

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 2

Luis Miguel Schiebelbein
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2018

Luis Miguel Schiebelbein

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 2

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 2 / Organizador Luis Miguel Schiebelbein. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
– (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v.2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-025-4
DOI 10.22533/at.ed.254190901

1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Schiebelbein, Luis Miguel. II. Título. III. Série.

CDD 343.81

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Na continuidade do Volume I, a obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade” aborda uma série de artigos e resultados de pesquisa, em seu Volume II, contemplando em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos científicos e tecnológicos para as áreas em questão.

Estrategicamente agrupados nas grandes áreas temáticas de Qualidade da Água, Recursos Hídricos no Abastecimento, Utilização Agrícola dos Recursos Hídricos & Sustentabilidade, traz à tona informações de extrema relevância para a área dos Recursos Hídricos, assim como da Sustentabilidade.

Os capítulos buscam de maneira complementar, abordar as diferentes áreas além de concentrar informações envolvendo não só os resultados aplicados, mas também as metodologias propostas para cada tipo de estudo realizado.

Pela grande diversidade de locais e instituições envolvidas, na realização das pesquisas ora publicadas, apresenta uma grande abrangência de condições e permite, dessa forma, que se conheça um pouco mais do que se tem de mais recente nas diferentes áreas de abordagem.

A todos os pesquisadores envolvidos, autores dos capítulos inclusos neste Volume II, e, pela qualidade e relevância de suas pesquisas e de seus resultados, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Complementarmente, espera-se que esta obra possa ser de grande valia para aqueles que buscam ampliar seus conhecimentos nessa magnífica área da Gestão de Recursos Hídricos, associada à Sustentabilidade. Que este seja não só um material de apoio, mas um material base para o estímulo a novas pesquisas e a conquista de resultados inovadores.

Luis Miguel Schiebelbein

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA POLÍTICA DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS-MG	
<i>Roberta Christina Amancio</i>	
<i>Hérica Leonel de Paula Ramos Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909011	
CAPÍTULO 2	12
AVALIAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS AÇUDE DA MACELA E JACARECICA ITABAIANA-SE DO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS-IQAR	
<i>Maria Caroline Silva Mendonça</i>	
<i>Helenice Leite Garcia</i>	
<i>Valdelice Leite Barreto</i>	
<i>Carlos Alexandre Borges Garcia</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909012	
CAPÍTULO 3	22
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO POÇÃO DA RIBEIRA USANDO ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	
<i>Carlos Eduardo Oliveira Santos</i>	
<i>Lucas Cruz Fonseca</i>	
<i>José do Patrocinio Hora Alves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909013	
CAPÍTULO 4	31
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS PLUVIAIS LANÇADAS POR BACIAS DE DETENÇÃO EM CORPOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, DF – BRASIL.	
<i>Carolinne Isabella Dias Gomes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909014	
CAPÍTULO 5	40
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EFLUENTES DE AGROINDÚSTRIAS DA REGIÃO CELEIRO DO RS	
<i>Marieli da Silva Marques</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909015	
CAPÍTULO 6	47
COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DE ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIO UTILIZADO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DURANTE PERÍODO DE SECA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
<i>Leandro Gomes Viana</i>	
<i>Patrícia Silva Cruz</i>	
<i>Dayany Aguiar Oliveira</i>	
<i>Ranielle Daiana dos Santos Silva</i>	
<i>José Etham de Lucena Barbosa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909016	

CAPÍTULO 7 55

UTILIZAÇÃO DA CAFEÍNA COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMESTICO NO AÇUDE BODOCONGÓ EM CAMPINA GRANDE, PB

Alvânia Barros De Queiróz
Neyliane Costa De Souza
Márcia Ramos Luiz
Geralda Gilvania Cavalcante
Lígia Maria Ribeiro Lima

DOI 10.22533/at.ed.2541909017

CAPÍTULO 8 66

UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA DE RESERVATÓRIO – IQAR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS ALGODOEIRO E GLÓRIA

Anairam Piedade de Souza Melo
Helenice Leite Garcia
Maria Caroline Silva Mendonça
Valdelice Leite Barreto
Carlos Alexandre Borges Garcia

DOI 10.22533/at.ed.2541909018

CAPÍTULO 9 77

ANÁLISE DA ESCASSEZ HÍDRICA NO PAÍS NO PERÍODO 2012-2016 E DAS AÇÕES DE GESTÃO EM ÁREAS CRÍTICAS

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares
Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira
Teresa Luísa Lima de Carvalho
Laura Tillmann Viana

DOI 10.22533/at.ed.2541909019 .

CAPÍTULO 10 92

DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: OTIMIZAÇÃO EVOLUTIVA CONSIDERANDO CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Marcos Rodrigues Pinnto
Marco Aurélio Holanda de Castro
João Marcelo Costa Barbosa
Josér Valmir Farias Maia Junior

DOI 10.22533/at.ed.25419090110

CAPÍTULO 11 100

CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES SOBRE O QUADRO DE CRISE NO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – MG: O CASO DA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS

Bernardo Ribeiro Filizzola
Cristiano Pena Magalhães Marques
Rodrigo Silva Lemos
Antônio Pereira Magalhães Junior Guilherme Eduardo Macedo Cota

DOI 10.22533/at.ed.25419090111

CAPÍTULO 12 111

SÍNTESE DE SISTEMAS DE TRATAMENTO FINAL DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NA SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE REÚSO DE ÁGUA

Reinaldo Coelho Mirre
Mariana de Souza dos Santos
Dalal Jaber Suliman Abdullah Audeh

André Luiz Hemerly Costa Fernando Luiz

Pellegrini Pessoa

DOI 10.22533/at.ed.25419090112

CAPÍTULO 13..... 120

FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS EM MANANCIAS DE ABASTECIMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Patrícia Silva Cruz

Leandro Gomes Viana

Dayany Aguiar Oliveira

Ranielle Daiana dos Santos Silva

José Etham de Lucena Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.25419090113

CAPÍTULO 14..... 128

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Gilson Bárbara

Marcelo José Romagnoli

Dagmar Aparecida de Marco Ferro

DOI 10.22533/at.ed.25419090114

CAPÍTULO 15..... 131

DIAGNÓSTICO DAS COMUNIDADES RURAIS DIFUSAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO

Eduardo Jorge de Oliveira Motta

DOI 10.22533/at.ed.25419090115

CAPÍTULO 16..... 141

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E FORMULAÇÃO DE PROJETOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA A REGIÃO RURAL DA CIDADE DE BELÉM – PA

Roberta Andrade Ribeiro

Ana Carla Bezerra Santos

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Maria Ludetana Araújo

Antônio de Noronha Tavares

Rubens Takeji Aoki Araujo Martins

Gustavo Neves Silva

DOI 10.22533/at.ed.25419090116

CAPÍTULO 17 150

ANÁLISE DE CENÁRIOS COM REDUÇÃO DA DEMANDA DA ORIZICULTURA NA BACIA DO RIO SANTA MARIA COM APLICAÇÃO DO MODELO CRUZ

Christhian Santana Cunha

Rafael Cabral Cruz

Tatiani Coletto

Vinicius Ferreira Dulac

DOI 10.22533/at.ed.25419090117

CAPÍTULO 18..... 161

IDENTIFICAÇÃO DOS ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS NA PESCA E AQUICULTURA NO PARÁ APLICANDO O ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO NORMALIZADO

Elias Fernandes de Medeiros Junior

DOI 10.22533/at.ed.25419090118

CAPÍTULO 19	167
ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA DO MILHETO IRRIGADO COM ÁGUA CINZA TRATADA	
<i>Mychelle Karla Teixeira de Oliveira</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<i>Francisco de Assis de Oliveira</i>	
<i>Allana Rayra Holanda Sotero</i>	
<i>Wellyda Keorle Barros de Lavôr</i>	
<i>Ricardo André Rodrigues Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.25419090119	
CAPÍTULO 20	174
DESENVOLVIMENTO DO MILHETO CV. CEARÁ IRRIGADO COM ÁGUA CINZA TRATADA	
<i>Ricardo André Rodrigues Filho</i>	
<i>Mychelle Karla Teixeira de Oliveira</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<i>Francisco de Assis de Oliveira</i>	
<i>Allana Rayra Holanda Sotero</i>	
<i>Wellyda Keorle Barros de Lavôr</i>	
DOI 10.22533/at.ed.25419090120	
CAPÍTULO 21	181
AVALIAÇÃO DA TAXA DE DECRÉSCIMO DE UMIDADE PARA DIFERENTES AMOSTRAS DE ÁGUA, AREIA E CAVACO DE MADEIRA	
<i>Adelino Carlos Maccarini</i>	
<i>Marcelo Risso Errera</i>	
<i>Marcelo Rodrigues Bessa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.25419090121	
SOBRE O ORGANIZADOR	187

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO POÇÃO DA RIBEIRA USANDO ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Carlos Eduardo Oliveira Santos

Universidade Federal de Sergipe – UFS,
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos, São Cristóvão – Sergipe.

Lucas Cruz Fonseca

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

José do Patrocínio Hora Alves

Universidade Federal de Sergipe – UFS,
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos, São Cristóvão – Sergipe.

RESUMO: Nesse trabalho foi avaliada a qualidade da água superficial do reservatório Poção da Ribeira, no estado Sergipe, Nordeste do Brasil. Para tal, foram realizadas quatro campanhas de amostragem, compreendidas no intervalo temporal de junho de 2013 a novembro de 2014. Em cada amostra foram determinados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, alcalinidade total, dureza, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais dissolvidos, cor, carbono orgânico total, fosfato, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto, sulfato, bicarbonato, coliformes termotolerantes e temperatura. A análise de agrupamento hierárquico (AAH) pelo método Ward e a Análise de Componentes Principais (ACP) foram aplicadas ao conjunto dos dados obtidos. AAH

discriminou os períodos secos dos chuvosos, demonstrando a variação sazonal da qualidade da água. A ACP revelou que as duas primeiras componentes principais (CP1, CP2) juntas, explicaram 96,53% da variância total da matriz de dados. A CP1 está associada ao conteúdo iônico da água e separou as amostras do período seco de 2014 das demais. A CP2 discriminou a qualidade da água entre os períodos seco e chuvoso e evidenciou que a variação sazonal está associada principalmente, a concentração dos coliformes termotolerantes.

PALAVRAS-CHAVE: recursos hídricos, variação sazonal, análise de agrupamento hierárquico, análise de componentes principais, balanço iônico.

ABSTRACT: In this study, it was evaluated the surface water quality from Poção da Ribeira reservoir, in the state of Sergipe, northeast Brazil. Surface water samples were collected at four sampling campaigns, between the time period of June 2013 to November 2014. In each sample, the following parameters were determined: pH, electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen, total alkalinity, hardness, biochemical oxygen demand, total dissolved solids, color, total organic carbon, phosphate, total phosphorus, nitrate, nitrite, ammonia, sodium, potassium, calcium, magnesium, chloride, sulphate, bicarbonate, thermotolerant

coliform and temperature. A hierarchical cluster analysis (HCA) by Ward method and Principal Component Analysis (PCA) were applied to all data. The HCA discriminated dry periods of rainy ones, showing the seasonal variation of the water quality. PCA showed that the first two principal components (PC1, PC2) together explained 96.53% of the data matrix total variance. The PC1 is associated with the water ionic content and separated the dry period samples of 2014 from the others. The PC2 discriminated water quality between the dry and rainy seasons and showed that the seasonal variation is associated mainly with the thermotolerant coliform concentration.

KEYWORDS: water resources, seasonal variation, hierarchical cluster analysis, principal component analysis, ion balance.

1 | INTRODUÇÃO

Ao contrário de um recurso estático como a terra, a água ocorre em um ciclo dinâmico de chuva, escoamento e evaporação, com enormes variações temporais e espaciais, e ainda com variações na sua qualidade, com efeitos significativos sobre os seus múltiplos usos (Rijsberman, 2006).

Em termos globais, a escassez de água, nas próximas décadas, deverá atingir até dois terços da população mundial (Vorosmarty et al., 2000; Wallace, 2000; Wallace e Gregory, 2002). Fica evidente que com o crescimento populacional haverá proporcionalmente menos água disponível por pessoa, considerando que os recursos hídricos disponíveis são mais ou menos constantes (Rijsberman, 2006).

Os reservatórios são alternativas importantes, no suprimento de água bruta para as cidades, irrigação, controle de enchentes e geração de eletricidade. Portanto, é imperativo se dispor de informações para subsidiar a gestão adequada desses ambientes (Singh et al., 2004; Varol et al., 2012; Huang et al., 2014).

A análise estatística multivariada tem sido aplicada na avaliação da qualidade de águas superficiais, pois são úteis na verificação de variações espaço – temporal e na identificação de fatores naturais e antropogênicos associados à sazonalidade (Singh et al., 2004, 2005; Qadir et al., 2007; Shrestha; Kazama, 2007; Varol; Şen, 2009; Varol et al., 2012).

Nesse trabalho foi avaliada a qualidade da água do reservatório Poção da Ribeira, situado na região Agreste Central do Estado de Sergipe. Para avaliação das variações temporais utilizou-se de ferramentas estatísticas multivariadas, aplicadas ao conjunto dos dados, possibilitando a identificação das variáveis como maior influência nessas variações e suas possíveis fontes.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

Nesta seção são apresentadas a área de estudo e sua localização geográfica, o

detalhamento das campanhas de amostragem e referências dos métodos analíticos utilizados para a análises da água, assim como os softwares utilizados para o tratamento de dados da qualidade da água do reservatório Poção da Ribeira, no ponto de amostragem, e período de abrangência temporal do estudo.

2.1. Área de Estudo

A área estudada encontra-se na região nordeste do Brasil, entre os municípios de Itabaiana e Campo do Brito, agreste central do estado de Sergipe, como demonstrado na Figura 1.

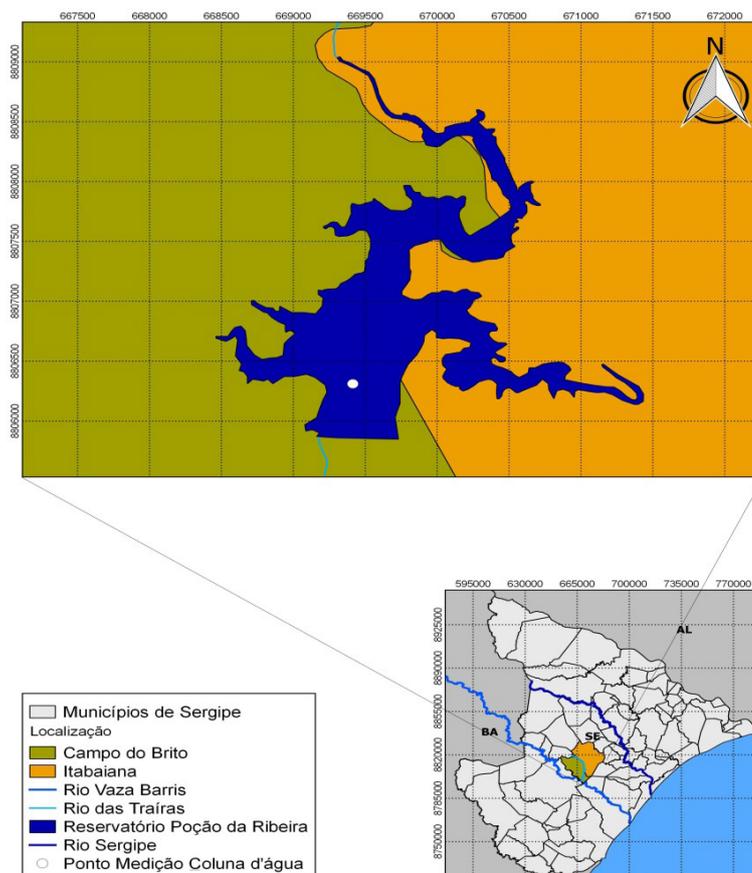


Figura 1 – Localização da área de estudo e georreferenciamento do ponto de amostragem

O reservatório Poção da Ribeira foi originado do barramento do rio Traíras, durante o projeto estadual denominado Chapéu de Coro, com conclusão da obra no ano de 1987 (FERNANDES;1991), tendo como propósito original a irrigação das terras agricultáveis do Perímetro Irrigado de mesmo nome, um importante centro produtor de hortaliças do estado de Sergipe. Esse empreendimento é formado por uma barragem de terra, de seção homogênea, assente diretamente sobre rocha sã fraturada, de comprimento 550 m no eixo do coroamento, 150 m no vertedouro, altura 26 m e capacidade de acumulação de 16.500.000 m³ (FERNANDES;1991). Atualmente as águas do reservatório também são utilizadas para a piscicultura e abastecimento humano, após tratamento, das comunidades circunvizinhas.

2.2. Amostragem e análises químicas

Amostras de água de superfície foram coletadas nos meses de junho e novembro dos anos 2013 e 2014, em ponto único, localizado nas seguintes coordenadas UTM: Zona 24, 8.806.18 (N) e 669.420 (E), como ilustrado na Figura 1.

As amostras de água superficial foram coletadas, acondicionadas e transportadas ao Laboratório de Química de Água do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) de acordo com o *Standard Methods for Examination of the Water and Wastewater* (APHA, 2012). As análises foram realizadas seguindo as metodologias analíticas propostas por APHA (2012) e *United States Environmental Protection Agency* (US EPA, 1986), sendo melhor explicitado na Tabela 1.

Para garantia da qualidade analítica, foram usadas a calibração com padrões, a análise de reagentes em branco e determinações em replicatas. O laboratório também participa regularmente de programas de proficiência e tem acreditação para alguns parâmetros.

2.3. Tratamento dos dados

A matriz de dados obtida das amostras coletadas sazonalmente foi submetida à análise de agrupamento hierárquico pelo método Ward com distância Euclidiana, visando avaliar a similaridade existente entre os diferentes períodos de amostragem. E também à análise multivariada de componentes principais, objetivando a redução do número de variáveis, o que possibilita a identificação das medidas responsáveis pelas maiores variações entre os resultados, sem perda significativa de informações.

Para o uso das ferramentas estatísticas multivariadas foi utilizado o software livre PAST – *Paleontological Statistics*, versão 3.04 (HAMMER *et al*, 2001). Adotando um valor- α de 0,05 como nível crítico para todos os testes, resultando numa confiabilidade de 95%.

Para a avaliação e classificação quanto ao conteúdo iônico das águas foi utilizado o software livre QualiGraf (MÖBÜS, 2014). Programa desenvolvido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, voltado para a interpretação gráfica de dados hidroquímicos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros da qualidade da água para as amostras coletadas nos períodos seco e chuvoso são mostrados na Tabela 1. A análise de componentes principais e a análise de agrupamento foram aplicadas a esse conjunto dos dados, com objetivo de obter informações sobre as diferenças entre os períodos seco e chuvoso, sobre as

variáveis envolvidas na discriminação e as fontes que a originaram.

A análise de agrupamento gerou o dendograma mostrado na Figura 2, onde as amostras do período seco e chuvoso foram agrupadas em dois grupos estatisticamente significativos; um grupo contendo as amostras do período chuvoso, CH.13 e CH.14, e outro contendo as amostras do período seco, SE.14 e SE.15. Tal comportamento demonstra a variabilidade sazonal dos parâmetros de qualidade da água e consolida a escolha dos períodos de amostragem baseados na distribuição das chuvas na região.

A técnica de Análise de Componentes Principais (ACP) consiste na aplicação da análise multivariada aos dados originais, considerando cada ponto de amostragem como um objeto e os parâmetros medidos como variáveis. A ACP permite encontrar novas variáveis (componentes principais, CP), que em menor número que as originais podem explicar as variâncias dos dados e simultaneamente reduzir a dimensionalidade do problema.

Parâmetros	Método de Referência	Períodos Amostrais			
		CH. 13	SE. 14	CH. 14	SE. 15
pH	¹ SM 4500 H ⁺ B	7,6	8,1	8,1	8,4
CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	SM 2510 B	505,5	870,0	419,8	525,4
Turbidez(uT)	SM 2130 B	14,40	3,70	6,60	6,30
OD ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	SM 4500 O	4,40	6,06	5,99	8,41
Alcalinidade. ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	SM 2320 B	90,99	1,69	91,64	126,8
Dureza ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	SM 2340 B	75,71	103,1	141,2	66,75
DBO ₅ ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	SM 5210 D	13,10	8,70	13,10	14,20
STD (mg.L^{-1})	SM 2510 A	348,8	487,2	235,1	294,2
Temperatura da Água (°C)	-	22,0	25,5	29,0	29,0
Cor (uH)	SM 2120 C	2,80	2,99	10,20	1,68
Fósforo total (mg.L^{-1})	-	0,46	0,043	0,51	0,02
COD total (mg.L^{-1})	SM 5310 B	13,35	15,71	23,87	13,72
Coliformes (NMP/100mL)	SM 9223 B	92	23	1100,0	350,0
N-NO ₃ ⁻ (mg.L^{-1})	² US EPA 300.7	0,082	0,460	<0,011	0,09
N-NO ₂ ⁻ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	<0,015	0,1200	<0,015	<0,015
NH ₃ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	0,05	<0,039	0,10	<0,047
P-PO ₄ ³⁻ ($\text{mg.L}^{-1} \text{P}$)	US EPA 300.7	<0,033	0,1	<0,016	0,14
Na ⁺ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	47,51	102,84	31,81	140,29
K ⁺ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	5,60	7,41	5,71	4,94
Ca ²⁺ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	12,69	21,54	31,76	11,12
Mg ²⁺ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	10,73	12,02	15,08	9,50
HCO ₃ (mg.L^{-1})	SM 2320 B	90,99	84,57	91,64	119,20
SO ₄ ²⁻ (mg.L^{-1})	US EPA 300.7	8,25	10,95	15,18	17,64

Cl ⁻ (mg.L ⁻¹)	US EPA 300.7	76,13	165,76	80,62	156,58
---------------------------------------	--------------	-------	--------	-------	--------

Tabela 1. Qualidade da água superficial do reservatório Poção da Ribeira, no período estudado, e seus respectivos métodos de referência.

¹Standard Methods for Examination of the Water and Wastewater; ²United States Environmental Protection Agency

A ACP, aplicada ao conjunto dos dados, revelou que as duas primeiras componentes principais (CP1, 77,2 %; CP2, 19,4%) juntas, explicaram 96,6 % da variância total do conjunto dos dados da qualidade da água do reservatório. A primeira componente (CP1) está fortemente associada ao conteúdo iônico da água (peso > 0,59), principalmente aos íons Na⁺ e Cl⁻, enquanto que a segunda componente (CP2) mostrou uma forte correlação positiva apenas com a concentração dos coliformes termotolerantes.

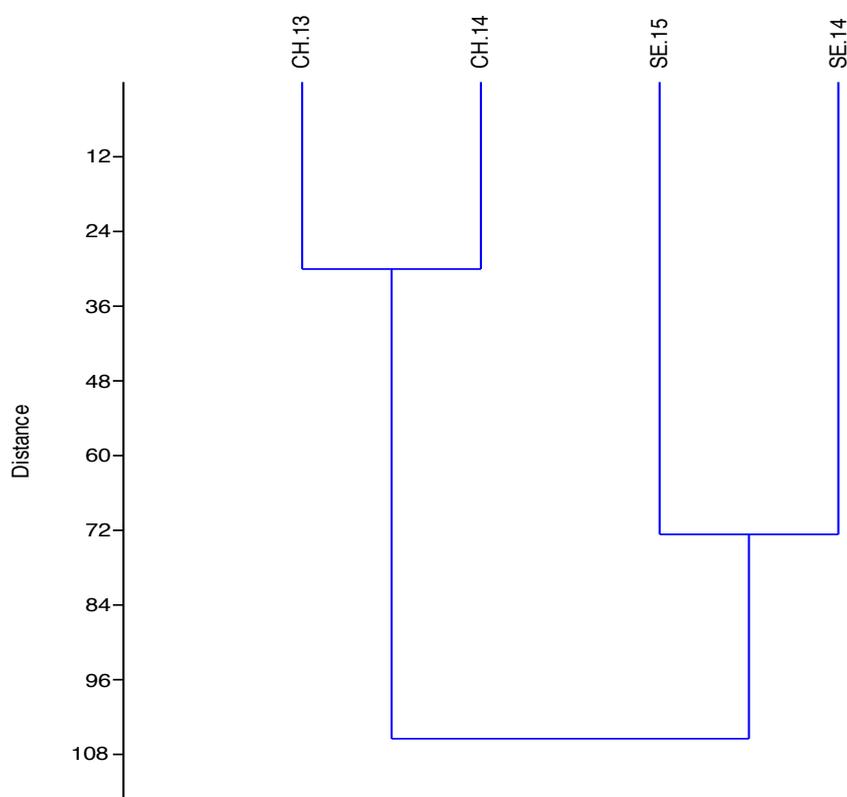


Figura 2 – Agrupamento hierárquico (método de Ward com distância Euclidiana), da qualidade da água para o reservatório Poção da Ribeira.

Na Figura 3 está representado um plano cartesiano formado pelas componentes CP1 e CP2 onde pode ser visualizada a influência de cada uma dessas componentes na variabilidade da qualidade da água nos diferentes períodos de coleta, demonstrando as similaridades e diferenças existentes entre eles. A componente principal CP2 discriminou a qualidade da água entre os períodos seco e chuvoso e evidenciou que a

variação sazonal foi causada principalmente, pela maior concentração dos coliformes termotolerantes no período chuvoso. A primeira componente principal (CP1) mostrou que existe uma diferença significativa entre a qualidade da água nas amostras coletadas no período seco, e essa diferença está associadas às maiores concentrações dos íons Na^+ e Cl^- no período seco de 2014 (SE.14).

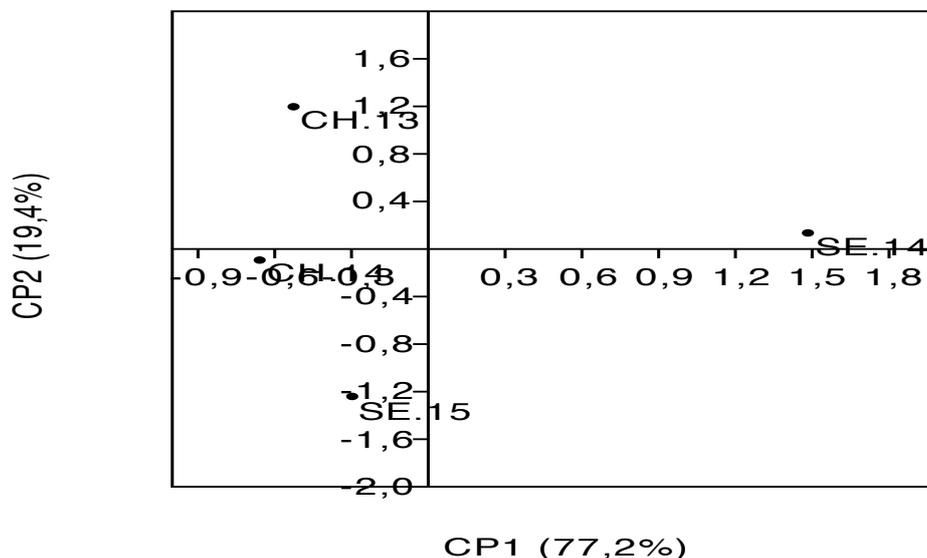


Figura 3 – Plano cartesiano das componentes CP1 e CP2 para a qualidade da água do reservatório Poço da Ribeira, nos períodos seco (SE) e chuvoso (CH). A água do reservatório apresentou predominância do íon Cl^- , dentre os ân

ions, e do íon Na^+ , dentre os cátions, para a maioria dos períodos amostrais (Figura 4). Com base no balanço iônico é possível classificar a água como cloretada sódica nos períodos seco (SE.13, SE.14) e chuvoso CH.13. No período chuvoso CH.14 os íons Na^+ e Ca^{2+} apresentaram percentagem próximas, e nesse caso, a água pode ser classificada como cloretada mista.

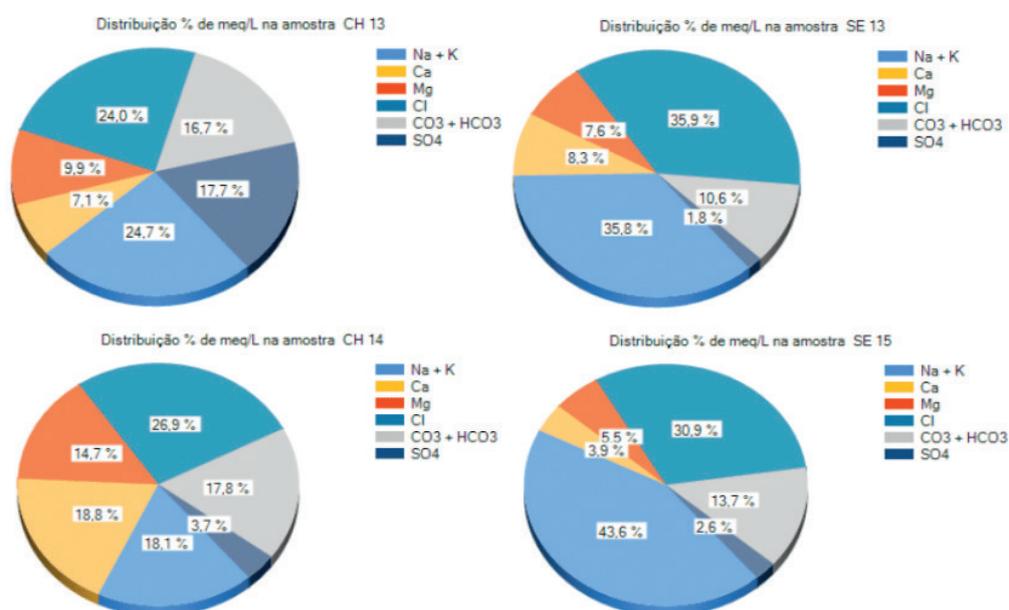


Figura 4 – Balanço iônico (% meq L⁻¹) da água do reservatório Poço da Ribeira, para o período estudado

4 | CONCLUSÕES

As técnicas estatísticas multivariadas mostraram-se adequadas, para avaliação da qualidade das amostras da água de superfície do reservatório Poção da Ribeira, coletadas nos períodos chuvoso e seco, compreendidos no intervalo temporal de junho de 2013 a novembro de 2014.

A Análise de Componentes Principais e de Agrupamento demonstraram a variabilidade sazonal da qualidade da água do reservatório, associada a uma maior concentração de coliformes termotolerantes no período chuvoso. Isso evidencia a contaminação da água no período chuvoso, por fontes difusas, relacionadas ao escoamento superficial pela ação das chuvas.

A água do reservatório apresentou predominância de Cl⁻, dentre os ânions e de Na⁺, dentre os cátions, para a maioria dos períodos amostrais. Esses íons foram responsáveis pela separação estatística das amostras coletadas no período seco.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao projeto “Monitoramento de Mananciais Superficiais e Reservatórios do Estado de Sergipe”, Convênio nº 001/2012 entre a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SEMARH) e o Instituto Tecnológico e de Pesquisas de Sergipe (ITPS).

REFERÊNCIAS

APHA, **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. America Public Health Association Washington – DC, 2012.

Fernandes C. E. M. **Desempenho da barragem Poção da Ribeira face aos abalos sísmicos oriundos de uma pedreira próxima em exploração**. In: Anais do XIX Seminário Nacional de Grandes Barragens, p. 35-42, Aracaju – SE, 1991.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis – PAST**. Paleontologia Electronica, v. 4. n. 1. 2001.

HUANG, T.; LI, X.; RIJNAARTS, H.; GROTENHUIS, T.; MA, W.; SUN, X.; XU, J. **Effects of storm runoff on the thermal regime and water quality of a deep, stratified reservoir in a temperate monsoon zone, in Northwest China**. Science of the Total Environment, v. 485–486, p. 820–827, 2014.

MÖBÜS, G. **QUALIGRAF. Programa para análises da qualidade da água**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, Fortaleza – CE, 2014. Disponível em <http://www.funceme.br/qualigraf/>. Acesso em: mar. 2015.

QADIR, A., MALIK, R.N., HUSAIN, S.Z. **Spatio-temporal variations in water quality of Nullah Aik-tributary of the river Chenab, Pakistan**. Environmental Monitoring and Assessment, v. 140, p. 43–59, 2007.

RIJSBERMAN, F.R. **Water scarcity: Fact or fiction?** *Agricultural Water Management*, v. 80, p. 5–22, 2006.

SINGH, K.P., MALIK, A., MOHAN, D., SINHA, S. (2004). **Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India): a case study.** *Water Research*, v. 3, p. 3980–3992, 2004.

SINGH, K.P., MALIK, A., SINHA, S. **Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti River (India) using multivariate statistical techniques: a case study.** *Analytica Chimica Acta*, v. 538, p. 355–374, 2005.

SHRESTHA, S., KAZAMA, F. **Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of the Fuji River basin, Japan.** *Environmental Modelling and Software*, v. 22, p. 464–475, 2007.

US EPA – United States Environmental Protection Agency. Ptaff F. **Method 300.7: Disolved Sodium, Amonium, Potassium, Magnesium, and Calcium in Wet Deposition by Chemical Supressed Ion Chromatography**, Cincinnati – OH, 1986.

VAROL, M., ŞEN, B. **Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey.** *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 159, p. 543–553, 2009.

VAROL, M; GÖKOT, B.; BEKLEYEN A.; ŞEN, B. **Spatial and temporal variations in surface water quality of the dam reservoirs in the Tigris River basin, Turkey.** *Catena*, v. 92, p. 11-21, 2012.

VOROSMARTY, C.J., GREEN, P., Salisbury, J., LAMMERS, R.B. **Global water resources: vulnerability from climate change and population growth.** *Science*, v. 289, p. 284–288, 2000.

WALLACE, J.S., GREGORY, P.J. **Water resources and their use in food production.** *Aquat. Sci.*, v. 64, p. 363–375, 2002.

WALLACE, J.S. **Increasing agricultural water efficiency to meet future food production.** *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 82, p. 105–119, 2000.

SOBRE O ORGANIZADOR

Luis Miguel Schiebelbein - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1997) e mestrado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná (2006), Doutorado em Agronomia - Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2017). Atualmente é Professor dos Cursos de Agronomia, Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Superior Tecnológico em Radiologia e de Pós-Graduação em Agronegócio e Gestão Empresarial do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). É revisor da Revista de Ciências Agrárias - CESCAGE, Professor Colaborador do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) . Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agricultura de Precisão, atuando principalmente nos seguintes temas: Agricultura de Precisão, Geoprocessamento, Modelagem e Ecofisiologia da Produção Agrícola, Agrometeorologia, Hidrologia, Mecanização, Aplicação em Taxa Variável, Fertilidade do Solo e Qualidade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-025-4

