

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

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

Alvânia Barros De Queiróz

Universidade Estadual da Paraíba; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Campina Grande, Paraíba.

Neyliane Costa De Souza

Universidade Estadual da Paraíba; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Campina Grande, Paraíba.

Márcia Ramos Luiz

Universidade Estadual da Paraíba; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Campina Grande, Paraíba.

Geralda Gilvania Cavalcante

Universidade Estadual da Paraíba; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Campina Grande, Paraíba.

Lígia Maria Ribeiro Lima

Universidade Estadual da Paraíba; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Campina Grande, Paraíba

RESUMO: A cidade de Campina Grande é um grande centro urbano que tem vários corpos hídricos que podem estar sendo contaminados por esgotos domésticos e industriais. Para monitorar a contaminação por esgotos domésticos podem ser necessários marcadores apropriados tanto para detectar como para localizar as fontes de poluição na água. Um potencial marcador químico para águas residuais é a cafeína. O objetivo

deste estudo foi identificar a cafeína como marcador químico de contaminação por esgoto em águas naturais, além de propor uma metodologia de identificação mais acessível para este poluente. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais. Preparou-se uma curva de calibração da cafeína com padrões variando de 16ppm a 80 ppm, em espectrofotômetro no comprimento de onda de 273, obtendo coeficiente de correlação de 0,994. Ensaios de extração líquido-líquido também foram realizados com o padrão da cafeína em meio aquoso (100ppm). As coletas foram realizadas no açude Bodocongó, localizado em Campina Grande na Paraíba e analisados os parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH, turbidez, alcalinidade, DQO e ortofosfato, no qual se obteve consideráveis valores nas análises, elucidado pelo acúmulo de matéria orgânica em decomposição proveniente das cargas poluentes que são depositadas nas margens desse açude, além de outras atividades que acontecem no entorno. Observou-se que das cinco amostras analisadas em todas se identificou a cafeína e somente em duas foi possível quantificar através do método proposto. As amostras obtiveram valores 236ug/mL e 524ug/mL, com limite de detecção em torno de 160ug/mL.

PALAVRAS-CHAVE: poluição hídrica.

ABSTRACT: The city of Campina Grande is an urban center that has several water bodies that can be contaminated by domestic and industrial sewage. For a special sewage contamination can be used as adequate to detect how to find sources of pollution in the water. A potential chemical marker for wastewater is caffeine. The present study was to identify the caffeine as the chemical marker for contamination by sewage in the natural waters, there is to provide molecular policy of identifiable for this alternative to this pollutant. The experiments were carried out without research of research in environmental sciences. A calibration plate of caffeine with standards ranging from 16ppm to 80ppm, in a spectrophotometer with no wavelength of 273, obtaining a correlation coefficient of 0.994. Liquid-liquid extraction assays were also performed with the caffeine standard in the aqueous medium (100ppm). The concentrations were promoted in Biodegradation, located in Campina Grande, Paraíba, and were submitted to a chemical treatment of dissolved oxygen (DO), temperature, pH, turbidity, alkalinity, COD and orthophosphate, not considered considerable values in the analyzes, elucidated by the accumulation of organic matter in decomposition of the pollutant loads that are deposited in the chairs, besides other activities that happen in the surroundings. The analyzed samples can be analyzed in all the applications and the two applications can be quantified through the proposed method. Samples of 236 $\mu\text{g} / \text{mL}$ and 524 $\mu\text{g} / \text{mL}$, with a detection limit of 160 $\mu\text{g} / \text{mL}$ were obtained as samples.

KEYWORDS: water pollution. chemical marker. caffeine, spectrophotometry

1 | INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos, apesar de constituírem um sistema de vital importância para a humanidade, encontram-se muitas vezes degradados. O crescimento demográfico desordenado e a ocupação de áreas irregulares constituem um grave problema, principalmente nas grandes cidades, ocasionando a degradação dos ecossistemas aquáticos. Despejos domésticos sem tratamento ou deficientemente tratados são lançados nos corpos d'água, aumentando a concentração de matéria orgânica, nutrientes e outros compostos poluentes.

As funcionalidades dos sistemas ambientais vêm sendo afetadas, a cada dia, pelas alterações impostas pelas ações antrópicas e isso vem refletindo tanto no ambiente natural como na própria sociedade onde se vive. A quantidade e a qualidade da água seriam umas das principais preocupações atualmente e estas características geralmente são modificadas por atividades que utilizam a água, que geralmente consomem e retornam ao meio ambiente na forma de esgotos domésticos e industriais, dos quais interferem nas funcionalidades dos sistemas ambientais.

Um fator de importância na avaliação do ambiente hídrico são os parâmetros

físico-químicos, pois são de grande importância para conhecer o nível de eutrofização do local e se o ambiente poluído, quando estes parâmetros estão em grande quantidade (DORNFELD, 2006). Para monitorar a contaminação por esgotos domésticos podem ser necessários marcadores apropriados tanto para detectar como para localizar as fontes de poluição.

Indicadores químicos aumentam a exatidão no rastreamento e consomem menos tempo para a preparação e análise de amostras. Dentre os indicadores químicos emergentes, destaca-se a cafeína. Embora a cafeína tenha sido detectada em águas naturais há mais de 30 anos, apenas em 1996 seu uso como um marcador químico de contaminação antrópica foi proposto de maneira mais consistente (CANELA *et al.*, 2014).

A determinação da concentração da cafeína pode ser empregada com maior eficiência que análises microbiológicas, devido a sua natureza antrópica, confirmando a entrada de águas residuárias domésticas nos ambientes (GARDINALI; ZHAO, 2002; PELLER *et al.*, 2006).

A cafeína está enquadrada no grupo de contaminantes emergentes, evidenciando a resistência aos tratamentos submetidos ao esgoto e à água de captação (CANELA, 2014). As ações desses contaminantes ainda são desconhecidas para a saúde ambiental, portanto a importância do monitoramento desses compostos em água (RABIET *et al.*, 2006).

Nos últimos anos, diversos estudos têm sido publicados determinando cafeína em diferentes compartimentos ambientais, como indicador de contaminação por esgoto doméstico.

Um dos primeiros trabalhos utilizando a cafeína como indicador de esgoto doméstico foi feito por Seiler *et al.* (1999), que analisaram amostras de dois compartimentos: água subterrânea e efluentes de Estações de Tratamentos de Esgotos (ETEs). Foram determinadas as concentrações de cafeína e nitrato. No poço onde a mais alta concentração de cafeína foi encontrada, obteve-se também a maior concentração de nitrato.

De acordo com AESA (2016), os esgotos domésticos são os principais focos de poluição orgânica nas águas nordestinas, devido à falta de ETEs. Entre os piores poluidores, estão os esgotos de Campina Grande, que comprometem o Riacho Bodocongó, usado para: irrigação irrestrita, por mais de 130 famílias de agricultores para lavagem de roupas e recreação.

Torna-se necessário realizar uma reflexão sobre os diversos fatores que podem alterar a qualidade da água, principalmente onde esse bem é mais escasso, como é o caso da região nordeste do Brasil. Moura, Righetto e Lima (2011) afirmam que a maioria dos açudes dessa região possuem contaminações provenientes de esgotos, algas tóxicas e resíduos provenientes de indústrias, tornando a água imprópria para consumo. Por isso a necessidade de estudos voltados para o diagnóstico e preservação dos corpos d'água, principalmente dessa região.

O objetivo deste trabalho é identificar e avaliar a poluição do açude Bodocongó localizado na zona urbana de Campina Grande, através de análises de qualidade de água e desenvolvimento de método de identificação da cafeína.

2 | METODOLOGIA

2.1 Características e localização da área de Estudo

A área de estudo compreendeu as imediações do Açude Bodocongó ($7^{\circ}13'11''\text{S}$ e $35^{\circ}52'31''\text{W}$), localizado no bairro Bodocongó em Campina Grande na Paraíba, situado no médio curso do rio Paraíba, a uma altitude de 548 metros.

Esse açude foi construído entre os anos de 1915 e 1917, com o objetivo de atenuar a escassez de água na região, sendo fator decisivo para o surgimento de um novo bairro e do complexo industrial em torno do mesmo. Na década de 1930, emergiu nas margens um curtume e uma fábrica têxtil de Bodocongó (COSTA, 2011).

Diariamente, são lançados diversos tipos de resíduos sólidos nas margens desse açude bem como esgoto doméstico proveniente das construções irregulares conforme descrito por Carvalho (2007); Costa (2011) e Doroteu et al. (2012). Esses produtos aceleram a degradação do solo e causam a contaminação da água gerando consequências sociais, econômicas e ambientais.

De acordo com Andrade (2018), as ações antrópicas acometidas no perímetro do Açude Bodocongó podem ocasionar impactos negativos, tais como: contaminação da água e do solo por diversas substâncias, risco a saúde da população, degradação dos ecossistemas das margens do manancial e a possibilidade de atingir os lençóis freáticos, ocasionando a contaminação dos poços e cisternas das imediações. Além, de assoreamento que reduz o volume a cada dia. Na Figura 1 é apresentada uma imagem da extensão do açude Bodocongó.



Figura 1 - Imagem de Satélite do Açude Bodocongó, Campina Grande, PB.

Legenda: linha verde: espelho de água; Linha amarela: área assoreada; Linha lilás: macrófitas.

Fonte: Google Earth (2018).

Carvalho (2007) contempla que a eutrofização também é observada nas águas do açude, provocada pela presença de resíduos sólidos, contribuindo para o aparecimento de plantas macrófitas, que acabam por reduzir a aeração da água e, conseqüentemente, em uma maior dificuldade de autodepuração do corpo hídrico.

Doroteu et al. (2012) relatam que a água do Açude Bodocongó é usada de forma clandestina para lavagem de veículos por uma associação de lavadores de carro que atualmente conta com mais de trinta pessoas cadastradas. Faltam aos lavadores esclarecimentos sobre os riscos dessa atividade para o meio ambiente e também para a saúde daqueles que estão em contato diretamente com essa água

2.1.1 Coleta de amostras

As amostras foram coletadas, no período da manhã, no açude Bodocongó, seguindo as práticas de coletas de água superficiais. Também foram realizadas análises *in loco* de oxigênio dissolvido e temperatura. A Figura 2 apresenta a imagem da coleta realizada no açude Bodocongó e a localização área no mapa.



Figura 2 - Coleta realizada no açude de Bodocongó e a localização área no mapa.

Fonte: Própria e Google Earth (2018).

As coletas foram realizadas, a partir do momento que a metodologia foi montada, entre os meses junho e agosto de 2015, totalizando 5 coletas. Os parâmetros de análise de qualidade da água, também requereram um certo tempo para obtenção de reagentes e equipamentos, preparação de soluções e construção de curvas analíticas.

2.2.2 Caracterização Físico-Química

Os parâmetros físico-químicos utilizados para a caracterização e monitoramento das amostras ambientais estão descritos na Tabela 1.

A metodologia empregada foi realizada de acordo com *Standard Methods* (APHA, 2005). Os parâmetros de oxigênio dissolvido (OD) e temperatura foram realizados *in*

loco, através de medidor de oxigênio portátil (Oxímetro *datalogger* ITT 71440). A etapa de caracterização foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA), localizado Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba.

Parâmetros	Método
Ph	pHmetro digital 602 - marca Analion
Condutividade	Condutivímetro
Turbidez	Turbidímetro
OD	Oxímetro
Temperatura	Termômetro
Alcalinidade Total	Titulométrico
DQO _i ;DQO _f	Colorimétrico-Espectrofotometria
Ortofosfato	Espectrofotométrico – Ácido Ascórbico

Tabela 1 - parâmetros físico-químicos utilizados para a caracterização

Legenda: pH – Potencial Hidrogeniônico; OD – Oxigênio Dissolvido; DQO_i - Demanda Química de Oxigênio; DQO_f – Demanda química de oxigênio final.

2.2 Determinação analítica da cafeína

Os procedimentos adotados foram baseados em alguns métodos descritos na literatura de determinação de cafeína por espectrofotometria UV-Vis, uma vez que ainda não existem métodos oficiais para análises de contaminantes emergentes em amostras ambientais. Para determinação dos parâmetros físico-químicos, foram adotadas metodologias analíticas conforme detalhamento nos itens seguintes:

Preparação da amostra

As amostras coletadas foram preparadas com extração líquido-líquido (ELL) com o intuito de concentrar o analito (cafeína). Procedeu-se com 50 a 200mL de amostra acidificada a pH 3, filtrada em filtro de fibra de vidro e depois extraída com 15mL de solvente em funil de separação. Testou-se solventes o diclorometano, metanol, acetato de etila e o clorofórmio. Do coletado foi retirada a água com MgSO₄ anidro e depois filtrado. O filtrado foi seco em rota-evaporador e diluído para 10mL de clorofórmio para análise em espectrofotômetro UV-VIS.

Foram realizados ensaios de extração de cafeína com o solvente clorofórmio, metanol e diclorometano com soluções aquosas de baixa e alta concentração de 2ppm e 200ppm respectivamente. Foram adicionados 50 e 100mL da solução aquosa em um funil de separação e depois 3 vezes de 5mL do solvente e coletada a fase orgânica em seguida. Os solventes que apresentaram duas fases foram o clorofórmio e diclorometano. No entanto, foi selecionado clorofórmio para utilização na metodologia, devido os melhores resultados de recuperação, apesar de baixos valores.

A extração líquido-líquido (ELL) é um processo que envolve a transferência de massa entre dois líquidos imiscíveis ou pouco miscíveis, tendo a capacidade de realizar

separações que são inviáveis por outros métodos. Este processo de separação é baseado na distribuição do soluto entre as duas fases e a miscibilidade parcial dos líquidos. Esta operação apresenta as vantagens de ser simples, além de se poder utilizar uma variedade de solventes, puros e disponíveis comercialmente, os quais fornecem uma ampla faixa de solubilidade e seletividade (SNYDER *et al.*,1997).

Desenvolvimento de metodologia por espectrofotometria UV-VIS

Através de levantamento bibliográfico realizado foi verificado que existem várias pesquisas desenvolvidas em território nacional e internacional sobre a identificação de cafeína em corpos hídricos através de métodos cromatográficos, no entanto sobre os métodos espectrofotométricos são incipientes e direcionados a produtos alimentícios. Sobre os ensaios realizados, foram testados e preparados novos padrões de cafeína em clorofórmio de menor concentração para elaborar uma curva de calibração mais apropriada.

O método espectrofotométrico utilizado para identificação da cafeína foi adaptado de Alves e Bragagnolo (2002) e de acordo com o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), baseados na absorção característica da cafeína a 274nm.

Inicialmente na elaboração e desenvolvimento da metodologia de identificação de cafeína por espectrofotometria foi preparado um padrão de 200ppm de cafeína em solução aquosa para verificar a eficiência da extração e outra solução padrão de 10000ppm em clorofórmio. Foi construída uma curva analítica a partir de um padrão de cafeína com 98% de pureza em clorofórmio P.A. Essa solução foi utilizada para construir a curva de calibração de 25, 50, 100, 125, 250mg.L⁻¹. Após adaptações na curva analítica foram realizados outros pontos na curva de 16, 32, 64, 80, 200mg.L⁻¹. As análises foram realizadas em comprimento de onda de 273nm em duplicata.

Foram realizadas leituras de solução padrão em clorofórmio no espectrofotômetro na faixa de 190-350nm, onde o pico de maior absorbância foi em 273nm. Depois, foram preparados padrões de 16, 32, 64 e 80ppm a partir da solução padrão de 10000ppm, realizada a leitura e construída a curva, obtendo um coeficiente de correlação de 0,994.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Físico-Química

Na Tabela 2 podem ser observados os valores médios, máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de água do açude Bodocongó.

PARÂMETROS	UNIDADE	Mínimo	Médio	Máximo
PH	----	7,34	7,57	7,91
Temperatura	°C	23,3	24,08	24,5

Alcalinidade	CaCO ₃ m- g/L	464,5	473,25	482
Turbidez	uT	3,25	6,48	9,1
OD	mgO ₂ /L	5,9	7,03	8,2
DQO	mg/L	<16	98,67	161
Ortofosfato	mg/L	0,629	2,06	2,82

Tabela 2- Parâmetros físico-químicos de qualidade de água do açude Bodocongó, PB.

Fonte: Própria (2018).

De acordo com os valores médios apresentados na Tabela 2 para OD, pH e turbidez, verificou-se que de acordo com a Resolução n°. 357 de 2005, o açude pode se enquadrar em para classe II e III, onde para valores da Portaria n° 2914 de 2011 do Ministério da Saúde e confirmado pela Portaria de Consolidação n° 5, de 28 de Setembro de 2017, que recomenda que pH esteja entre 6,5 e 8,5.

Os valores médios para ortofosfato estão bem acima dos valores de classe III de acordo com a Resolução CONAMA N° 430/2011, isto pode ser elucidado pelo acúmulo de matéria orgânica em decomposição proveniente das cargas poluentes que são depositadas nas margens desse açude, além de outras atividades que acontecem no entorno.

Um fator de importância na avaliação do ambiente hídrico são os parâmetros físico-químicos, pois são de grande importância para conhecer o nível de eutrofização do local e estes estando em grande quantidade mostram que o ambiente é poluído. E quando os fatores, tais como: mudança de pH e condições de anoxia se alteram o sedimento pode se tornar uma fonte de substâncias tóxicas para a coluna d'água, causando assim uma alteração geral nas condições do sistema em estudo (DORNFELD, 2006).

Para a identificação da cafeína, observou-se que das 5 amostras analisadas em todas se identificou a cafeína. No entanto, somente em 2 foram possíveis de quantificar, através do método proposto. O limite de detecção ficou em torno de 160µg/mL e as amostras obtiveram valores 236µg/mL e 524µg/mL. O método empregado de pré-concentração foi o de extração líquido-líquido, que geralmente apresentam valores baixos de recuperação, assim também como a espectrofotometria que possui limite de detecção limitado, quando comparado com outros métodos.

A maioria dos estudos sobre cafeína em ecossistemas aquáticos são realizados em países como Estados Unidos e outros países da Europa (KURISSERY et al., 2012), existe ainda uma grande lacuna de dados sobre detecção de cafeína aplicado aos ecossistemas brasileiros.

Os métodos e técnicas utilizados neste trabalho são bem diferentes de outros métodos já aplicados na identificação da cafeína, portanto deve-se ainda realizar mais ensaios de desenvolvimento de metodologia para melhor identificação e quantificação da cafeína. Outros fatores também podem ter interferido na identificação da cafeína em

todas as amostras, questões como a degradação e condições ambientais. Em águas superficiais continentais, os níveis de cafeína variam em função de aspectos como sazonalidade, proximidade das fontes de aporte, condições hidrológicas e padrão de consumo.

Concentrações mais elevadas de cafeína têm sido encontradas em águas superficiais brasileiras em comparação com estudos realizados em outros países. Um trabalho realizado em 2010, na cidade de Campinas, SP, evidenciou o papel do esgoto bruto como principal fonte de cafeína para águas superficiais utilizadas como mananciais para produção de água para consumo humano (SODRÉ *et al.*, 2010).

Salienta-se que a presença de cafeína na água, usada como um indicador químico, tem quanto maior a concentração de cafeína, maior a probabilidade de que uma dada amostra de água apresente atividade estrogênica. Ou seja, apresenta riscos a quem se utiliza dessa água para fins de consumo humano, com a presença de compostos interferentes endócrinos que possuem atividade estrogênica. De acordo com Montagner *et al.*, (2014) são encontrados em níveis de subnanogramas por litro, as quais muitas vezes estão abaixo da detectabilidade analítica do método empregado, que só é possível porque as concentrações de cafeína são cerca de cem vezes maiores que as concentrações de inúmeros contaminantes emergentes presentes na mesma amostra.

4 | CONCLUSÕES

A determinação de cafeína é um promissor traçador de atividade antrópica. Este parâmetro serve tanto como complemento para as análises físico-químicas tradicionais, quanto como ferramenta única no monitoramento da qualidade da água.

Os métodos e técnicas utilizados neste trabalho na identificação da cafeína foram satisfatórios, no entanto deve-se ainda realizar mais ensaios da metodologia de identificação da cafeína através de espectrofotometria por UV-VIS, em amostras aquosas, para melhor identificação e quantificação da cafeína.

O açude Bodocongó foi o corpo hídrico selecionado, devido, aos seus diversos usos e pelos sinais degradação e poluição ambiental. Assim se considera que o recurso hídrico analisado apresentou valores consideráveis de cafeína, corroborando com os resultados obtidos nas análises convencionais ou parâmetros físico-químicos, indicando forte contaminação por esgotos domésticos, por isso imprópria para consumo humano.

REFERÊNCIAS

AESA - PARAÍBA. FATORES DE DEGRADAÇÃO E PRINCIPAIS FOCOS DE POLUIÇÃO, 2016.

ALVES, Adriana B.; BRAGAGNOLO, Neura. Determinação simultânea de teobromina, teofilina

e cafeína em chás por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol. 38, n. 2, abr./jun., 2002.

ANDRADE, L. R. S.; ARAÚJO, S. M. S.; ANDRADE, M. Z. S. S.; MEDEIROS, L. E. L. **Degradação ambiental no Açude de Bodocongó na cidade de Campina Grande, Paraíba**, Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. v. 13, n. 1, 2018.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, 2005.

BRASIL. CONAMA. Resolução 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA. Diário Oficial [da] União, n. 92, 16 maio 2011, p. 89. Brasília, 2011.

BRASIL. Portaria Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 b. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX - Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de Potabilidade (Origem: Portaria MS/GM 2914/2011). Diário Oficial da União, Brasília, 03 de out. 2017, 825p.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

CANELA, M. C. **Cafeína em águas de abastecimento público no Brasil** / Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas – INCTAA; Maria Cristina Canela ... [et al.]. (editor). São Carlos: Editora Cubo, 2014.

CARVALHO, J. A. P. **Diagnóstico da Degradação Ambiental do Açude de Bodocongó em Campina Grande-PB**. Dissertação de Mestrado Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande, CTRN. Campina Grande. 96p. 2007.

COSTA, T. C. F. **Ações antrópicas de impactos negativos no açude de Bodocongó no município de Campina Grande – Paraíba**. Revista Brasileira de Informações Científicas. v.2, n.2, p.78-89. 2011.

DORNFELD, C. B. **Utilização de Chironomus SP (Diptera, Chironomidae) para avaliação da qualidade de sedimentos e contaminação por metais**. 2006. 211 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de Sao Carlos, Universidade de Sao Paulo, 2006.

DOROTEU, H, G F.; SILVANA, F. N.; JOSÉ, A, S. J.; JANIVAN, F, S.; JOSÉ, G. V. B. **Uso e ocupação nas margens do açude Bodocongó, PB**. Revista Educação Agrícola Superior. v.27, n.1, p.70-75, 2012.

GARDINALI, P. R.; ZHAO, X. Trace determination of caffeine in surface water samples by liquid chromatography--atmospheric pressure chemical ionization--mass spectrometry (LC-APCI-MS). Environ Int. 2002 Dec; 28(6):521-8.

Google Earth (2018). Açude de Bodocongó. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-7.21421565,-35.9148629,510.73757347a,1047.1826018d,35y,0h,45t,0r/data=ClgaVhJOCiQweDdhYzFIMmE4MDE1MmUxNToweGMyMzhmMWI3NzE3M2NhNGYZOL-8W7TbHMAhg180dWj1QcAqFEHDp3VkJZSBkZSBCb2RvY29uZ8OzGAlgASgCKAI>. Acesso em: setembro de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos Químicos e Físico para Análise de Alimentos**. São Paulo. 3ª.ed., cafeína, 1985.

KURISSERY, S.; KANAVILLIL, N.; VERENITCH, S.; MAZUMDER, A. (2012) **Caffeine as an anthropogenic marker of domestic waste: a study from Lake Simcoe watershed**. Ecological Indicators. v.23, p.501-508.

MONTAGNER, C. C.; JARDIM, W. F.; VON DER OHE, P. C.; UMBUZEIRO, G. A.; **Occurrence and potential risk of triclosan in freshwaters of São Paulo, Brazil--the need for regulatory actions.** *Environ. Sci. Pollut. Res.* v. 21, p.1850, 2014.

PELLER, K. A.; OPSAHL, S. P.; CHANTON, J. P. **Tracking anthropogenic inputs using caffeine, indicator bacteria, and nutrients in rural freshwater and urban marine systems.** *Environmental Science & Technology*, v. 40, n. 24, p. 7616-22, 2006.

RABIET, M. et al. Consequences of Treated Water Recycling as Regards Pharmaceuticals and Drugs in Surface and Ground Waters of a Medium-sized Mediterranean Catchment. **Environmental Science and Technology**, v. 40, p. 5282-5288, 2006.

SEILER, R. L.; ZAUGG, S. D.; THOMAS, J. M.; HOWCROFT, D. L. **Caffeine and pharmaceuticals as indicators of waste water contamination in wells.** *Ground Water*, v. 37, n. 3, p. 405-410, 1999.

SNYDER, L. R.; KIRKLAND, J., J.; GLAJCH, J. L.; **Practical HPLC Method Development**, John Wiley and Sons, New York, 1997, p. 110.

SODRÉ, F. F.; LOCATELLI, M. A. F.; JARDIM, W. F. **Occurrence of emerging contaminants in Brazilian drinking waters: a sewage-to-tap issue.** *Water Air and Soil Pollution* v. 206, p. 57–67, 2010.

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

