

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 4**



Helenton Carlos da Silva

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

4

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 4 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-668-3 DOI 10.22533/at.ed.683192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 48 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
QUALIDADE DA ÁGUA E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO	
Karina Ribeiro da Silva Maria Hortência Rodrigues Lima Thiago Herbert Santos Oliveira Wendel de Melo Massaranduba Weslei Almeida Santos Antenor de Oliveira Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.6831927091	
CAPÍTULO 2	10
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE CULTIVARES DE CAMARÃO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO	
Gustavo Andrade Araujo Oliveira Igor Santos Silva José Augusto Oliveira Junior Cristiane da Cunha Nascimento Marcos Vinicius Teles Gomes Carlos Alexandre Borges Garcia Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.6831927092	
CAPÍTULO 3	18
ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA NO SOLO, PEDRINHAS-SE	
Thassio Monteiro Menezes da Silva Frankilin Santos Modesto Camila Conceição dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.6831927093	
CAPÍTULO 4	24
SALINIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO CARIRA: UMA AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA USANDO RAZÕES IÔNICAS	
Eveline Leal da Silva Adnivia Santos Costa Monteiro Lucas Cruz Fonseca Lúcia Calumby Barreto Macedo José do Patrocínio Hora Alves	
DOI 10.22533/at.ed.6831927094	
CAPÍTULO 5	31
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO AMORTECIMENTO DE ONDAS EM RESERVATÓRIO DE BARRAGENS	
Adriana Silveira Vieira Germano de Oliveira Mattosinho Geraldo de Freitas Maciel,	
DOI 10.22533/at.ed.6831927095	

CAPÍTULO 6	40
AVALIAÇÃO DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS EM PERNAMBUCO	
Edmilton Queiroz de Sousa Júnior Eronildo Luiz da Silva Filho José Almir Cirilo Luciano Barbosa Lira Thaise Suanne Guimarães Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.6831927096	
CAPÍTULO 7	49
PANORAMA DE RISCOS DAS BARRAGENS NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL	
Jean Henrique Menezes Nascimento Pedro Henrique Carvalho de Azevedo Allana Karla Costa Alves Lucivaldo de Jesus Teixeira Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6831927097	
CAPÍTULO 8	58
OS REFLEXOS DA ATUAL CRISE HÍDRICA NA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA – CAGEPA: AÇÕES PARA REDUÇÃO DE PERDAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE CAMPINA GRANDE	
Ronaldo Amâncio Meneses José Augusto de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6831927098	
CAPÍTULO 9	68
MONITORAMENTO DE SECAS NO NORDESTE DO BRASIL	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.6831927099	
CAPÍTULO 10	77
SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE DIÂMETROS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
Andréa Monteiro Machado Leonardo Pereira Lapa Paulo Eduardo Silva Martins Nayára Bezerra Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.68319270910	
CAPÍTULO 11	84
DEFINIÇÕES E CONCEITOS RELATIVOS À LMEO E À DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTES COM FUNÇÃO HÍDRICA À LUZ DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO	
Marcos Airton de Sousa Freitas Sandra Regina Afonso Márcio Antônio Sousa da Rocha Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.68319270911	

CAPÍTULO 12	94
DINÂMICA DA UMIDADE E SALINIDADE EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	
Liliane da Cruz Pinheiro Abelardo Antônio Assunção Montenegro Adriana Guedes Magalhães Thayná Alice Brito Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.68319270912	
CAPÍTULO 13	104
URBANIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PAISAGENS HÍDRICAS EM JUIZ DE FORA/ MG – 1883/1893	
Pedro José de Oliveira Machado Flávio Augusto Sousa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.68319270913	
CAPÍTULO 14	116
(IN)SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DE ÁGUA DOCE NO BAIXO SÃO FRANCISCO EM SERGIPE/ALAGOAS/BRASIL	
Sergio Silva de Araujo Gregório Guirado Faccioli Antenor de Oliveira Aguiar Netto	
DOI 10.22533/at.ed.68319270914	
CAPÍTULO 15	133
IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DO COMPORTAMENTO DA CLOROFILA-A EM UM SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR A PARTIR DE IMAGENS MODIS	
Regina Camara Lins Jean-Michel Martinez David M. L. da Motta Marques José Almir Cirilo Carlos Ruberto Fragoso Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.68319270915	
CAPÍTULO 16	146
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SUBMETIDO A USOS AGRÍCOLAS DISTINTOS	
Wallace Melo dos Santos Wendel de Melo Massaranduba Dayanara Mendonça Santos Thiago Herbert Santos Oliveira Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas Marcus Aurélio Soares Cruz Maria Isidória Silva Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.68319270916	

CAPÍTULO 17	157
SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE MICROCRISTAIS DE B-AG ₂ MOO ₄ PARA DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS	
<p>Giancarlo da Silva Sousa Francisco Xavier Nobre Edgar Alves Araújo Júnior Marcel Leiner de Sá Jairo dos Santos Trindade Maria Rita de Moraes Chaves Santos José Milton Elias de Matos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270917	
CAPÍTULO 18	169
UTILIZAÇÃO DE JUNTA TRAVADA COMO ALTERNATIVA EM SUBSTITUIÇÃO A ANCORAGENS CONVENCIONAIS NA ADUTORA DE SERRO AZUL EM PERNAMBUCO, EM PROL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	
<p>Nyadja Menezes Rodrigues Ramos Glécio Francisco Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270918	
CAPÍTULO 19	179
COMPOSIÇÃO SAZONAL DE JUVENIS DO CAMARÃO-ROSA <i>Farfantepenaeus subtilis</i> (PÉREZ-FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO	
<p>Thayanne Cristine Caetano de Carvalho Alex Ribeiro dos Reis Alvaro José Reis Ramos Antônio Sérgio Silva de Carvalho Glauber David Almeida Palheta Nuno Filipe Alves Correia de Melo</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270919	
CAPÍTULO 20	191
FOTODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO (2,4-D) A PARTIR DE NANOESTRUTURAS DE TITÂNIO MODIFICADAS COM ESTANHO	
<p>Ludyane Nascimento Costa José Milton Elias de Matos Aline Aparecida Carvalho França Marcel Leiner de Sá</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270920	
CAPÍTULO 21	202
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO (<i>Capsicum annuum</i> L.) COM ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO	
<p>Elvis Pantaleão Ferreira Victorio Birchler Tonini Marcelino Krause Ianke Lillya Mattedi Adrielli Ramos Locatelli Rodrigo Junior Nandorf Pablo Becalli Pacheco</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270921	

CAPÍTULO 22	209
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE METAIS DE ÁGUAS CONTAMINADAS POR UM LIXÃO DESATIVADO EM CRUSTÁCEOS DA ESPÉCIE <i>Aegla jarai</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Vitor Rodolfo Becegato Indianara Fernanda Barcarolli Valter Antonio Becegato Darluci Picolli Flávia Corrêa Ramos Alexandre Tadeu Paulino 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270922	
CAPÍTULO 23	230
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS E CONCENTRAÇÃO DE FERRO EM ÁREAS RURAIS COM INTENSA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC	
<ul style="list-style-type: none"> Daniely Neckel Rosini Valter Antonio Becegato Pâmela Becali Vilela Amanda Dalalibera Jordana dos Anjos Xavier 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270923	
CAPÍTULO 24	244
DESSALINIZAÇÃO MARINHA E SUAS PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA	
<ul style="list-style-type: none"> Camila Santiago Martins Bernardini Carlos de Araújo Farrapeira Neto Fernando José Araújo da Silva Ingrid Fernandes de Oliveira Alencar Raquel Jucá de Moraes Sales Luciana de Souza Toniolli Leonardo Schramm Feitosa 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270924	
SOBRE O ORGANIZADOR	254
ÍNDICE REMISSIVO	255

SALINIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO CARIRA: UMA AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA USANDO RAZÕES IÔNICAS

Eveline Leal da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí
Floriano – Piauí

Adnivia Santos Costa Monteiro

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Lucas Cruz Fonseca

Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de
Sergipe – ITPS
Aracaju – Sergipe

Lúcia Calumby Barreto Macedo

Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de
Sergipe – ITPS
Aracaju – Sergipe

José do Patrocínio Hora Alves

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

RESUMO: O reservatório de Carira, localizado na bacia do rio Vaza-Barris, Estado do Sergipe, encontra-se salinizado e sem condições de atender a determinados usos como o abastecimento humano e a agricultura. O objetivo deste trabalho foi identificar, através do diagrama de Gibbs (1970) e das razões iônicas, os principais processos geoquímicos envolvidos na salinização do reservatório. Foram utilizados dados das amostras coletadas nos períodos seco e chuvoso, em 2013 e 2014. O diagrama

de Gibbs apontou que a evaporação é o principal processo que controla a química da água, sendo responsável pela salinização do reservatório. As razões iônicas mostraram que as variações geoquímicas ocorridas durante a progressão da evaporação, levaram a precipitação de calcita e gipsita, ocasionando um enriquecimento em cloreto, sódio e magnésio e reduzindo as concentrações de cálcio, bicarbonato e sulfato. **PALAVRAS-CHAVE:** Diagrama de Gibbs, evaporação, hidrogeoquímica.

SALINIZATION OF THE CARIRA RESERVOIR: A GEOCHEMICAL EVALUATION USING IONIC RATIOS

ABSTRACT: The Carira reservoir is located in the Vaza-Barris river basin, state of Sergipe. It's salinized and unable to meet certain uses such as human supply and agriculture. The objective of this work was to identify, through the Gibbs diagram (1970) and the ionic ratios, the main geochemical involved in reservoir salinization. Data from the samples collected during the dry and rainy periods were used in 2013 and 2014. The Gibbs diagram showed that evaporation is the main process that controls the water chemistry and it's responsible for the salinization of the reservoir. The ionic ratios showed that the geochemical variations occurring during the progression of evaporation led to the precipitations of calcite and gypsum, resulting in chloride, sodium and magnesium enrichment

and reducing the concentrations of calcium, bicarbonate and sulfate.

KEYWORDS: Gibbs diagram; evaporation; hydrogeochemistry.

1 | INTRODUÇÃO

O armazenamento de água tem sido priorizado pela gestão de recursos hídricos como forma de convívio com a escassez hídrica em determinadas regiões. Um dos problemas em zonas semiáridas como o Nordeste do Brasil é a salinização das águas dos reservatórios, devido principalmente, à elevada evaporação. A salinização representa um risco ao sistema de água doce, pois pode tornar a água inadequada para o consumo humano e irrigação (MERCHÁN *et al.*, 2015).

Com o intuito de investigar as principais causas da salinização em regiões áridas e semiáridas, as fontes primárias de salinização, através dos processos geoquímicos, têm sido de maneira recente e ampla, pesquisadas em todo o mundo (WAHED *et al.*, 2014; MERCHÁN *et al.*, 2015; FONTES *et al.*, 2015).

O reservatório Carira tem grande importância para a região do município de mesmo nome, por conta da intermitência dos corpos hídricos lóticos e a baixa pluviosidade da região, inferior a 800 mm anuais. De acordo com Alencar *et al.* (2018), suas águas encontram-se salinizadas e inadequadas para alguns de seus usos.

O objetivo desse trabalho foi identificar, com base no diagrama de Gibbs e nas razões iônicas, os principais processos geoquímicos responsáveis pela salinização da água do reservatório Carira, e deste modo contribuir para uma melhor gestão daquele ambiente hídrico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O reservatório de Carira está inserido na bacia hidrográfica do rio Vaza – Barris (Figura 1) e foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), entre os anos de 1953 e 1955. Tem capacidade de armazenamento de até 822.000 m³ e abrange uma área de lâmina hidráulica de 17,66 ha, drenando uma área com 5,22 Km². Seus principais usos de projeto eram o consumo humano e a irrigação, que atualmente não estão sendo atendidos devido à salinização e impactos oriundos de despejos urbanos (ALENCAR *et al.*, 2018).

Amostras de água do reservatório foram coletadas e analisadas pelo Laboratório de Química da Água do Instituto Tecnológico e de Pesquisas de Sergipe (ITPS), seguindo os protocolos do *Standard Methods* (APHA, 2012). Compreenderam quatro campanhas de amostragem, realizadas nos períodos seco e chuvoso de 2013 e 2014. Todas as amostras foram coletadas na superfície e no ponto de coordenadas 10° 22' 12" S e 37° 42' 00" O. Os parâmetros analisados foram temperatura, pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), sódio, potássio, cálcio,

magnésio, cloreto, sulfato e bicarbonato.

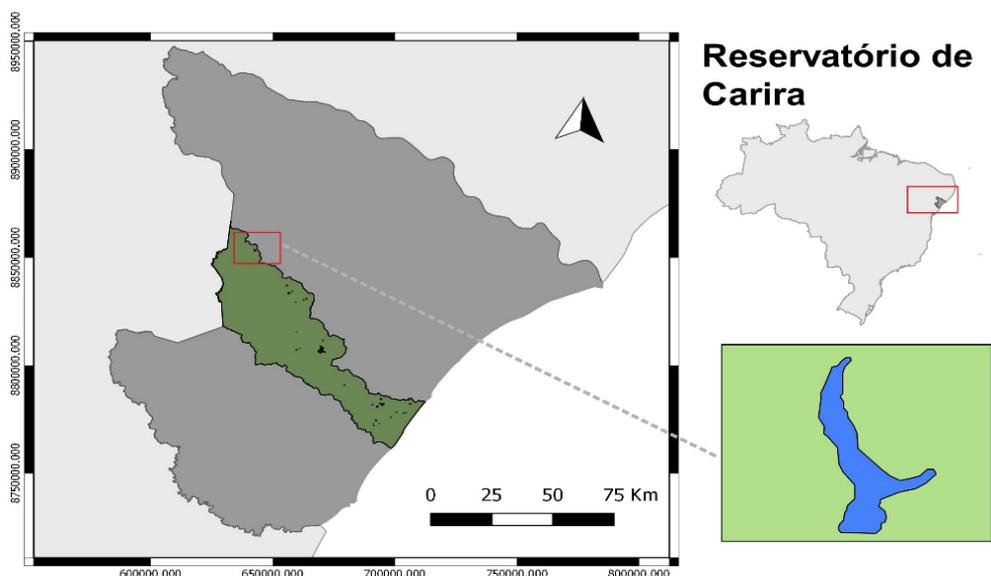


Figura 1. Localização do Reservatório Carira na bacia hidrográfica do rio Vaza – Barris

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos e evidencia que a abundância iônica está distribuída na seguinte ordem: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} \gg \text{Ca}^{2+}$ e $\text{Cl}^- \gg \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$.

A salinização pode ser definida, para uso na irrigação, através da medida da condutividade elétrica (CE), em $\mu\text{S cm}^{-1}$. O reservatório Carira apresentou valores de condutividade acima de $2.250 \mu\text{S cm}^{-1}$, sendo considerado com *nível de muito alta salinidade* pelo diagrama de Richards (DELGADO *et al.*, 2010).

Parâmetros	2013		2014	
	Jun.	Dez.	Jul.	Nov.
pH	8,3	8,4	8,4	8,3
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	12326	10814	10887	10662
STD (mg L^{-1})	8505	6056	7512	5971
T ($^{\circ}\text{C}$)	25	26	25,4	26
Na^+ (mg L^{-1})	1603,9	1114,68	1145,03	1197,22
K^+ (mg L^{-1})	23,79	8,53	21,85	22,3
Ca^{2+} (mg L^{-1})	283,78	103,72	370,9	315,63
Mg^{2+} (mg L^{-1})	423,46	295,59	468,4	379
SO_4^{2-} (mg L^{-1})	147,29	78,79	186,57	207,08
Cl^- (mg L^{-1})	3820,88	3218,51	3350	3217
HCO_3^- (mg L^{-1})	228,3	182,4	198,9	202,4

Tabela 1. Características químicas da água do reservatório Carira

Para a identificação dos mecanismos responsáveis pelas características inorgânicas da água, é utilizado em todo o mundo o diagrama de Gibbs (1970), que apresenta três campos distintos, associados ao domínio da precipitação atmosférica,

do intemperismo e da evaporação.

As amostras da água do reservatório Carira ficaram totalmente inseridas na área do gráfico controlado pelo processo de evaporação-cristalização (Figura 2). Isso significa que a composição química da água do reservatório Carira evoluiu geoquimicamente como resultado de sucessivas evaporações.

A água se apresentou enriquecida de Na^+ em relação ao Ca^{2+} , caracterizada por uma alta relação $\text{Na}/(\text{Na} + \text{Ca})$ e altas concentrações de STD. A abundância dos sais dissolvidos foi promovida pela retirada de água pura, como consequência da evaporação (FONTES *et al.*, 2015).

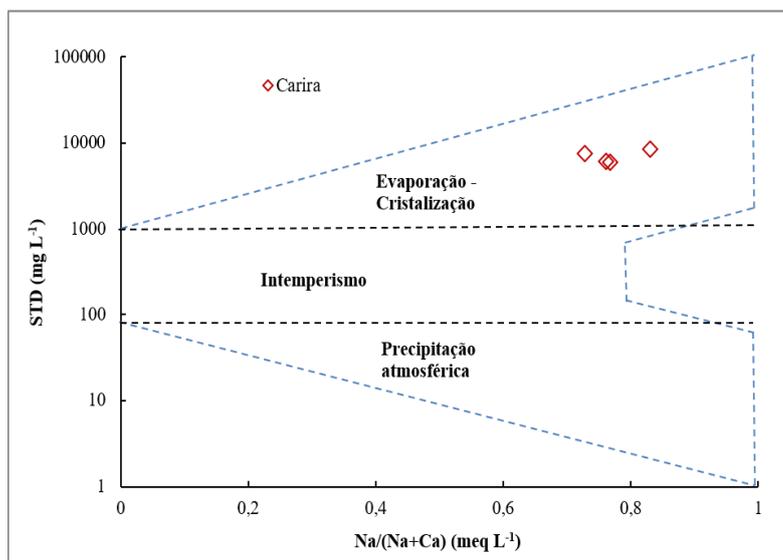


Figura 2. Diagrama de Gibbs para as amostras de água do reservatório de Carira

As razões iônicas são utilizadas para elucidar os processos químicos que afetam a química da água e para entender a evolução geoquímica desses processos (EL-SAYED, 2018). Vários estudos em águas superficiais (WAHED *et al.*, 2014; MERCHÁN *et al.*, 2015) e subterrâneas (EL-SAYED, 2018) utilizaram essa metodologia.

Na Figura 3 são apresentadas as concentrações do íon sódio *versus* cloreto. A linha 1:1 indica a predominância da dissolução do mineral halita (NaCl). Os valores de Na^+ das amostras do reservatório, se situaram abaixo dessa linha, indicando que houve redução das concentrações de Na^+ diante do Cl^- , que por ser conservativo, manteve-se no meio áqueo.

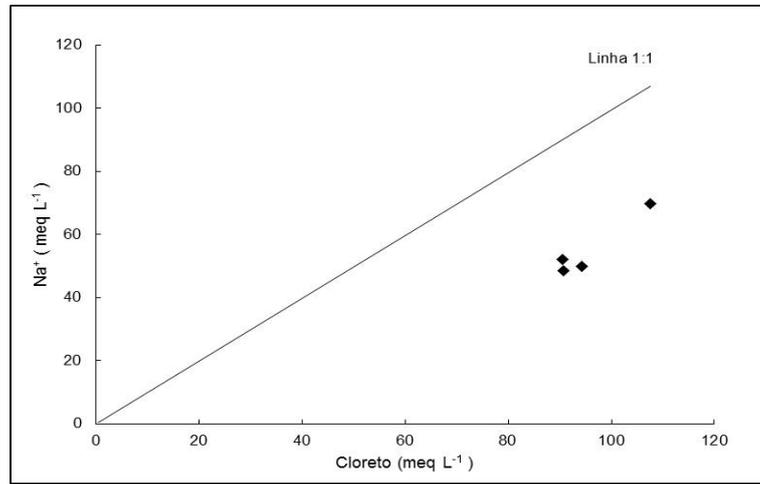


Figura 3. Distribuição das concentrações de Na^+ em função do Cl^-

Parte do Na^+ pode ter sido removido da água com a evolução da evaporação, precipitando como $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$ (DREVER, 1997) ou através de troca iônica reversa (EL-SAYED, 2018). As amostras que apresentam relação entre sódio e cloreto inferior a 1, a troca iônica e/ou a evaporação são os processos dominantes resultando em aumento de Cl^- (PAZAND et al., 2018).

As concentrações de Mg^{2+} , superiores as de Ca^{2+} , apresentadas na Figura 4(a), indicam que a precipitação da calcita ocorreu de forma predominante sobre a precipitação da dolomita, devido a baixa cinética desta última (ALENCAR *et al.*, 2018). A remoção de Ca^{2+} da água durante a precipitação de calcita resulta em uma razão crescente de $\text{Mg}:\text{Ca}$ (WAHED *et al.*, 2014).

A Figura 4(b) mostra que com a evolução da evaporação (aumento da concentração de Cl^-), ocorreu uma significativa redução das concentrações de HCO_3^- e SO_4^{2-} , devido a precipitação de espécies carbonáticas como a calcita (CaCO_3) e a gipsita (CaSO_4) (WAHED *et al.*, 2014).

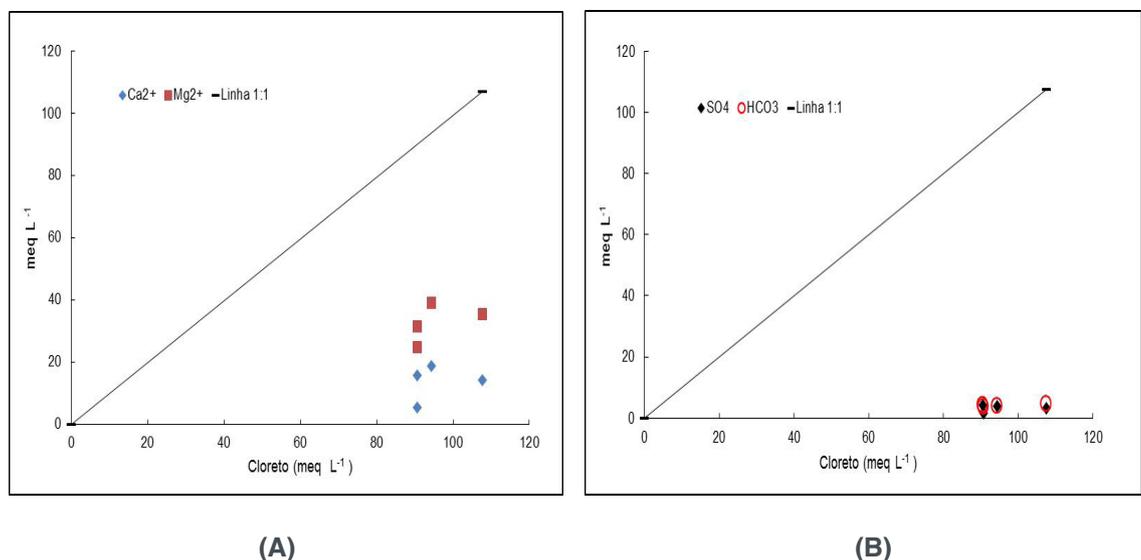


Figura 4. Distribuição das concentrações de a) Ca^{2+} e Mg^{2+} e b) HCO_3^- e SO_4^{2-} em função do Cl^- .

4 | CONCLUSÕES

1. A evaporação/cristalização é o principal mecanismo que controla a química da água no reservatório Carira;

2. Através das razões iônicas foi definido que as variações geoquímicas ocorridas durante a evaporação, estão associadas à precipitação dos minerais calcita e gipsita, com remoção parcial do sódio pela precipitação do carbonato – bicarbonato de sódio;

3. O processo de salinização levou a água do reservatório Carira a atingir uma composição iônica rica em cloreto, sódio e magnésio e com baixas concentrações de cálcio, bicarbonato e sulfato.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Monitoramento da Qualidade da Água das Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe (PMQA), ITPS-SEMARH.

Ao CNPq: Esse trabalho é parte do projeto “Hidrogeoquímica dos processos que controlam a salinização dos reservatórios de Sergipe”, aprovado na Chamada Universal 2018, e conta com financiamento do CNPq.

REFERÊNCIAS

APHA, 2012. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 17th ed. American public health association, Washington, DC.

ALENCAR, N. R. O.; LIMA, M. H. R.; SILVA, E. L.; MONTEIRO, A. S. C.; ALVES, J. P. H. **Processos hidrogeoquímicos envolvidos na salinização de reservatórios do Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 15. 2018, Maceió. **Anais [...]**, Porto Alegre: ABRHidro, 2018. 8 p.

DELGADO, C. et al. **Quality of groundwater for irrigation in tropical karst environment: The case of Yucatán, Mexico**. **Agricultural Water Management**, [s.l.], v. 97, n. 10, p.1423-1433, out. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2010.04.006>.

DREVER, James I. **The geochemistry of natural waters: surface and groundwater environments**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 436 p.

EL-SAYED, Salah Abdelwahab. **Study of Groundwater in Northeast Cairo Area, Egypt**. **Journal Of Geoscience And Environment Protection**, [s.l.], v. 06, n. 04, p.229-251, 2018. Scientific Research Publishing, Inc.,. <http://dx.doi.org/10.4236/gep.2018.64014>.

FONTES, A. S.; ZUCCHI, M. R.; MEDEIROS, Y. D. P.; AZEVEDO, A. E. G. **Avaliação dos fatores intervenientes no processo de salinização em reservatórios superficiais do semiárido brasileiro**. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p.708-721, 2015.

GIBBS, R. J. **Mechanisms Controlling World Water Chemistry**. **Science**, [s.l.], v. 170, n. 3962, p.1088-1090, 4 dez. 1970. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.170.3962.1088>.

MERCHÁN, D.; AUQUÉ, L. F.; ACERO, P.; GIMENO, M. J.; CAUSAPÉ, J. **Geochemical processes**

controlling water salinization in an irrigated basin in Spain: Identification of natural and anthropogenic influence. Science Of The Total Environment, Zaragoza, n. 502, p.330-343, 2015.

PAZAND, Kaveh et al. **Identification of the hydrogeochemical processes and assessment of groundwater in a semi-arid region using major ion chemistry: A case study of Ardestan basin in Central Iran.** Groundwater For Sustainable Development, [s.l.], v. 6, p.245-254, mar. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gsd.2018.01.008>.

WAHED, M. S. M. A.; MOHAMED, E. A.; EL-SAYED, M. I.; M'NIF, A.; SILLANPÄÄ, M. **Geochemical modeling of evaporation process in Lake Qarun, Egypt. Journal Of African Earth Sciences, [s.l.], v. 97, p.322-330, set. 2014. Elsevier BV.**

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento-Público 1
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético 191, 193, 199
Água superficial 10, 135
Atenuação de energia 31
Atividade enzimática 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Atributos Físicos 48, 146

B

Bacia hidrográfica 25, 26, 53, 59, 60, 61, 67, 85, 90, 116, 117, 118, 119, 124, 130, 148, 241, 242
Band GAP 157, 158, 163, 164
Barragem subterrânea 40, 41, 42, 43, 47, 48

C

Camarão Peneídeo Estuarino 179
Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17
Catalase 209, 210, 212, 215, 227, 228, 229
Categoria de risco 49, 52, 55, 56
Concentração de Fe 230
Condutividade elétrica 1, 2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 26, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 204, 205, 234, 236, 240
Condutividade hidráulica 18, 21, 44, 48, 146, 147, 149, 152, 154
Crescimento de Camarão-Rosa 179

D

Dano potencial associado 49, 52, 54, 55, 56
Dejetos de animais 230
Dessalinização 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253
Diagrama de gibbs 24, 27
Dimensionamento 77, 78, 79, 81, 83, 178

E

Erodibilidade 18, 22
Estação elevatória 62, 77, 78, 79, 80, 83
Estanho 191, 192, 193, 195, 199
Estatística multivariada 133
Eutrofização 133
Evaporação 24, 25, 27, 28, 29, 41, 42, 245, 247

F

Forma de batata 158
Fotocatálise 164, 191, 192, 199
Fotodegradação 158, 160, 164, 191, 194

G

Geoestatística 94
Geografia histórica 104
Gestão ambiental 31, 203, 208
Glutathione S-transferase 209, 210, 215

H

Hidrogeoquímica 24, 29

I

Índice de sustentabilidade 116, 117, 119, 121, 122, 125, 126, 129, 131
Índices de secas 68, 70
Infiltração de água no solo 18, 19, 146, 147, 149, 152, 156

M

Metais tóxicos 209, 210, 231
Modelos bio-ópticos 133

N

Nordeste do Brasil 25, 29, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 68, 69, 70, 117, 135, 188

P

Paisagens hídricas 104, 105, 106, 109
Pescados 116, 119, 121, 123, 126, 127, 128, 129
Plano de ação de emergência 49, 55
Polígono antropogênico 116, 117, 123
Potabilidade 1, 4, 8
Potencial matricial 19, 146, 148
Python 77, 78

Q

Qualidade da água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 43, 45, 90, 134, 230, 234, 235, 241, 242, 243

R

Rede de arrasto não motorizado 179
Rompimento 49, 50, 54, 57, 63, 195

S

Secas 41, 59, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 142

Semiárido 29, 40, 41, 42, 48, 51, 69, 75, 91, 93, 94, 95, 96, 103, 169, 208, 244, 245, 246, 251, 253

Software 77, 78, 79, 81, 82, 83, 97, 102, 106, 149, 150, 154, 156, 216

Sustentabilidade municipal 116, 130

Swan 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39

T

Tecnologia ambiental 48, 244

Tecnologias apropriadas 40

U

Urbanização 85, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 170

V

Variabilidade 12, 13, 14, 15, 69, 75, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 133, 134, 137, 138, 140, 141, 142, 155, 211

Vegetação 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 51, 86, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 236

Velocidade de infiltração básica 18, 19, 20, 21, 22, 23, 146, 148, 152

VIB 18, 19, 20, 21, 146, 152

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-668-3

