

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2022

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^o Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^o Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^o Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^o Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^o Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
M514	Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0724-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.249221011 1. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título. CDD 363.7
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Meio ambiente e sustentabilidade: Formação interdisciplinar e conhecimento científico 2” é constituído por treze capítulos de livro, divididos em três áreas distintas: *i)* formação, conscientização e práticas em Educação Ambiental; *ii)* gestão de resíduos sólidos e logística reversa e *iii)* desenvolvimento de ações para um ambiente mais sustentável.

O primeiro tema é constituído por quatro capítulos de livros que propuseram trabalhar tanto a importância da formação/conscientização para uma educação ambiental mais efetiva para todas as pessoas em especial alunos de uma instituição pública federal de ensino e consumidores que utilizam sacolas plásticas, quanto o desenvolvimento de ações e ferramentas a fim de promover uma educação ambiental capaz de chegar a pessoas de diferentes classes sociais por intermédio do ensino formal ou não-formal capaz de estimular a conscientização em relação à interação homem-meio ambiente.

Os capítulos de 5 a 8 apresentam trabalhos que procuraram avaliar: *i)* projetos de gestão de resíduos na Baixada Santista; *ii)* a importância da gestão e implementação de práticas mais sustentáveis para o desenvolvimento da apicultura em comunidades rurais localizadas no estado do Ceará; *iii)* implementação de programa de gestão e gerenciamento de resíduos provenientes da indústria madeireira e; *iv)* a importância da logística reversa de produtos que possuem metais pesados em sua composição.

Por fim, os cinco últimos capítulos apresentam trabalhos que reforçam a importância do desenvolvimento de ações que proporcionem menor impacto ambiental aos diferentes ecossistemas, entre os quais: *i)* a redução do calor em centros urbanos, a partir da implementação de áreas verdes; *ii)* presença de metais em águas residuárias lançadas no mar; *iii)* aplicação de biossorbente na remoção de alumínio em águas para fins potáveis e; *iv)* estudo de detecção de cafeína e degradação de metabolitos presentes no rio Meia Ponte em Goiás.


Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

CAPÍTULO 1 1

PERCEPÇÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PLÁSTICOS
DESCARTÁVEIS POR ALUNOS DE UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA FEDERAL
DE ENSINO


Alexandre da Silva
Gabriella Gontijo Lopes Ferreira
Luísa Oliveira De Sousa
Valéria Cristina Palmeira Zago
Elizabeth Regina Halfeld da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210111>

CAPÍTULO 2 8

AÇÕES E FERRAMENTAS PARA O ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL


Lucas de Souza
Claudia Guimarães Camargo Campos
Daiana Petry Rufato
Andressa Ellen Bastos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210112>

CAPÍTULO 3 21

A PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR SOBRE A UTILIZAÇÃO DE SACOLAS
PLÁSTICAS NA CIDADE DE MANAUS-AM


Clara Francy da Costa Backsmann
Stacy Ana da Silva
Fabrício Nunes de Freitas
Ariadne Freitas da Silva
Larissa Inácio Soares de Oliveira
Antonio Emerson Fernandes da Silva
Katarine Farias de Souza
Janaína da Silva Mariano
Gabriele Lorrane Santos Silva
Pedro Henrique Farias Vianna
Celino Juvêncio Ribeiro Pereira Junior
Francinéia de Araújo Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210113>

CAPÍTULO 432

PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO-FORMAL PARA O
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO DO SUL – RS

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva
Juliana Araújo Pereira
Bianca Rocha Martins
Valter Antonio Becegato


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210114>

CAPÍTULO 544

ESTUDO COMPARATIVO DO IMPACTO AMBIENTAL DOS PROJETOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, NO CONTEXTO BAIXADA SANTISTA

Bruno Eduardo Baptista Rodrigues Torres

Luis Gustavo Bet

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210115>


CAPÍTULO 656

GESTÃO E SUSTENTABILIDADE DO SEGMENTO APÍCOLA EM COMUNIDADES RURAIS DO CEARÁ

Jose Edivaldo Rodrigues dos Santos

Daniel Paiva Mendes

Sérgio Horta Mattos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210116>

CAPÍTULO 772

O SETOR MADEIREIRO E A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS

Cassiano dos Reis Oliveira

Jaqueline Morbach

Ketrin Muterle

Letícia de Vargas Terres


Lucas Augusto Nitz

Valesca Costantin

Suzana Frighetto Ferrarini

Ana Carolina Tramontina

Daniela Mueller de Lara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210117>

CAPÍTULO 885

LOGÍSTICA REVERSA DE PRODUTOS PÓS CONSUMO CONTENDO METAIS PESADOS: UM ESTUDO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Jeferson Luis da Silva Rosa

Karin Buss Dias Bernardo

Marco Antônio Trisch Mendonça

Rafael Fernandes


Rita de Cássia dos Santos Silveira

Thais Fantinel Malta

Suzana Frighetto Ferrarini

Ana Carolina Tramontina

Daniela Mueller de Lara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210118>


CAPÍTULO 998

LATITUDINAL TRENDS IN FOLIAR OILS OF *Hyptis suaveolens*

Tatiane Martins Lobo

Raquel Ferreira dos Santos


Elaine Rose Maia
Pedro Henrique Ferri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210119>

CAPÍTULO 10..... 107

CLIMA URBANO E VEGETAÇÃO: O PAPEL DE UMA ÁREA DE MATA NA FORMAÇÃO DE UMA ILHA FRIA EM UMA ÁREA URBANA

Gilson Campos Ferreira da Cruz


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101110>

CAPÍTULO 11 127

PERFIL METÁLICO EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTE DE SISTEMAS DE DRENAGEM COM DESPEJO NO MAR

Andreia Borges de Oliveira

Fernanda Engel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101111>


CAPÍTULO 12..... 148

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE ALUMÍNIO DE ÁGUA UTILIZANDO ADSORVENTE PRODUZIDO A PARTIR DE FOLHAS DE *PERSEA AMERICANA* MILL

Fabiola Tomassoni

Cristiane Lisboa Giroletti

Maria Eliza Nagel-Hassemer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101112>

CAPÍTULO 13..... 157

DETECTION OF CAFFEINE, ITS HUMAN METABOLITES, DEGRADATION PRODUCTS; AND TIBOLONE IN THE MEIA PONTE RIVER, BRAZIL

Kátia Maria de Souza


Paulo de Tarso Ferreira Sales

Mariângela Fontes Santiago

Sérgio Botelho de Oliveira

Fernando Schimidt

Rivanda da Costa Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101113>

SOBRE O ORGANIZADOR 169

ÍNDICE REMISSIVO 170

DETECTION OF CAFFEINE, ITS HUMAN METABOLITES, DEGRADATION PRODUCTS; AND TIBOLONE IN THE MEIA PONTE RIVER, BRAZIL

Data de aceite: 01/11/2022

Kátia Maria de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, Coordenação do Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis

Paulo de Tarso Ferreira Sales

Mariângela Fontes Santiago

Sérgio Botelho de Oliveira

Fernando Schimidt

Rivanda da Costa Ferreira

ABSTRACT: People all over the world consume caffeinated beverages and hormones. However, in many countries, the inefficiency of wastewater treatment and the discharge of untreated sewage in rivers reshwater sources. The objective of this work is to detect the anthropogenic marker caffeine and its human metabolites, and its degradation products, as well tibolone in water samples from the Meia Ponte River, which is one of the raw water providers for cities in the metropolitan region of Goiânia, Brazil. The samples were collected during

two different hydrological periods, located at various points around the city of Goiânia. First, the samples were pre-concentrated and the analysis were performed in a high-resolution mass spectrometer. The analysis results showed that caffeine and its degradation products and tibolone were detected at all sampling points in the two hydrological periods. It indicates that in some collecting points, MPR receives a raw sewage discharge and that the sewage treatment plant could not remove/degrade the caffeine. In addition, the results indicate that no human caffeine metabolites were detected.

KEYWORDS: Caffeine , tibolone, antropogenic contaminant. .

1 | INTRODUÇÃO

Caffeine - $C_8H_{10}N_4O_2$ - is an alkaloid of the trimethylatedxanthines group, whose molecular weight is $194.19 \text{ g mol}^{-1}$. It is a cardiac, cerebral, respiratory stimulant and has a diuretic effect. It is widely found in soft drinks, teas, energy drinks and Brazilian coffee, so that each 50 mL of processed beverage contains, on average, 100 mg

of caffeine (Z. Chen et al., 2002). Environmental contamination occurs through excretion in the form of urine and feces, as soon as they are introduced into the environment through domestic, industrial or laboratory sanitary sewage. Due to its environmental spread, caffeine has been detected in surface waters in Malaysia (Fouad Fadhil Al-Qaim et al., 2017), Spain (Di Lorenzo et al., 2019), Bengal (Chakraborty et al., 2021), Brazil (Gonçalves et al., 2017), and the United States (Henderson et al., 2020). The residue of caffeine in surface water commonly traced at level concentrations within the range of ng L^{-1} to $\mu\text{g L}^{-1}$ (Fouad F Al-Qaim et al., 2015; Lacina et al., 2013). Muñoz-Peñuela et al. (2021) reported that diclofenac and caffeine inhibit the liver antioxidant enzymes of freshwater fish *Astyanaxaltiparanae*, which shows how the synergy between the drug and caffeine affects the local aquatic biota.

Tibolone is a synthetic steroid used in clinical practice for the treatment of climacteric symptoms and osteoporosis (Crespo-Castrillo et al., 2020), and it increased the cell number and proliferation of human glioblastoma cells through the regulation of estrogen (González-Arenas et al., 2019). Tibolone is associated with an increased risk for ovarian and endometrial cancer overall; and increases with increasing durations of use (Løkkegaard & Mørch, 2018). Although this hormone is commonly used, its detection in surface water is not often reported, but it has been detected in wastewater samples (Janna & Scrimshaw, n.d.). Owing to its low solubility in water (Bonfilio et al., 2018), it could be detected in very low concentration in surface waters.

The Meia Ponte River -RMP- is located in the midwestern region of Brazil and flows through the metropolitan area of Goiânia city, which is home to about 37% of the population of Goiás State. Although the Water Rights emphasize the right of water itself to be protected by all rational living beings (de Carli, 2019), the environmental contamination is a clear distortion of this basic principle of human survival. In Goiânia, only 50% of the sewage produced by the urban population is connected to the collection network. This means that remainders are improperly disposed of in septic tanks that are not connected to the collection network (23.7%), among others (IBGE, 2015).

The objective of the present work is to detect caffeine, its human metabolites and degradation products; and tibolone in water samples from the MPR in order to verify if there is a discharge of raw sewage or inappropriate treatment in the wastewater treatment plant, which contaminates the MPR.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 MPR Sampling

Twelve samples were collected, six in the rainy season (March, 2018) and six in the dry season (October, 2018), respecting the meteorological variable. In each collection time, water samples were taken at six points in the watercourse of the MPR, at a depth of 20 to 30 cm below the water surface and in the center of the river's cross section, so as to avoid proximity to the margins and stagnant areas. A stainless steel barrel (20 L capacity) was used as a sampler, as the methodologies proposed by (CETESB, 2009). The samples

were stored in a thermostat at a temperature between 3° and 10° C, and then sent to the laboratory of the Faculty of Pharmacy-Lenzebio-UFG for preparation.

2.2 Samples Preparation

Aliquots of the samples were filtered through a cellulose acetate membrane of 0.22 μm porosity and diameter of 47 mm, stored in 1 L glass flasks. Due to the low concentrations of the compound of interest found in natural aquatic environments, they were concentrated.

2.3 Solid Phase Extraction (SPE)

For solid phase extraction, 500 mg octadecyl (C18) straight barrel cartridges (C18) capacity of 6 mL with 40-120 μm particles (Bond Elut) were used, inserted in a 12-Port Vacuum Manifold system, brand Supelco, and followed the following procedure is used: Cartridge conditioning: 2x3 mL methanol (HPLC grade, Sharlau®) and 2x3 mL ultra-purified water with slow flow without vacuum. Pass 1000 mL of sample under vacuum at a flow of 6 to 8 mL min^{-1} . For elution, 4 mL of acetone (HPLC grade, Tedia®) were used. The eluates were dried with the aid of oxygen in a sample concentrator at a temperature of 50°C. A volume of 200 μL of methanol were added for resuspension and kept in a refrigerator at 4°C until they were sent for analysis in the mass spectrometer.

2.4 Direct Infusion into the Mass Spectrometer

The analyzes were carried out using a ThermoScientific Q-Exactive High Resolution Mass Spectrometer with H-ESI source, operating in negative and positive mode, using 3.5 kV spray voltage, sheath gas 15, auxiliary gas 5, temperature capillary pressure 320°C, auxiliary gas temperature 37, tube lens 50 and mass range m/z 150-550. For the fragmentation study the collision energies were 10 - 70 (NCE). Data were processed in Xcalibur™ software. Fragments were generated from the protonated or deprotonated Molar mass .

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Physical Characterization

The MPR starts in the municipality of Itauçu and continues until its discharge into the Paranaíba River, in the municipality of CachoeiraDourada, in the State of Goiás; its hydrographic basin is located within the hydrographic region of the Paraná River, in the Microbasin of the Paranaíba River, in the center-south of the State of Goiás. MPR runs for 491.4 km and it has a slope of 0.94 m km^{-1} . The study area has a high population density, and there are industrial and agricultural industrial activities. Its waters are mainly used for water supply, sewage dilution and irrigation, so it is classified into class 2 (Brasil, 2005). TheTable 1 presents information about the collecting points.

Identification	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6
Coordinates (WGS 84)	-16.581907 -49.32974	-16.6419 -49.256768	-16.628045 -49.270384	-16.648186 -49.243007	-16.652983 -49.216891	-16.65729 -49.207373
Elevation (m)	742	695	695	690	685	689
Distance from previous point (km)	10.23	2.11	3.73	2.76	1.12	0
Accumulated distance (m)	19.96	9.73	7.62	3.88	1.12	0

Table 1. Information about the MPRcollecting points.

The location of the collection points in Figure 1 was chosen according to the characteristics of each region and its ability to providing information on the influences and changes that directly reflect the water quality along the studied stretch, as well as the ease of access to collections. This route is about 20 kilometers long and runs from the catchment area to the water treatment station - ETA (Portuguese) - to the wastewater discharge point treated by the pharmaceutical industry. The relief of the studied area is characterized by the predominance of flat areas ($i=0-3\%$) and gently undulating with a slope of 3.1-8%.

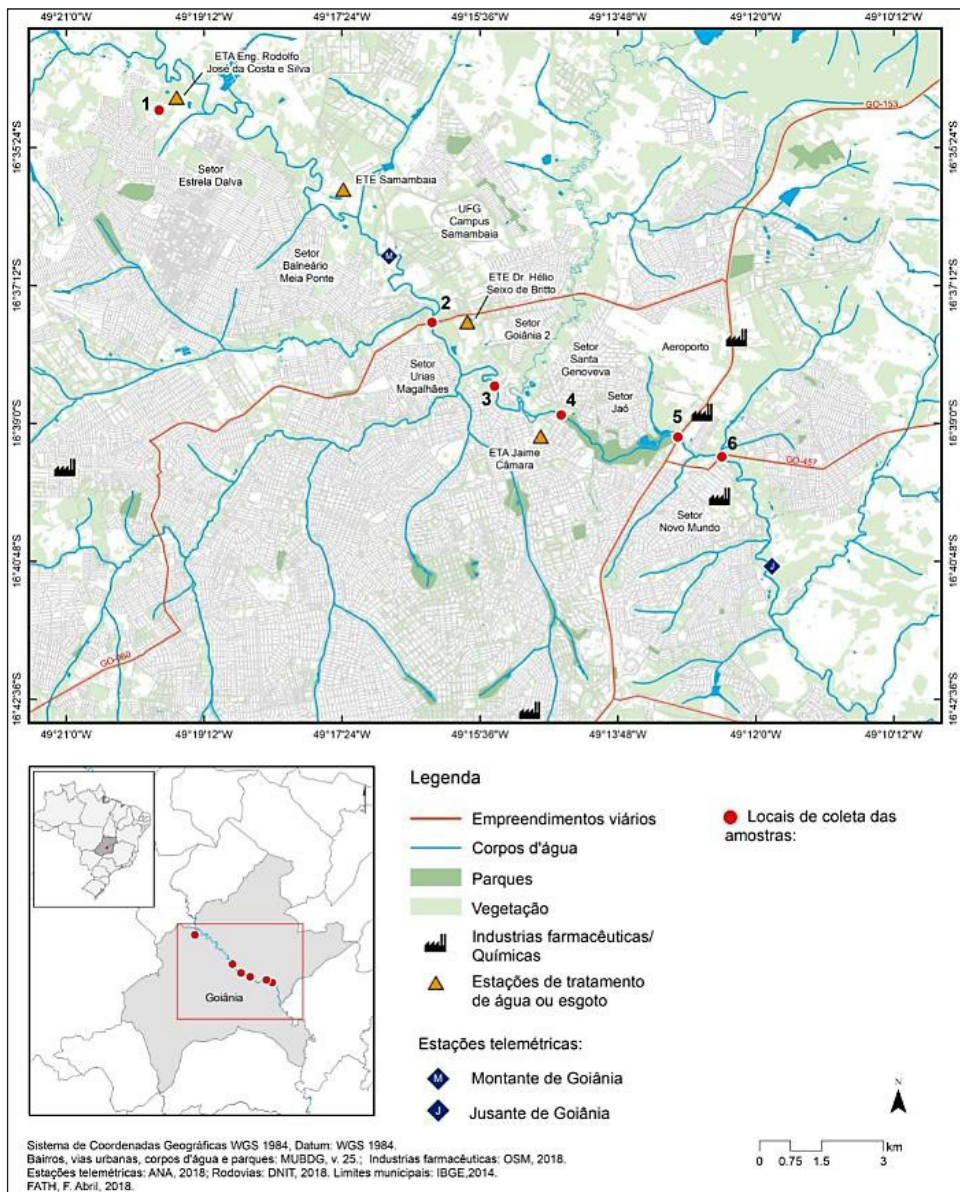


Figure 1- Location map of collection points.

Source: Author, 2019.

Based on mapping data from the Map Biomass (MapBiomass Project, 2018), this research is divided into four categories: Agriculture (corresponding to pasture, agriculture and plantation), water bodies (corresponding to the same category), regional cities (urban infrastructure) and residual vegetation (corresponding to forests, non-forest wetlands, grassland vegetation and other natural non-forest forms). According to the classification, the total area of the upstream region of the MPR basin is 3474.4 km² and has the following

proportions of land uses: 52% for agriculture, 0.4% for the water body, 15% to the urban area and 32.6% to remnants of vegetation.

3.2 Results discussion

The mass spectrometry data (Table 2) indicated that the error in the calculation of the compounds were less than 5 ppm, which emphasizing that the data are highly accurate in identifying the caffeine molecule. Table 2 shows the experimental mass-to-charge ratio and the error compared with the theoretical mass-to-charge ratio. Therefore, it should be noted that the experiment with the highest signal intensity was performed in the positive mode, and protonated caffeine is the precursor ion that is usually detected. In turn, Figure 2 shows the full scan mass spectrum m/z 50-220 of the sample from point 2 during the dry season, as shown below.

m/z	Dry season						Rainy season					
	Points						Points					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Caffeine [C ₈ H ₁₁ N ₄ O ₂] ⁺	195.08767 0.092ppm	195.08738 1.066ppm	195.08759 0.318ppm	195.08754 0.575ppm	195.08775 0.502ppm	195.08761 3.027ppm	195.08757 -0.421ppm	195.08786 1.066ppm	195.08770 0.245ppm	195.08678 -4.470ppm	195.08776 0.553ppm	195.08737 -4.25 ppm
Caffeine degradation products [C ₆ H ₆ N ₃ O] ⁺	138.06608 -4.76ppm	138.06601 -4.11ppm	138.06610 -4.61ppm	138.06610 -4.61ppm	138.06615 -4.25ppm	138.06623 -3.67ppm	138.06629 -3.24ppm	138.06601 -5.26ppm	138.06606 -4.90ppm	-	138.06607 -4.83ppm	-
Levonorgestrel/ Tibolone [M + Na] ⁺ [C ₂₁ H ₂₈ O ₂ Na] ⁺	335.19792 -0.690 ppm	335.19746 -2.062 ppm	335.19790 0.750 ppm	335.19787 0.839 ppm	-	335.19797 -0.183 ppm	335.19755 1.794 ppm	335.19775 -1.197 ppm	335.19739 -2.271 ppm	335.19802 -0.392 ppm	335.19813 -0.064 ppm	-

Table 2 - Mass spectrometry datato caffeine and tibolone. The ionized masses, the type of ion detected and the error between experimental and theoretical values are shown.

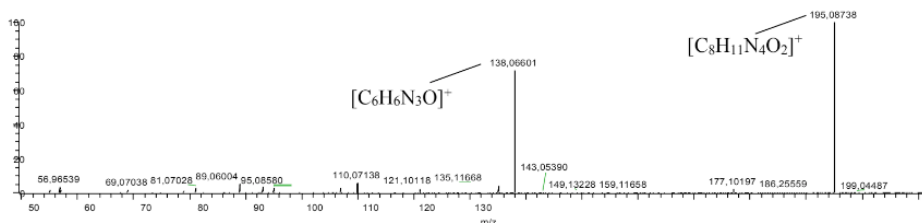


Figure 2 - Fullscan mass spectrum m/z 50-220.

Correspondingly, the detection of the caffeine degradation product ($C_6H_7N_3O$) in the samples indicated that there is a possibility that the lotic environment or external factors, such as solar radiation, are capable of degrading the caffeine molecule. According to Begas et al. (2007) and Kim et al. (2019), the molecular structure of human caffeine metabolites is different from the degradation products detected in this study. In addition, no human caffeine metabolites were identified (paraxanthine, 1-methylxanthine, 7-methylxanthine, 3-methylxanthine, 1,3-dimethylxanthine, 3,7-dimethylxanthine, 1-methyl uric acid and 1,7-dimethyl uric acid) reported by Gracia-Lor et al. (2017) and Zhu et al. (2019) in the water samples. Possibly, the preconcentration method used in the present study might not have been appropriate for human metabolites, or there might have been some occurrence of the river's microbiota, which might have been able to degrade them.

Caffeine degradation products produced by the fungi *Aspergillus sydowii* and *Aspergillus Niger* (theophylline) presented a different molecular structure from what was detected in the present work, which suggests that the degradation of caffeine in the water body may not have been caused by microorganisms. The molecular structure of degradation products reported in the current work does not indicate that caffeine is demethylated, which is a common degradation process for evaluating caffeine degradation products by bacteria (Kim et al., 2019).

On the other hand, Bartella et al. (2019) reported that the ionic product of caffeine and theobromine (a caffeine metabolite) had m/z 138. However, Taverna et al. (2016); Stander et al. (2019), L. Chen & van Breemen (2020) reported that the ionic product with m/z 138 from the protonated caffeine precursor ion. The trigonelline molecule ($C_7H_7NO_2$) has already been reported to be present in some coffee species (Caporaso et al., 2018) and it has a theoretical molecular mass equal to 137.04768 Da, but the theoretical charge mass ratio of protonated trigonelline is equal to 138.05550. Hence, the calculated error was greater than 5 ppm, which confirms that it is not trigonelline.

Fonseca (2013) quantified caffeine in water samples from the MPR and compared the concentrations with other works published on different watercourses, and the concentrations that were considered high, they indicated that at all points there were traces of domestic sewage, which was also proposed in this study. Thus, our work also indicated caffeine contamination. This compound has already been detected in rivers in China (Dai et al., 2016; Zhou et al., 2016), in the Iberian Peninsula (Gorga et al., 2015; Kuzmanović et al., 2015), Ecuador (Voloshenko-Rossin et al., 2015), Brazil (Mizukawa et al., 2019). And it was reported in all studies that caffeine is a pollution marker caused by urban activities.

Tibolone or levonorgestrel was detected such as a sodium adduct. Krueve et al. (2013); Krueve & Kaupmees (2017) but has not been used extensively in practice, and several important aspects of Na^+ adduct formation in ESI source have been almost unexplored: the ionization efficiency of different molecules via Na^+ adduct formation, its dependence on molecular structure and Na^+ ion concentration in solution, fragmentation behaviour of the adducts as well as the ruggedness (a prerequisite for wider practical use studied the formation of sodium adducts in electrospray ionization (ESI), but it has not been

used extensively in practice, and several important aspects of Na⁺ adduct formation in ESI source have been almost unexplored: the ionization efficiency. The tibolone/levonorgestrel sodium adduct detected reveals that sodiation can be a natural process, and environmental samples can present sodiated compounds. Table 2 shows that tibolone was found in almost all samples, indicating that untreated sewage was discharged in both seasons of MPR. Although tibolone is used as hormonal therapy and neuroprotective agent (Del Río et al., 2020), its impact in the aquatic biota is not already well known. Tibolone is a synthetic steroid with estrogenic, progestogenic and androgenic activity (H J Kloosterboer, 2001; Helenius J Kloosterboer, 2004), and these group of hormones are related to diverse human diseases (Dall & Britt, 2017; Nie et al., 2018; Ross et al., 2017; Ruan & Mueck, 2019; Wang et al., 2017)

4 | CONCLUSIONS

Environmental contamination with caffeine and tibolone confirms that there are discharge of untreated or inadequately treated effluents, and these compounds indicated extensive anthropogenic contamination in the surface water body. It is worth remembering that all analytical mass spectrometry analysis is related to water solubility. If gonna be that caffeine and tibolone are adsorbed in river sediments, the pollution may be even greater. We expected that the quantification of caffeine and tibolone can be performed in samples from MPR, and some studies about the environmental impacts of tibolone in the aquatic biota, which is important to maintenance of the water quality of the river and its aquatic community. The growth of the elderly population in the world and the increasing demand for hormone replacements by postmenopausal women have increased the vigilance of monitoring water pollution to protect human life. Therefore, detecting the hormone tibolone in surface water is already an important indicator of impaired water supply quality.

AGRADECIMENTOS

À FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás), pelo apoio à pesquisa.

REFERENCES

Al-Qaim, Fouad F, Abdullah, M. P., Othman, M. R., Mussa, Z. H., Zakaria, Z., Latip, J., & Afiq, W. M. (2015). Investigation of the environmental transport of human pharmaceuticals to surface water: A case study of persistence of pharmaceuticals in effluent of sewage treatment plants and hospitals in Malaysia. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 26, 1124–1135.

Al-Qaim, Fouad Fadhil, Jusof, S. H., Abdullah, M. P., Mussa, Z. H., Tahrim, N. A., Khalik, W. M. A. W. M., & Othman, M. R. (2017). Determination of caffeine in surface water using solid phase extraction and high performance liquid chromatography. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(1), 95–104. <https://doi.org/10.17576/mjas-2017-2101-11>

- Bartella, L., Di Donna, L., Napoli, A., Siciliano, C., Sindona, G., & Mazzotti, F. (2019). A rapid method for the assay of methylxanthines alkaloids: theobromine, theophylline and caffeine, in cocoa products and drugs by paper spray tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 278, 261–266.
- Begas, E., Kouvaras, E., Tsakalof, A., Papakosta, S., & Asprodini, E. K. (2007). In vivo evaluation of CYP1A2, CYP2A6, NAT-2 and xanthine oxidase activities in a Greek population sample by the RP-HPLC monitoring of caffeine metabolic ratios. *Biomedical Chromatography*, 21(2), 190–200.
- Bonfilio, R., Souza, M. C. O., Leal, J. S., Viana, O. M. M. S., Doriguetto, A. C., & Araújo, M. B. de. (2018). Solubility and dissolution studies of tibolone polymorphs. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 53.
- Brasil. (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial Da União*, 1, 58–63.
- Caporaso, N., Whitworth, M. B., Grebby, S., & Fisk, I. D. (2018). Non-destructive analysis of sucrose, caffeine and trigonelline on single green coffee beans by hyperspectral imaging. *Food Research International*, 106, 193–203.
- CETESB, A. E. (2009). *Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem*. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Chakraborty, P., Shappell, N. W., Mukhopadhyay, M., Onanong, S., Rex, K. R., & Snow, D. (2021). Surveillance of plasticizers, bisphenol A, steroids and caffeine in surface water of River Ganga and Sundarban wetland along the Bay of Bengal: occurrence, sources, estrogenicity screening and ecotoxicological risk assessment. *Water Research*, 190, 116668.
- Chen, L., & van Breemen, R. B. (2020). Validation of a sensitive UHPLC-MS/MS method for cytochrome P450 probe substrates caffeine, tolbutamide, dextromethorphan, and alprazolam in human serum reveals drug contamination of serum used for research. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 179, 112983.
- Chen, Z., Pavelic, P., Dillon, P., & Naidu, R. (2002). Determination of caffeine as a tracer of sewage effluent in natural waters by on-line solid-phase extraction and liquid chromatography with diode-array detection. *Water Research*, 36(19), 4830–4838.
- Crespo-Castrillo, A., Garcia-Segura, L. M., & Arevalo, M. A. (2020). The synthetic steroid tibolone exerts sex-specific regulation of astrocyte phagocytosis under basal conditions and after an inflammatory challenge. *Journal of Neuroinflammation*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-1719-6>
- Dai, G., Wang, B., Fu, C., Dong, R., Huang, J., Deng, S., Wang, Y., & Yu, G. (2016). Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in urban and suburban rivers of Beijing, China: occurrence, source apportionment and potential ecological risk. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 18(4), 445–455.
- Dall, G. V., & Britt, K. L. (2017). Estrogen effects on the mammary gland in early and late life and breast cancer risk. *Frontiers in Oncology*, 7, 110.
- de Carli, A. A. (2019). O direito fundamental ao acesso à água potável e o dever fundamental de sua utilização sustentável. *Revista Argumentum-Argumentum Journal of Law*, 12, 169–185.

- Del Río, J. P., Molina, S., Hidalgo-Lanussa, O., García-Segura, L. M., & Barreto, G. E. (2020). Tibolone as hormonal therapy and neuroprotective agent. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, *31*(10), 742–759.
- Di Lorenzo, T., Castaño-Sánchez, A., Di Marzio, W. D., García-Doncel, P., Martínez, L. N., Galassi, D. M. P., & Iepure, S. (2019). The role of freshwater copepods in the environmental risk assessment of caffeine and propranolol mixtures in the surface water bodies of Spain. *Chemosphere*, *220*, 227–236.
- Fonseca, Y. V. P. (2013). *Estudo sobre a ocorrência de poluentes emergentes na água do rio meia ponte na cidade de Goiânia-Go.*
- Gonçalves, E. S., Rodrigues, S. V., & Silva-Filho, E. V. da. (2017). The use of caffeine as a chemical marker of domestic wastewater contamination in surface waters: seasonal and spatial variations in Teresópolis, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, *12*, 192–202.
- González-Arenas, A., De la Fuente-Granada, M., Camacho-Arroyo, I., Zamora-Sánchez, C. J., Piña-Medina, A. G., Segura-Uribe, J., & Guerra-Araiza, C. (2019). Tibolone Effects on Human Glioblastoma Cell Lines. *Archives of Medical Research*, *50*(4), 187–196. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2019.08.001>
- Gorga, M., Insa, S., Petrovic, M., & Barceló, D. (2015). Occurrence and spatial distribution of EDCs and related compounds in waters and sediments of Iberian rivers. *Science of the Total Environment*, *503*, 69–86.
- Gracia-Lor, E., Rousis, N. I., Zuccato, E., Bade, R., Baz-Lomba, J. A., Castrignanò, E., Causanilles, A., Hernández, F., Kasprzyk-Hordern, B., & Kinyua, J. (2017). Estimation of caffeine intake from analysis of caffeine metabolites in wastewater. *Science of the Total Environment*, *609*, 1582–1588.
- Henderson, A., Ng, B., Landeweer, S., Quinete, N., & Gardinali, P. (2020). Assessment of sucralose, caffeine and acetaminophen as anthropogenic tracers in aquatic systems across Florida. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, *105*(3), 351–357.
- IBGE. (2015). Pesquisa Nacional por Amostra de domicílios - Síntese de Indicadores 2015. In *Ibge*. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>
- Janna, H., & Scrimshaw, M. D. (n.d.). The fate of Some Emerging Contaminants in conventional Wastewater treatment plants. *The 2nd International Conference of Buildings, Construction and Environmental Engineering (BCEE2-2015)*, 147.
- Kim, J. H., Kim, B. H., Brooks, S., Kang, S. Y., Summers, R. M., & Song, H. K. (2019). Structural and mechanistic insights into caffeine degradation by the bacterial N-demethylase complex. *Journal of Molecular Biology*, *431*(19), 3647–3661.
- Kloosterboer, H J. (2001). Tibolone: a steroid with a tissue-specific mode of action. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, *76*(1–5), 231–238.
- Kloosterboer, Helenius J. (2004). Tissue-selectivity: the mechanism of action of tibolone. *Maturitas*, *48*, 30–40.
- Krueve, A., & Kaupmees, K. (2017). Adduct Formation in ESI/MS by Mobile Phase Additives. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, *28*(5), 887–894. <https://doi.org/10.1007/s13361-017-1626-y>

- Krueve, A., Kaupmees, K., Liigand, J., Oss, M., & Leito, I. (2013). Sodium adduct formation efficiency in ESI source. *Journal of Mass Spectrometry*, 48(6), 695–702. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jms.3218>
- Kuzmanović, M., Ginebreda, A., Petrović, M., & Barceló, D. (2015). Risk assessment based prioritization of 200 organic micropollutants in 4 Iberian rivers. *Science of the Total Environment*, 503, 289–299.
- Lacina, P., Mravcová, L., & Vávrová, M. (2013). Application of comprehensive two-dimensional gas chromatography with mass spectrometric detection for the analysis of selected drug residues in wastewater and surface water. *Journal of Environmental Sciences*, 25(1), 204–212.
- Lökkegaard, E. C. L., & Mørch, L. S. (2018). Tibolone and risk of gynecological hormone sensitive cancer. *International Journal of Cancer*, 142(12), 2435–2440.
- Mizukawa, A., Filippé, T. C., Peixoto, L. O. M., Scipioni, B., Leonardi, I. R., & Azevedo, J. C. R. de. (2019). Caffeine as a chemical tracer for contamination of urban rivers. *RRRH*, 24.
- Muñoz-Peñuela, M., Nostro, F. L. Lo, Gomes, A. D., Tolussi, C. E., Branco, G. S., Pinheiro, J. P. S., de Godoi, F. G. A., & Moreira, R. G. (2021). Diclofenac and caffeine inhibit hepatic antioxidant enzymes in the freshwater fish *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characiformes). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 240, 108910.
- Nie, X., Xie, R., & Tuo, B. (2018). Effects of estrogen on the gastrointestinal tract. *Digestive Diseases and Sciences*, 63(3), 583–596.
- Ross, J. L., Kushner, H., Kowal, K., Bardsley, M., Davis, S., Reiss, A. L., Tartaglia, N., & Roeltgen, D. (2017). Androgen treatment effects on motor function, cognition, and behavior in boys with Klinefelter syndrome. *The Journal of Pediatrics*, 185, 193–199.
- Ruan, X., & Mueck, A. O. (2019). Vascular Effects of Progestogens. In *Sex Steroids' Effects on Brain, Heart and Vessels* (pp. 197–207). Springer.
- Stander, M. A., Joubert, E., & De Beer, D. (2019). Revisiting the caffeine-free status of rooibos and honeybush herbal teas using specific MRM and high resolution LC-MS methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 76, 39–43.
- Taverna, D., Di Donna, L., Bartella, L., Napoli, A., Sindona, G., & Mazzotti, F. (2016). Fast analysis of caffeine in beverages and drugs by paper spray tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(14), 3783–3787.
- Voloshenko-Rossin, A., Gasser, G., Cohen, K., Gun, J., Cumbal-Flores, L., Parra-Morales, W., Sarabia, F., Ojeda, F., & Lev, O. (2015). Emerging pollutants in the Esmeraldas watershed in Ecuador: discharge and attenuation of emerging organic pollutants along the San Pedro–Guayllabamba–Esmeraldas rivers. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 17(1), 41–53.
- Wang, F., Liu, L., Cui, S., Tian, F., Fan, Z., Geng, C., Cao, X., Yang, Z., Wang, X., & Liang, H. (2017). Distinct effects of body mass index and waist/hip ratio on risk of breast cancer by joint estrogen and progesterone receptor status: results from a case-control study in northern and eastern china and implications for chemoprevention. *The Oncologist*, 22(12), 1431.
- Zhou, H., Ying, T., Wang, X., & Liu, J. (2016). Occurrence and preliminary environmental risk assessment of selected pharmaceuticals in the urban rivers, China. *Scientific Reports*, 6(1), 1–10.

Zhu, B., Chen, L.-B., Lu, M., Zhang, J., Han, J., Deng, W.-W., & Zhang, Z.-Z. (2019). Caffeine content and related gene expression: novel insight into caffeine metabolism in *Camellia* plants containing low, normal, and high caffeine concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *67*(12), 3400–3411.

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Bacharel em Química pela Universidade de Uberaba (2011), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências Naturais e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2015), com ênfase no desenvolvimento de um bioadsorvente para remoção de íons As(V), Sb(III) e Se(IV) em diferentes matrizes aquáticas. Doutorado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2018), com ênfase em Processos Oxidativos Avançados [fotocatálise heterogênea ($\text{TiO}_2/\text{UV-A}$ e $\text{TiO}_2/\text{Solar}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-C}$) para remoção de contaminantes de preocupação emergente (CPE) em diferentes matrizes aquáticas. Realizou o primeiro estágio de Pós-Doutorado (de maio de 2019 a junho de 2021) na Universidade Federal de Uberlândia com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de CPE em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atualmente está realizando sua segunda Prática de Pós-Doutorado (julho de 2021 - atual) na UFU na mesma linha de pesquisa. Atuei durante 11 anos como técnico químico no Instituto Federal de Goiás, tendo sido responsável pela análise de parâmetros físico-químicos e biológicos de água e efluentes de estação de tratamento de efluentes. Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de acompanhamento do CPE; (iii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) Aplicação de processos oxidativos avançados ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV C}$, $\text{TiO}_2/\text{UV-A}$ e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química.

A

- Adsorção 148, 150, 151, 153, 154, 155, 156
- Agronegócio 57, 58, 59, 60, 61, 70, 71
- Água potável 3, 12, 80, 148, 149, 150, 153, 155, 165
- Águas residuárias 127
- Alumínio 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156
- Amazonian region* 98, 104
- Apicultura 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 70, 71
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) 11, 18, 33, 39
- Atividade antrópica 8, 10

B

- Baixada Santista 44, 45, 46, 53
- Balanco Total de Emissões de CO2 (BTE) 46
- Biodiversidade 8, 10, 12, 15, 19, 20, 73, 128
- Biota marinha 127, 129

C

- Caffeine* 157, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168
- Chemotypes* 98, 100, 101, 102, 103, 104
- Clima urbano 107, 108, 109, 110, 112, 117, 126
- Contaminantes 24, 127, 129, 134, 136, 137, 141, 169
- Corpos hídricos 3, 12, 75, 149

E

- Ecosistema 3, 128, 129, 137
- Educação ambiental 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 53, 169
- Efeitos deletérios 149
- Essential oil* 98
- Estação de tratamento de água 149
- Exposição crônica 136

F

- Fontes renováveis 50

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 73
Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) 76, 82, 86, 93

G

Gases do Efeito Estufa (GEE) 45, 54
Gestão ambiental 7, 30, 33, 41, 79, 88

H

Hidrocarbonetos Totais (HCT) 49
Hierarchical cluster analysis (HCA) 98, 100
Hormones 143, 157, 164

I

Ilha de calor 107, 109, 119, 120, 122, 125, 126
Ilha fria 107, 109, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125
Impactos ambientais 4, 16, 21, 23, 24, 29, 30, 38, 39, 51, 53, 73, 75, 83, 87, 92

L

Latitudes 98, 99
Lixões 1, 3, 12, 21, 22, 29
Logística Reversa (LR) 3, 6, 41, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 97

M

Madeira 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83
Madeira 82
Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) 76, 82, 91, 92, 94, 96, 97
Materiais biodegradáveis 3, 7, 21
Material Particulado (PM10) 49
Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 34, 38, 39, 41, 60, 74, 75, 76, 78, 81, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 127, 133, 135, 142, 143, 144, 155, 165
Mel 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Metais pesados 85, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 147
Mudanças climáticas 12, 13, 17, 45, 54, 107, 108

O

Óleos residuais de cozinha 37
Organismos aquáticos 136, 140, 145

P

Plástico 2, 3, 7, 22, 23, 24, 30, 33, 34, 42, 68, 88

Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) 10, 18, 33, 40

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 6, 7, 29, 44, 45, 51, 54, 81, 85, 87, 95, 96

Poliuição 1, 4, 7, 15, 21, 22, 24, 25, 39, 88, 95, 96, 129, 134, 144, 145, 146

Pontos de Entrega Voluntária (PEV) 91

Produção apícola 56, 57, 58, 60, 62, 64, 66, 69, 70

Produção mais Limpa (P+L) 74

R

Reaproveitamento 75, 81, 86, 87, 95

Reciclagem 2, 3, 4, 6, 7, 13, 15, 22, 24, 28, 34, 38, 51, 52, 53, 74, 77, 78, 79, 80, 87, 88, 89, 92, 95

Recursos naturais 8, 10, 12, 18, 23, 29, 33, 79, 87, 92, 94, 146, 150

Resíduos sólidos urbanos (RSU) 10, 11, 44, 45, 46

Reutilização 4, 14, 51, 76, 77, 78, 87, 89, 92, 95

River 41, 126, 145, 157, 158, 159, 163, 164, 165

S

Sacolas plásticas 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Saneamento básico 129, 130, 141, 144

Serraria 73, 75, 76, 78, 81, 82

Setor madeireiro 72, 73, 74, 78, 81, 83

Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) 74

Socioambientais 12, 34, 38, 39

Sustentabilidade 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 24, 30, 33, 42, 54, 56, 57, 58, 70, 71, 72, 74, 78, 79, 81, 82, 85, 86, 88, 95

T

Tibolone 157, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 167

U

Unidade de Recuperação Energética (URE) 46

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



🌐 www.arenaeditora.com.br
✉ contato@arenaeditora.com.br
📷 @arenaeditora
📘 www.facebook.com/arenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2022

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

