

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 EUTROFIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS AÇUDE DA MACELA E JACARECICA ITABAIANA-SE DO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS-IQAR

Maria Caroline Silva Mendonça

Universidade Federal de Sergipe – Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos – PRORH

São Cristóvão – Sergipe

Helenice Leite Garcia

Universidade Federal de Sergipe – Departamento de Engenharia Química

São Cristóvão – Sergipe

Valdelice Leite Barreto

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH

Aracaju – Sergipe

Carlos Alexandre Borges Garcia

Universidade Federal de Sergipe – Departamento de Química

São Cristóvão – Sergipe

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar o processo de eutrofização dos reservatórios da Macela e Jacarecica através dos principais índices de qualidade da água para reservatórios. As variáveis físico-químicas e biológicas analisadas foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, cor, sólidos totais, sólidos secos, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo total e clorofila-a. Os parâmetros de qualidade foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA e a qualidade foi determinada de acordo com

quatro índices – IAQR (IAP), O-IQA, PW-IQA e CPCB-IQA –, a fim de minimizar a subjetividade e melhorar a credibilidade da avaliação final. Os resultados obtidos para o IQAR, O-IQA, PW-IQA e CPCB-IQA para os reservatórios da Macela e Jacarecica, permitiram classificá-los, respectivamente, como extremamente poluídos, muito ruim, qualidade mínima e muito ruim. As análises das variáveis de qualidade mostraram que as águas destes reservatórios encontram-se com altas concentrações de nitrogênio amoniacal e fósforo total, sendo as atividades antrópicas, resultado do despejo de efluentes domésticos, industriais e agrícolas, as principais e as mais significativas possíveis fontes de poluição. Deste modo, as águas dos rios não estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA para a classe 2 de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água; Processo de eutrofização; Reservatórios da Macela e Jacarecica.

ABSTRACT: This study had as objective to evaluate the process of eutrophication of the reservoirs Macela and Jacarecica through the main indices of water quality to reservoirs. The physicochemical and biological variables analyzed were: temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, color, total solids, dry solids, ammonia nitrogen, nitrite, nitrate, total

phosphorus and chlorophyll a. The parameters of water quality were compared with the limits established by CONAMA's Resolution n°. 357/2005 and the quality of its waters was determined according to four indexes - IAQR (IAP), O-WQI, PW-WQI and CPCB-WQI - in order to minimize subjectivity and improve the credibility of the final evaluation. The results for the IQAR, O-IQA, PW-IQA and CPCB-IQA to both reservoirs, Macela and Jacarecica, allowed classify them respectively as extremely polluted, very bad, minimum quality and very bad. The analysis of variables showed that the water quality of these reservoirs are found with high concentrations of ammonia-N and total phosphorus, like anthropogenic activities, resulting from dumping of domestic, industrial and agricultural effluents, possibly, the main and most significant sources of pollution. Thus, these river waters are not in accordance with standards established by CONAMA's Resolution n°. 357/2005 for Class 2 quality.

KEYWORDS: Water quality; Eutrophication process; Reservoirs Macela and Jacarecica.

1 | INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade da água em reservatórios contribui para avaliar os impactos a que os ecossistemas estão submetidos, além de garantir maior confiabilidade quanto à segurança da saúde da população. Dessa maneira, este colabora com o controle e gestão da qualidade das águas com base nos parâmetros físico-químicos, como temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade e as condições climáticas do dia, e biológicos, como a presença de cianobactérias, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

De acordo com Balcerzak (2005), a eutrofização, partindo do ponto de vista ecológico, é um processo de proliferação de matéria orgânica em meio hídrico, e que resulta na multiplicação de matéria vegetal que, por decomposição, provoca a diminuição do oxigênio necessário à vida animal e, conseqüentemente, a diminuição da atividade biológica desse ecossistema. Esse processo pode ser natural ou provocado pelo homem (eutrofização antrópica), que atualmente é a principal causa de contaminação da água com nutrientes, tendo como princípio o aumento da concentração da matéria orgânica em meio aquático.

À vista disso, a eutrofização promove o crescimento em excesso de plantas, favorecendo a proliferação das algas e do plâncton, provocando, assim, uma severa redução na qualidade da água. Durante esse processo, a carga excessiva de nutrientes, geralmente fosfato e nitrato, implica no crescimento das algas que vivem na superfície da água, formando uma camada densa e verde, que impede a penetração da luminosidade, reduzindo a taxa de oxigênio necessário para atender aos organismos aeróbios. Quando morrem, as algas se depositam no fundo do mar, onde são decompostas e os nutrientes contidos na matéria orgânica são convertidos, por bactérias, em formas inorgânicas (GARCIA et al, 2013).

Dessa forma, para Olsen (2013), a consequência mais importante da eutrofização

é a produção de compostos tóxicos a partir de cianobactérias. Essas toxinas seguem um caminho na cadeia alimentar que podem resultar em morbidez e mortalidade. Quando as algas morrem ou são ingeridas, elas liberam neurotoxinas que podem matar animais e representar uma ameaça aos seres humanos.

Segundo Mohan (2012), efluentes de esgotos sem tratamento e escoamentos agrícolas que transportam fertilizantes são exemplos de processos de eutrofização causados pelo homem. No entanto, o processo ocorre naturalmente em situações em que os nutrientes se acumulam ou nas quais eles fluem para sistemas de bases efêmeras.

Ainda de acordo com Mohan (2012), o processo de decomposição utiliza o oxigênio e priva as águas mais profundas deste, que pode matar os seres aeróbios. Além do mais, os nutrientes necessários para manter a vida dos organismos ficam retidos na parte inferior do ecossistema aquático e, se estes não são trazidos para mais perto da superfície, onde há mais luz disponível para a fotossíntese, uma séria tensão é colocada sobre as populações de algas. O crescimento avançado da vegetação aquática ou fitoplâncton e a proliferação de algas perturbam o funcionamento normal do ecossistema, causando uma variedade de problemas, tais como problemas de saúde que ocorrem quando as condições eutróficas interferem no tratamento de água potável. Como consequência desse processo, ou seja, devido ao acúmulo de sedimentos, ocorre a produção de gases tóxicos, como o gás sulfúrico, e de toxinas, como a amônia.

Para Chin (2013), vários compostos ou combinações de produtos químicos são considerados tóxicos para a vida humana e aquática e tem o potencial de ocorrer no ambiente hídrico a níveis perigosos. Em alguns casos, o desequilíbrio do ecossistema é provocado pela falta de uma substância que é essencial para o bem-estar do meio e não pela presença de uma substância tóxica. Assim, a taxa de oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio são os parâmetros mais importantes para avaliar a saúde do ecossistema.

Pelo fato de as cianobactérias conseguirem viver em diversos ambientes e condições extremas, reservatórios com grande quantidade destas não são facilmente regenerados, um vez que o tratamento de água convencional não será suficiente para remover as toxinas presentes no ecossistema (GARCIA; SANTOS, 2013).

No ponto de vista de Olsen (2013), essas toxinas provocam doenças que variam de acordo com o mecanismo de toxicidade, com a dose tóxica e com a água a qual o organismo foi exposto. Os sintomas incluem desde a irritação da pele, dor de cabeça, espasmos musculares até o coma. Animais marinhos podem ser vetores de tais toxinas, como no caso do ciguatera, que é um peixe tipicamente predador que acumula a toxina que, depois, é ingerida pelos humanos.

A adequação das fontes de água para consumo humano tem sido descrita em termos de índice de qualidade de água (IQA), que é uma das formas mais eficazes para descrever a qualidade da água. Segundo Tyagi et al (2013), o IQA utiliza os

dados de qualidade da água e ajuda na modificação das políticas ambientais, que são formuladas por várias agências de monitoramento ambiental. O uso da variável individual, a fim de descrever a qualidade da água para o público comum, não é de fácil compreensão. É por isso que o IQA tem a capacidade de reduzir a maior parte das informações em um único valor para expressar os dados de forma simplificada e lógica, a partir de um número de parâmetros que, ao serem combinados, desenvolvem um estado geral de um sistema de água.

No entanto, o IQA, muitas vezes, é específico para determinado tipo de poluição ou área geográfica, mas não para aplicações universais, além de não fornecer evidências sobre as fontes poluentes. À vista disso, outras entidades têm feito adaptações com relação aos parâmetros e à fórmula de cálculo do IQA, buscando demonstrar, de forma eficiente e oportuna, a qualidade da água de acordo com os parâmetros que estão influenciando o meio hídrico e, por isso, há a necessidade de atribuir novos pesos a essas variáveis, que são avaliados de acordo com a sua importância quanto ao uso final da água.

Neste contexto, o principal problema em programas regulares de monitoramento da qualidade da água é a geração de uma grande matriz de dados físico-químicos em um período relativamente curto de tempo que necessita de um mecanismo de manipulação de dados eficaz para a interpretação dos resultados, associação de variáveis e conclusão significativa para avaliar a qualidade de recursos hídricos. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é avaliar o processo de eutrofização de um reservatório de água através dos índices de qualidade da água para reservatórios comumente utilizados, com base nos parâmetros físico-químicos e biológicos da água.

2 | METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

Definiu-se como área do presente estudo de caso o Açude da Macela e o Reservatório Jacarecica. O perímetro do Açude da Macela está situado no espaço urbano do município de Itabaiana e a sub-bacia hidrográfica do Rio Jacarecica, uma das principais formadoras da bacia do Rio Sergipe, situa-se na região leste do agreste sergipano, englobando parcelas de quatro municípios: Riachuelo, Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Areia Branca.

O Açude tem uma capacidade de armazenamento de 2.710.000 m³ e foi projetado para fornecer água de irrigação para 156 hectares, além de ser uma área utilizada para a produção de hortaliças que abastece os mercados de Itabaiana e grande parte do estado. A água do açude apresenta qualidade imprópria para irrigação, possivelmente, em função dos despejos agrícolas (agrotóxicos), que escoam para essa área através dos rios ou dos lençóis freáticos, e esgotos domésticos e industriais descartados no

reservatório sem qualquer tratamento.

É muito comum o despejo de dejetos domiciliares, industriais, agrícolas sem o tratamento devido em corpos d'água e com o Rio Jacarecica não é diferente. De acordo com Ribeiro et al (2012), o rio percorre diversos municípios sergipanos, transportando partículas suspensas em solução e, também, desempenhando um papel erosivo ao desintegrar partículas sólidas que são carregadas pelo processo de saltação. A descarga de esgoto no rio afeta a vida aquática, diminuindo a oxigenação da água e causando a mortandade de peixes e espécimes animais, além de tornar a água imprópria para o consumo humano e dessedentação animal.

2.2. Procedimentos Metodológicos

Os dados para o presente estudo foram determinados segundo metodologia descrita pelo APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, e fornecidos pelo Laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe LQA/DQI/UFS. As variáveis de qualidade da água foram analisadas de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA.

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

2.3. Aplicação dos Índices de Qualidade da Água

A partir dos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos, foi possível calcular os índices de qualidade da água, para o Açude da Macela e Reservatório Jacarecica. Visto que não haviam sido analisados os 9 parâmetros de qualidade necessários para o cálculo do IQA, este foi inviabilizado.

É importante comentar que, para o cálculo dos índices IQAR, O-IQA, PW-IQA e CPCB-IQA, não é necessário analisar os novos parâmetros exigidos pelo cálculo do IQA. Algumas variáveis podem ser excluídas, assim como outras podem ser inseridas, como a clorofila a que é indicativo da presença de algas e, por isso, pode ser incluída no cálculo dos índices. Os parâmetros de qualidade da água, utilizados nos cálculos dos índices, foram analisados de acordo com as suas médias aritméticas obtidas a partir de uma planilha no aplicativo Excel (Microsoft Office).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise dos parâmetros de qualidade da água

As médias aritméticas dos parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade

da água dos reservatórios da Macela e Jacarecica estão representadas na Tabela 1. O desvio padrão de cada variável não foi considerado significativo ao trabalho, pois alguns parâmetros apresentaram valores de desvio muito próximos aos da média, devido à influência dos períodos de chuva e seca em que as amostras foram coletadas.

Parâmetro	Macela	Jacarecica
Condutividade (mS cm ⁻¹)	1,67	0,47
Cor (Pt-Co)	21,48	5,55
pH	8,56	7,70
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	1.058,02	217,30
Sólidos Secos (mg L ⁻¹)	23,06	2,60
Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹)	5,32	4,26
N-NH ₄ (µg L ⁻¹)	48,19	98,17
N-NO ₂ (µg L ⁻¹)	146,20	8,30
N-NO ₃ (µg L ⁻¹)	1.255,96	37,00
P Total (mg L ⁻¹)	0,83	0,38
Clorofila-a (µg L ⁻¹)	59,28	5,12

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos e biológicos do Açude da Macela e Reservatório Jacarecica

3.2. Avaliação dos índices de qualidade da água

Além de ser uma tarefa muito desafiadora, faz-se necessário atingir o equilíbrio entre o valor determinado, legitimidade da qualidade do corpo hídrico e a eficácia do índice através da análise de alguns, dentre centenas, parâmetros de qualidade da água. Mesmo quando todas as variáveis pré-selecionadas são consideradas importantes como indicadores de qualidade, algumas assumem pesos diferentes devido ao destino final da água e, por isso, o Açude da Macela e o Reservatório Jacarecica foram avaliados de acordo com os índices descritos, a fim de minimizar a subjetividade e melhorar credibilidade da avaliação final.

Por meio dos resultados obtidos através da análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, foram determinados os índices de qualidade da água para o Açude da Macela e Reservatório Jacarecica, cujos resultados encontram-se na Tabela 2.

Índices	Açude da Macela	Reservatório Jacarecica	Classe Equivalente
IQAR (IAP)	6,00	5,81	Extremamente poluído
O-IQA	2,16	1,01	Muito ruim
PW-IQA	9,49	3,42	Qualidade mínima
CPCB-IQA	20,13	4,45	Muito ruim

Tabela 2 - Índices de Qualidade da Água para o Açude da Macela e Reservatório Jacarecica.

Observando a Tabela 2 e seguindo as descrições numéricas dos índices de cada índice, ou seja, as faixas de classificação, verifica-se que a qualidade das águas

do Açude da Macela e do Reservatório Jacarecica encontram-se classificadas como *extremamente poluídas*, *muito ruim* e *qualidade mínima* e *muito ruim*, de acordo com os respectivos índices adaptados - com relação aos parâmetros e à fórmula de cálculo do IQA – IQAR, O-IQA, PW-IQA, CPCB-IQA.

Observa-se, também, que todos os índices foram calculados com base em parâmetros diferentes, e mesmo assim, os resultados são concordantes com os das análises físico-químicas e biológicas da água, que apresentaram, em algumas variáveis, valores bem acima dos máximos permitidos para qualquer uso da água. Assim, as variáveis que tiveram os resultados das análises mais elevados foram o nitrogênio amoniacal, bem como nitrito e nitrato, e o fósforo total, que são indicativas de processo de eutrofização, devido, possivelmente, aos despejos de efluentes domésticos e industriais, bem como o escoamento agrícola associado à aplicação de fertilizantes na agricultura.

A Figura 1 mostra uma comparação entre os índices, seus valores e os dois reservatórios estudados.

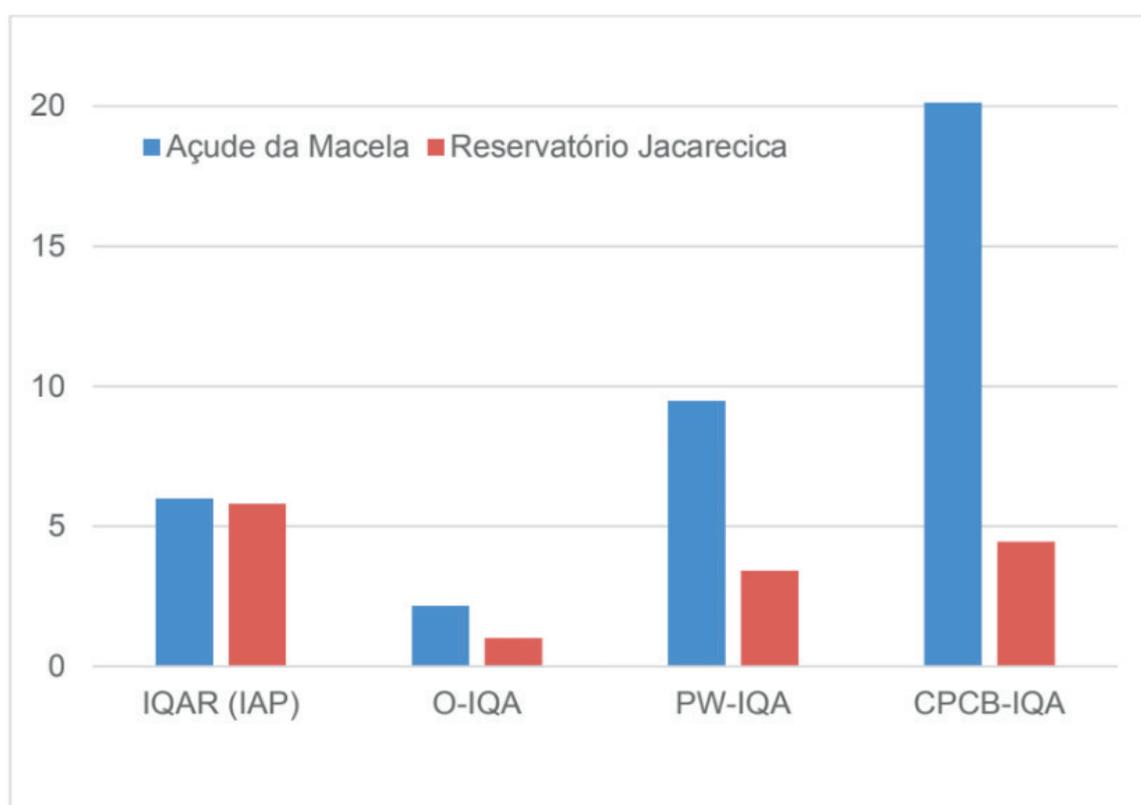


Figura 1 – Comparação entre os valores dos índices de qualidade da água nos reservatórios estudados.

O uso excessivo de fertilizantes pode ser um dos elementos em destaque, uma vez que os agrotóxicos, utilizados nas plantações agrícolas localizadas próximas ao açude, são despejados nos rios ou absorvidos pelos lençóis freáticos. Vale salientar que a região do Açude é muito rica na produção de hortaliças, que abastecem o mercado itabaianense, bem como a capital e grande parte do estado, e que para produzir esses alimentos, os agricultores utilizam as águas da Macela.

É importante comentar também que o fósforo sofre transformações contínuas no ambiente de água doce. Fitoplâncton e bactérias consomem o fósforo disponível no meio hídrico e transformam-no em sua forma orgânica. Estes organismos podem, então, ser ingeridos por detritívoros ou herbívoros que, por sua vez, podem excretar o fósforo orgânico na água, facilitando a assimilação das plantas e micróbios. Dessa forma, quando encontrado em altas concentrações, o fósforo pode ocasionar a eutrofização do meio hídrico, além de, juntamente com o nitrogênio, influenciar a proliferação de cianobactérias. Fato evidenciado neste trabalho pela elevada concentração de clorofila a no Açude da Macela, de acordo com o limite estabelecido pelo CONAMA nº 357/05.

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes para manutenção da vida de ecossistemas aquáticos, podendo ser encontrado nas formas amoniacal, nitrito e nitrato, sendo o nitrato a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas, já que é uma das principais fontes para os produtores primários. Quando em elevadas concentrações, a oxidação de suas espécies pode consumir uma grande quantidade de oxigênio, estimulando o crescimento de algas.

O nitrogênio amoniacal é oriundo do processo de decomposição de matéria orgânica e, em grandes quantidades, pode causar a mortandade dos peixes. As substâncias nitrogenadas orgânicas sofrem decomposição até o nitrato, passando pela amônia e, por este motivo, a sua presença indica poluição recente. Essa análise condiz com a avaliação dos parâmetros, uma vez que, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, os valores para nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito estão acima do limite estabelecido, mas a concentração de clorofila a – indicativo da presença de cianobactérias – está abaixo do máximo permitido para o reservatório Jacarecica.

De acordo com os valores dos parâmetros analisados e dos obtidos através dos índices de qualidade, o Açude da Macela e o Reservatório Jacarecica encontram-se discordantes do uso atual e dentro dos limites pertencentes à classificação de corpo de água doce de classe 4, que são águas que podem ser destinadas apenas à navegação e à harmonia paisagística.

No tocante à gestão ambiental, é imprescindível o monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos para a avaliação dos impactos da ação humana sobre os recursos hídricos. O uso de boas práticas de manejo e redução de carga de nutrientes, através do tratamento dos efluentes domésticos, agrícolas e industriais, contribuem para a melhoria da qualidade das águas.

4 | CONCLUSÕES

Após o estudo de diferentes índices de qualidade da água, pode-se inferir que o objetivo do IQA é facilitar a interpretação dos dados de monitoramento de qualidade da água através de um número, que é resultado da redução de um número de parâmetros em uma expressão simples. Estes índices utilizam vários parâmetros biológicos e físico-

químicos, que avaliam a vulnerabilidade da qualidade da água, e foram resultados de pesquisas realizadas por diferentes órgãos do governo e especialistas. Apesar de todos os esforços, nenhum índice foi, até agora, universalmente aceito, de modo que as agências de água, usuários e gestores de recursos hídricos em diferentes países tem feito adaptações em índices com relação aos parâmetros e à fórmula de cálculo do IQA.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água dos reservatórios Macela e Jacarecica, por meio da análise e comparação de características físico-químicas e biológicas com os padrões exigidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, além de obter um valor para os quatros índices estudados (IQAR, O-IQA, PW-IQA e CPCB-IQA) que auxiliassem na interpretação dos fatores mais importantes que contribuíram para a classificação final dessas águas.

Verificou-se, por meio da comparação dos resultados dos parâmetros analisados com os atribuídos pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, que os reservatórios Macela e Jacarecica encontram-se fora do limites estabelecidos para corpos de água doce classe 2 de qualidade, conforme estabelecido pela Portaria SUREHMA nº 004 de 21/03/91. Os valores obtidos das variáveis analisadas permitem classificá-los como corpo de água doce de classe 4, que são águas que podem ser destinadas apenas à navegação e à harmonia paisagística. No entanto, sabe-se que estes reservatórios são utilizados para abastecimento para consumo humano, dessedentação animal e irrigação de hortaliças.

No tocante à qualidade da água de acordo com os índices, verificou-se que os reservatórios Açude da Macela e do Reservatório Jacarecica encontram-se classificados como extremamente poluídos, muito ruim, qualidade mínima e muito ruim, de acordo com os índices IQAR, O-IQA, PW-IQA e CPCB-IQA, respectivamente. É importante salientar que estes resultados estão em conformidade com os das análises físico-químicas e biológicas da água, que apresentaram, em algumas variáveis, tais como nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e fósforo total, valores bem acima dos máximos permitidos para qualquer uso da água. Estes elevados teores de compostos nitrogenados e fósforo são indicativos de processo de eutrofização, e podem estar relacionados, possivelmente, aos despejos de efluentes domésticos, agrícolas e industriais.

Este trabalho evidencia que é preciso adotar medidas visando o controle e à redução de nutrientes e cargas orgânicas na água, além da contenção do processo de eutrofização desses reservatórios. Neste contexto, é imprescindível o monitoramento dos parâmetros físico-químicos e biológicos para a avaliação dos impactos da ação humana sobre os recursos hídricos.

É importante mencionar também que, embora as autoridades possam construir estações de tratamento para a adequada remoção de nutrientes, é necessário que a comunidade seja parceira na estratégia de gerenciamento ambiental. Os reservatórios do Açude da Macela e o Reservatório Jacarecica, de acordo com os resultados obtidos

e analisados no presente trabalho, requerem esse tipo de controle, visto que as águas desses reservatórios foram classificadas como impróprias para o consumo humano, para proteção das comunidades aquáticas e para recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº. 357/2005.

REFERÊNCIAS

APHA/AWWA/WEF. EATON, A.D.; et al. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p, 2005.

BALCERZAK, W. **The Protection of Reservoir Water against the Eutrophication Process**. Polish J. of Environ. Stud. Vol. 15, No. 6 (2006), 837-844. Disponível em: <<http://6csnfn.pjoes.com/pdf/15.6/837-844.pdf>>. Acesso em: mar. 2014.

CHIN, D. A. **Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment**. New Jersey: WILEY, 2013, 471p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução nº 357, 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em 12 jun. 2014.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à Química da Água: Ciência, Vida e Sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

OLSEN, K. R. **Manual de Toxicologia Clínica**. 6ed. Rio de Janeiro: Grupo A, 2013, 832p.

MOHAN, S. M. **Comparative Study of Rice Straw and Ragi Straw for the Inhibition of Algal Bloom in Fresh Water**. International Research Journal of Biological Sciences, India, Vol 1(6), 31-37, October (2012). Disponível em: <<http://www.isca.in/IJBS/Archive/v1i6/6.ISCA-JBS-2012-125.pdf>>. Acesso em 10 abril. 2014.

RIBEIRO, A. F. A., et al. **Estudo ambiental do Rio Jacarecica no povoado Candeias, Moita Bonita – SE**. Revista Geonorte, Edição especial, V.3, N.4, p. 933-945, 2012.

TIAGY, S., BHAVTOSH S., PRASHANT S., RAJENDRA D. **Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index**. American Journal of Water Resources, 2013, p 34-38.

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

