.br
Fernando Mainardi Fan	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	fernando.fan@ufrgs.br
Francisco Marcuzzo	Serviço Geológico do Brasil	Porto Alegre	RS	Brazil	fmarcuzzo@gmail.com
Francisco Osny Eneas da Silva	Universidade Federal do Ceara	Fortaleza	CE	Brazil	osny@deha.ufc.br
Francisco	Serviço Geológico do Brasil	Porto Alegre	RS	Brazil	fmarcuzzo@gmail.com
Francisco Rossarolla Forgiarini	Universidade Federal de Santa Maria	Santa Maria	RS	Brazil	francisco_forgiarini@yahoo.com.br
George Leite Mamede	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira	Redenção	CE	Brazil	mamede@unilab.edu.br
Guilherme Garcia de Oliveira	Centro Universitário Univates	Lageado	RS	Brazil	g.g.oliveira10@gmail.com
Heloise Garcia Knapik	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	heloise.dhs@ufpr.br
Henry Xavier Corseuil	Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis	SC	Brazil	henry.corseuil@ufsc.br
Ibraim Fantin-Cruz	Universidade Federal de Mato Grosso	Cuiabá	MT	Brazil	ibraimfantin@gmail.com
Ingrid Illich Müller	Instituto de Tecnologia Para Desenvolvimento	Curitiba	PR	Brazil	ingrid.muller@copel.com
Iran Eduardo Lima Neto	Universidade Federal do Ceará	Fortaleza	CE	Brazil	iran@deha.ufc.br
Íria Vendrame	Instituto Tecnológico Aeroespacial	São Jose Dos Campos	SP	Brazil	hiria@ita.br
Ivanildo Andreolli	Petrobras	Porto Alegre	RS	Brazil	ivanildo_andreolli@yahoo.com.br
Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral	Universidade Federal de Pernambuco	Recife	PE	Brazil	jaimecabral@yahoo.com
João Luiz Boccia Brandão	Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo	São Carlos	SP	Brazil	jlb@sc.usp.br
Joel Roberto Guimarães Vasco	Universidade Federal de Goiás	Goiânia	GO	Brazil	joelvasco@ufg.br

Jonas Teixeira Nery	Universidade do estado de São Paulo	Ourinhos	SP	Brazil	jonas@ourinhos.unesp.br
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima	Embrapa Cerrados	Brasilia	DF	Brazil	jorge.Werneck-lima@embrapa.br
José Carlos Cesar Amorim	Instituto Militar de Engenharia	Rio De Janeiro	RJ	Brazil	jcamorim@ime.eb.br
José Paulo Soares de Azevedo	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Rio De Janeiro	RJ	Brazil	zepaulo@coc.ufrj.br
José Junji Ota	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	ota.dhs@ufpr.br
José Roberto Gonçalves de Azevedo	Universidade Federal de Pernambuco	Recife	PE	Brazil	robdosport@hotmail.com
Jussara Cabral Cruz	Universidade Federal de Santa Maria	Santa Maria	RS	Brazil	jussara.abrh@gmail.com
Laura De Simone Borma	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE/MCT	Sao Jose Dos Campos	SP	Brazil	laura.borma@inpe.br
Leonardo Mitre Alvim de Castro	Anglo American	Belo Horizonte	MG	Brazil	leomitre@hotmail.com
Lindemberg L Fernandes	Universidade Federal do Pará - UFPA	Belém	PA	Brazil	lberge@ufpa.br
Luciano Gebler	Embrapa Uva e Vinho	Vacaria	RS	Brazil	luciano.gebler@gmail.com
Luisa Fernanda Ribeiro Reis	Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo	Sao Carlos	SP	Brazil	fernanda@sc.usp.br
Luiz Sergio Vanzela	Universidade Camilo Castelo Branco	Fernandópolis	SP	Brazil	lsvanzela@yahoo.com.br
Marcelo Giulian Marques	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	mmarques@iph.ufrgs.br
Marcelo Bento Silva	Universidade de Brasília	Gama	DF	Brazil	marcelobs@unb.br
Márcia Maria Rios Ribeiro	Universidade Federal de Campina Grande	Campina Grande	PB	Brazil	mm-ribeiro@uol.com.br
Maria do Carmo Cauduro Gastaldini	Universidade Federal de Santa Maria	Santa Maria	RS	Brazil	mcarmocg@gmail.com
Marianne França Sieciechowicz	Institutos Lactec	Curitiba	PR	Brazil	marianne.franca@lactec.org.br
Masato Kobiyama	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	masato.kobiyama@ufrgs.br
Masato	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	masato.kobiyama@ufrgs.br
Mauricius Marques Santos	University of Arizona	Tucson	Arizona	United States	mauriciusms@gmail.com
Michael Mannich	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	mannich@ufpr.br
Mirleia Aparecida de Carvalho	Universidade Federal de Lavras	Lavras	MG	Brazil	mirleiaap@deg.ufla.br
Nyamien Yahaut Sebastien	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Toledo	PR	Brazil	nyamien@hotmail.com
Paulo Monteiro Pontes	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	p.rogenes@gmail.com
Pedro Luiz Borges Chaffe	Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis	SC	Brazil	pedro.chaffe@ufsc.br
Roberto Valmir da Silva	Universidade da Fronteira Sul	Erechim	RS	Brazil	roberto.dasilva@gmail.com
Rodrigo de Melo Porto	Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo	São Carlos	SP	Brazil	rodrigo@sc.usp.br
Rosane Barbosa Lopes Cavalcante	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	rosanecavalcante@gmail.com
Teodorico Alves Sobrinho	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Campo Grande	MS	Brazil	teodorico.alves@ufms.br
Terencio Rebello de Aguiar Junior	Universidade Federal do Paraná	Curitiba	PR	Brazil	terenciojunior@gmail.com
Tiago Finkler Ferreira	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Porto Alegre	RS	Brazil	tiagofferreira@hotmail.com
Vander Kaufmann	Fundação Universidade Regional de Blumenau	Blumenau	SC	Brazil	ambitec.amb@gmail.com
Wagner Rambaldi Telles	Universidade Federal Fluminense.	Santo Antônio de Pádua	RJ	Brazil	wtelles@iprj.uerj.br