

**Felipe Santana Machado  
Aloysio Souza de Moura  
(Organizadores)**



# EDUCAÇÃO, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO 3

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Felipe Santana Machado  
Aloysio Souza de Moura  
(Organizadores)

# Educação, Meio Ambiente e Território 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

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)

E24	Educação, meio ambiente e território 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação, Meio Ambiente e Território; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-144-2 DOI 10.22533/at.ed.442192102  1. Divisões territoriais e administrativas 2. Educação ambiental. 3. Meio ambiente – Preservação. 4. Geologia. I. Machado, Felipe Santana. II. Moura, Aloysio Souza de.  CDD 320.60981
-----	---

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.

2019

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](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Território é um dos termos mais utilizados pela Geografia, pois está intimamente relacionado aos sistemas de formação e transformação do espaço geográfico. Esta definição pode variar segundo a corrente de pensamento, e ou da abordagem que se realiza, mas a concepção mais comumente acolhida, o relaciona ao espaço delimitado a partir de uma associação de poder, seja político, religioso entre outros.

Na atualidade, o termo território é contemplado, nas mais diversas pesquisas e abordagens, como um espaço demarcado pelo uso de fronteiras – desnecessariamente visíveis – e que se fixa a partir de uma expressão e imposição de poder, contudo, desigualmente das concepções anteriores, o território pode se mostrar em múltiplas escalas, não possuindo necessariamente uma natureza política, mais também climáticas, vegetacionais e edáficas. A obra “Educação, Meio ambiente e Território” apresenta uma série de livros de publicação da Atena Editora. Em seu terceiro volume, com 27 capítulos, enfatizamos estudos sobre território, com destaque aos estudos de solos e geotécnicos, a influência de estudos erosivos para manutenção de aspectos geológicos e geográficos, e uma série de estudos de viabilidade hídrica, tanto superficiais quanto subterrâneos.

Acreditamos ser extremamente oportuno apresentar um primeiro capítulo que aborde uma temática tão atual (Jan 2019), uma vez que o Brasil tem sofrido com inúmeros desastres ambientais por parte de mineradoras localizadas no estado de Minas Gerais que não tem a destinação correta para seus rejeitos. O desastre de Mariana em novembro de 2015 e mais recentemente o desastre de Brumadinho são considerados os maiores desastres desta categoria do Brasil, pois além das perdas humanas, afetou inúmeras cidades ao longo das bacias hidrográficas do Rio Doce e Vale do São Francisco, os deixou sem água potável, dizimou grande parte da biodiversidade, e gerou um grande impacto nos estados nos quais perpassaram com influências visíveis inclusive no oceano Atlântico.

E por fim, finalizamos esse volume apresentando informações sobre danos físicos ao ambiente, mitigação de impactos ambientais, bem como técnicas de sensoriamento remoto e análises multitemporais sobre áreas de cultivo e florestais. Dessa forma, conseguimos elencar uma grande gama de aspectos relacionados ao território que não foram antes mencionadas em trabalhos científicos de forma a construir uma base de exemplos/metodologias que podem ser seguidos(as) e utilizadas como base para tomada de decisão dentro das diferentes esferas governamentais e científicas.

Esperamos que esta obra possa contribuir com o conhecimento sobre o território e com artífices ambientais para a sua preservação. Mesmo cientes da existência dos problemas mencionados nos diferentes capítulos, as informações normalmente são veiculadas de formas mais populares em detrimento de informações científicas. Isso interfere na opinião pública que ignora ou esquece problemas tão graves e que terão consequências ao longo de dezenas ou até centenas de anos. Acredita-se que

a informação presente nesse volume três possa estimular boas práticas que poderão ser disseminadas para evitar maiores problemas de ordem territorial e ecológica.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
VILA DE ITAPINA E OS LAÇOS COMO O RIO DOCE: REGISTROS DE MEMÓRIA APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO (SAMARCO/VALE/BHP)	
Bianca Pavan Piccoli Maria Cristina Dadalto Patrícia Pavesi Sônia Missagia Matos Leonardo Nunes Aranha Douglas dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921021</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM ITAÍBA NO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite Rafaella Teixeira Miranda Maiara de Araújo Porto Túlio Martins de Lima Natália Milhomem Balieiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921022</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE DO SOLO LOCALIZADO NA REPRESA DO RIO TAPAJOS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA	
Derek Leão Monteiro Eliana Costa Seabra Jamilly Rocha de Araújo Wesley Leão Monteiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921023</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO SERRA GERAL EM BOA VISTA DAS MISSÕES - RS	
Willian Fernando de Borba Gabriel D'Ávila Fernandes José Luiz Silvério da Silva Bruno Acosta Flores Mirta Teresinha Petry Lueni Gonçalves Terra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921024</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
LEVANTAMENTO DE SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DE PORTO ALEGRE	
Edsleine Ribeiro Silva Luis Fernando da Silva Paulo César do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4421921025</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 57**

SUBSÍDIOS GEOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE IGREJINHA/RS

Saulo Borsatto  
Norberto Dani  
Rafael da Rocha Ribeiro  
Nelson A. Lisboa

**DOI 10.22533/at.ed.4421921026**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

USO DO XRF EM AMOSTRAS DE SOLO DA COMUNIDADE ILHA DIANA – SANTOS, SP

Larissa Felicidade Werkhauser Demarco  
Alexandre Muselli Barbosa  
Marcos Jorgino Blanco  
Amanda Figueredo Fonseca  
Leonardo Silveira Takase  
Luiza de Araújo João Sobrinho  
Felipe Ian Strapasson Saldias

**DOI 10.22533/at.ed.4421921027**

**CAPÍTULO 8 ..... 79**

VERIFICAÇÃO DA ADESÃO EM SOLO GRAMPEADO OBTIDA ATRAVÉS DE ENSAIOS DE ARRANCAMENTO COMPARADOS COM MÉTODOS EMPÍRICOS

Rodrigo Rogério Cerqueira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4421921028**

**CAPÍTULO 9 ..... 91**

PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS LINEARES DOS TIPOS RAVINA E BOÇOROCA

Gerson Salviano de Almeida Filho  
Geraldo Figueiredo de Carvalho Gama Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.4421921029**

**CAPÍTULO 10 ..... 100**

COMPARED BACKGROUND AND REFERENCE VALUES IN SOURCES OF CADMIUM-ENRICHED SOILS FROM BRAZIL

Fernando Machado de Mello  
Essaid Bilal  
Gustavo Neves  
Maria Eduarda Loureiro dos Reis Teodoro  
Thiago Peixoto de Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.44219210210**

**CAPÍTULO 11 ..... 113**

CORRELAÇÕES DE RESISTÊNCIA PARA ALGUMAS ROCHAS METAMÓRFICAS DO ESTADO DE MINAS GÉRIAS, SUDESTE DO BRASIL

Klinger Senra Rezende  
Daniel Silva Jaques  
Eduardo Antônio Gomes Marques

**DOI 10.22533/at.ed.44219210211**

**CAPÍTULO 12 ..... 123**

CARACTERIZAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SEDIMENTO SUPERFICIAL DOS RIOS ARACAÍ, CARAMBEÍ E GUAÇU NA CIDADE DE SÃO ROQUE/SP

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima  
Mainara Generoso Faustino  
Eddy Bruno dos Santos  
Tatiane Bernardino Seixas Carvalho da Silva  
Maria Aparecida Faustino Pires  
Marycel Elena Barboza Cotrim

**DOI 10.22533/at.ed.44219210212**

**CAPÍTULO 13 ..... 137**

ANÁLISE DAS RELAÇÕES IÔNICAS COMO PARTE DA ANÁLISE HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À OESTE DO RIO GUANDU - BAIXADA FLUMINENSE - RJ

Isabela Martins Itabaiana  
Décio Tubbs Filho  
Patrick Aloe Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.44219210213**

**CAPÍTULO 14 ..... 147**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AURÁ (RMB) ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2018

Gilmar Wanzeller Siqueira  
Fabio Marques Aprile  
Arthur Araújo Ribeiro  
Alda Lucia da Costa Camelo  
Alzira Maria Ribeiro dos Reis  
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

**DOI 10.22533/at.ed.44219210214**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA A CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO EM SALVADOR DO SUL – RS

Jauana Marilise do Nascimento Riegel  
Gabriel D'Ávila Fernandes  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
José Luiz Silvério da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.44219210215**

**CAPÍTULO 16 ..... 171**

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS DE CONSUMO POTÁVEL NA CIDADE DE BELÉM-PA

Milene Pereira Mendes  
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.44219210216**

**CAPÍTULO 17 ..... 180**

DETERMINAÇÃO DA CURVA CHAVE PARA UM TRECHO DO RIO DA PRATA-RS

Franciele Priori  
Sara Regina Sperotto  
Taison Anderson Bortolin

**DOI 10.22533/at.ed.44219210217**

**CAPÍTULO 18 ..... 187**

EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SÃO PAULO, BRASIL

Gerson Salviano de Almeida Filho  
Zeno Hellmeister Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.44219210218**

**CAPÍTULO 19 ..... 198**

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL SOBRE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI ANTAS

Tuane de Oliveira Dutra  
Pedro Antonio Roehe Reginato  
Vinícius Menezes Borges  
Marcos Imério Leão  
Gustavo Barbosa Athayde

**DOI 10.22533/at.ed.44219210219**

**CAPÍTULO 20 ..... 208**

COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES APPLIED IN A MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS AND CYTOGENOTOXICITY EVALUATION

Thaís Dalzochio  
Fernando Hamerski  
Nicole Giovanna Gross  
Günther Gehlen

**DOI 10.22533/at.ed.44219210220**

**CAPÍTULO 21 ..... 216**

DANOS AO MEIO FÍSICO NA URBANIZAÇÃO DE SANTARÉM-PA: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SANTARENZINHO

Eduardo Francisco da Silva  
Arthur Iven Tavares Fonseca  
Anderson Conceição Mendes  
Fábio Góis da Mota

**DOI 10.22533/at.ed.44219210221**

**CAPÍTULO 22 ..... 225**

PREVISÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE CORTE E ATERRO

Christiane Ribeiro Müller  
Flávia Cauduro

**DOI 10.22533/at.ed.44219210222**

**CAPÍTULO 23 ..... 231**

ESTUDOS GEOTÉCNICOS COMO SUBSÍDIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrick Aloe Teixeira  
José Miguel Peters Garcia  
Isabela Martins Itabaiana

**DOI 10.22533/at.ed.44219210223**

**CAPÍTULO 24 ..... 242**

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM LAVOURAS, ANÁLISE PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS

Bruno Zucuni Prina

Patrícia Ziani

Romario Trentin

**DOI 10.22533/at.ed.44219210224**

**CAPÍTULO 25 ..... 252**

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO DESMATAMENTO POR NDVI DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ NOS ANOS DE 2007 E 2017

Juliana Fonseca Cardoso

Isabela Loiane Carvalho Teixeira

José Cicero Pereira Júnior

Taissa Nery Ferreira

Denison Lima Correa

**DOI 10.22533/at.ed.44219210225**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 259**

## AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS DE CONSUMO POTÁVEL NA CIDADE DE BELÉM-PA

### Milene Pereira Mendes

Mestranda em Ensino de Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará. milene324@hotmail.com

### Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará. rlmendes@yahoo.com.br

**RESUMO:** Embora a Amazônia apresente grande disponibilidade de recursos hídricos, muitos moradores de Belém e do entorno sofrem com a falta de acesso a água potável. Neste contexto, é necessário que se busquem fontes alternativas de água potável para minimizar a problemática, visualizando-se assim, as águas pluviais como uma opção. Apesar da utilização da água da chuva para consumo potável ser promissora, enfrenta-se ainda resistência para sua adoção. Um dos pontos de resistência está vinculado à preocupação com a qualidade da água. Em face do exposto, o objetivo deste estudo é avaliar a qualidade das águas pluviais em área urbana, na cidade de Belém-PA, com base em parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e verificar se os resultados estão de acordo com as normas estabelecidas pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde (MS), a fim de fornecer dados que subsidiem o tratamento adequado e aperfeiçoem sistemas

de aproveitamento das águas pluviais para fins de consumo potável. A pesquisa foi realizada em um protótipo de sistema de abastecimento instalado no Núcleo de Meio Ambiente-NUMA/UFGA. Os parâmetros avaliados foram: Temperatura, Turbidez, Cor aparente, Fluoreto, Cloreto, Sulfato, Nitrito, Nitrato, Dureza Total e *Escherichia coli*. Com base nos resultados obtidos, pôde-se inferir que o parâmetro biológico *Escherichia coli* encontra-se em desacordo com os padrões exigidos pela Portaria nº 2914/11 do MS. Neste sentido, as amostras em análise são recomendadas somente para o consumo não potável. Apesar das amostras oriundas do sistema em análise não serem indicadas para o consumo humano, em virtude da presença de agentes microbiológicos, quando desenvolvido um mecanismo de remoção desses agentes, a água tem potencial de se tornar potável, uma vez que os demais parâmetros em análise se encontram em consonância com a legislação vigente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas pluviais. Qualidade da água. Potabilidade.

Área de Interesse do Simpósio: Recursos Hídricos.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil configura-se virtuosamente como uma das maiores reservas de água, sendo detentor de 13,7% de toda água doce disponível no mundo, de acordo com a Agência Nacional das Águas-ANA (2014).

Por sua vez, a região amazônica é a que possui maior disponibilidade para uso dos recursos hídricos no país, representando o percentual de 68,5%, conforme a Secretaria de Estado de Meio Ambiente- SEMA (2014).

Embora a Amazônia apresente grande disponibilidade de recursos hídricos, contraditoriamente, muitos moradores de Belém e do entorno sofrem com a falta de acesso a água potável. Neste contexto, Rosa (2011) ressalta que se devem procurar fontes alternativas de água potável, apontando as águas pluviais como uma opção.

Segundo Pereira (2014) a utilização da água da chuva é uma técnica antiga que foi perdendo expressão durante algum tempo em decorrência do desenvolvimento de técnicas para aproveitamento de águas subterrâneas e implementações de sistemas de abastecimento e irrigação encanada. Apesar disso, a autora destaca que a utilização da água da chuva tem sido utilizada por vários países em desenvolvimento e desenvolvidos, como meio de minimizar os impactos ambientais e a escassez de água.

Para Andrade Neto (2004) apesar de antiga, a captação e utilização de água de chuva é uma tecnologia moderna do ponto de vista de novos conceitos, técnicas construtivas e de segurança sanitária.

De acordo com os estudos da série histórica (1961-2016) do Instituto Nacional de Meteorologia estação Belém (INMET-BE), a média anual de precipitação na cidade é de 2986 mm. Diante do alto índice pluviométrico, vê-se o sistema de aproveitamento de água da chuva-SAAC para consumo potável como um método alternativo para amenizar a problemática local, além de configurar-se como uma técnica de desenvolvimento ambientalmente sustentável.

De acordo com Veloso e Mendes (2014) a técnica de aproveitamento das águas pluviais consiste em superfícies de captação, descarte do primeiro fluxo como barreira sanitária, armazenamento em reservatório e posterior distribuição.

Embora a utilização da água da chuva para consumo potável seja promissora, enfrenta-se ainda resistência para sua adoção. Um dos pontos de resistência está vinculado, dentre outros fatores, à preocupação com a qualidade da água. Apesar disso, estudos (HAGEMANN, 2009; HEIJNEN, 2012) apontam que as águas de origem pluviais em alguns casos podem ser melhores que as próprias águas superficiais e subterrâneas.

No Brasil não há legislação específica que estabeleça padrões de qualidade das águas pluviais para consumo potável, portanto, atualmente, os estudos de monitoramento da qualidade da água de chuva, para este fim, têm comparado os resultados a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde (MS) que dispõe sobre o controle

e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Em face do exposto, o objetivo do presente estudo é avaliar a qualidade das águas pluviais em área urbana, na cidade de Belém-PA, com base em parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e verificar se os resultados estão de acordo com as normas estabelecidas pela Portaria nº 2.914/11 do MS, a fim de fornecer dados que subsidiem o tratamento adequado e aperfeiçoem sistemas de aproveitamento das águas pluviais para fins de consumo potável.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

O lócus da pesquisa se deu no Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA), a qual se localiza na cidade de Belém-PA. A definição da área de estudo ocorreu em virtude do NUMA possuir instalado nas suas dependências um sistema de captação e aproveitamento da água da chuva.

### **2.2 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO SAAC**

A estrutura do sistema de captação e aproveitamento da água da chuva instalado no NUMA (Figura 1), se dá através de uma superfície de captação (telhado), posteriormente, a água é transportada por calhas aos tubos condutores até ser retida e armazenada no reservatório com capacidade de 2000L.

No intuito de melhorar a qualidade da água captada, o sistema conta ainda com um mecanismo de descarte do primeiro milímetro de água, também chamado de fluxo inicial, uma vez que a primeira chuva é a que, normalmente, apresenta uma maior carga de poluentes.

Posterior ao armazenamento no reservatório, a água é distribuída e seu aproveitamento ocorre nos banheiros (vaso sanitário e mictório) do prédio de aula do NUMA. Uma meta futura é desenvolver técnicas neste sistema que possibilitem o aproveitamento das águas pluviais para fins de consumo potável.



**Figura 1-** Sistema de captação da água da chuva instalado no NUMA.

Fonte: Autores, 2016.

## 2.3 AMOSTRA

Para avaliar a qualidade da água pluvial foi utilizada como forma de amostragem a água do reservatório de armazenamento. O intuito da coleta no reservatório de armazenamento foi verificar a qualidade da água do sistema antes da distribuição.

## 2.4 COLETAS DE DADOS

Foram realizadas três eventos de coletas, entre Novembro de 2016 e Janeiro de 2017. O primeiro evento (1) sucedeu dia 23/11/16 entre 9h: 15min-9h: 20 min. O segundo evento (2) sucedeu dia 20/12/16 entre 8h: 15min. -8h: 24min. O último evento (3) sucedeu 19/01/2017 entre 8h: 20 min. -8h: 26 min.

O procedimento adotado para coletas das amostras referentes aos parâmetros físico-químicos foi esterilização dos recipientes plásticos de 1L com sabão líquido neutro, seguidos de água deionizada e após secagem aplicação de álcool etílico 70%.

Para coleta das amostras referente aos parâmetros microbiológicos, utilizou-se o kit Coliteste®, onde os recipientes de plásticos são de 100 mL e já se encontravam esterilizados.

Nas coletas referentes aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos o procedimento ocorreu utilizando luvas esterilizadas para evitar contaminação das amostras. Após realização das coletas, as amostras foram imediatamente encaminhadas para análises laboratoriais.

## 2.5 ANÁLISE DE DADOS

Os parâmetros em análise foram: Temperatura, Turbidez, Cor aparente, Fluoreto, Cloreto, Sulfato, Nitrito, Nitrato, Dureza Total, Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

As análises sucederam-se em parceria com o Instituto Evandro Chagas (IEC) através do Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente, o qual utilizou métodos oficiais e em conformidade aos padrões de potabilidade presente na Portaria nº 2.914/11 do MS.

Os resultados obtidos receberam tratamento estatístico através do Excell 2010, os quais deram origem a tabela que compõem os resultados.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item são apresentados os valores médios obtidos referentes às análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas pluviais.

Parâmetros	Unidade	Evento 1	Evento 2	Evento 3	VMP MS 2914/11
Temperatura	°C	24,3	24,9	25,5	Amb.
Turbidez	uT	2	1	2	5
Cor aparente	uH	16	10	12	15
Fluoreto	mg/L	0,142	<LP	<LP	1,5
Cloreto	mg/L	2,733	6,512	20,25	250
Sulfato	mg/L	1,457	2,856	6,000	250
Nitrito	mg/L	<LD	<LD	0,006	1
Nitrato	mg/L	8,566	1,886	0,750	10
Dureza total	mg/L	1,592	8,439	2,400	500
<i>Escherichia coli</i>	VMP 100mL	Presente	Presente	Presente	Ausente

<LD: Abaixo do limite de detecção;

VMP: Valor Máximo Permitido.

**Tabela 1-** Resultados das análises de amostras de águas pluviais coletadas do reservatório de armazenamento.

Fonte: IEC, 2016-2017.

### 3.1 TEMPERATURA

Os valores obtidos de temperatura variaram de 24,3 a 25,5 °C. Sendo assim, as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS, que define a temperatura padrão ambiente.

A temperatura é responsável por medir a intensidade de calor e influencia uma série de variáveis físico-químicas e biológica, como alcalinidade, salinidade, oxigênio dissolvido, dentre outros.

### 3.2 TURBIDEZ

Os valores obtidos de turbidez variaram de 1 a 2 uT. Neste sentido, as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que adota um VMP de 5 uT para turbidez.

A turbidez é responsável por medir o grau de alteração diante a penetração da luz através da água. Normalmente, essas alterações são decorrentes de sólidos em suspensão e provocam difusão e absorção de luz na água.

### 3.3 COR APARENTE

Os valores obtidos para cor aparente variaram de 10 a 16 uH. Assim, com exceção da amostra do evento 1 que apresentou o valor de 16 uH, as demais amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que adota um VMP de 15 uH para cor aparente.

Adota-se como hipótese para a cor elevada no evento 1 o baixo índice pluviométrico em relação ao demais eventos, o que pode ter gerado um acúmulo de sólidos na superfície da captação.

A cor aparente é resultado de uma quantidade elevada de sólidos dissolvidos nas águas, que quando removidos revelam a cor verdadeira.

### 3.4 FLUORETO (F<sup>-</sup>)

O maior valor obtido para fluoreto foi de 0,142 mg/L, sendo os demais resultados <LD. Portanto, as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que adota um VMP de 1,5 mg/L para fluoreto.

Os fluoretos (F<sup>-</sup>) são as formas mais abundantes a partir da reação do flúor com outras substâncias. É comum encontrar fluoreto em águas naturais, sendo que concentrações elevadas, normalmente, estão associadas com fontes subterrâneas.

### 3.5 CLORETO (Cl<sup>-</sup>)

Os valores obtidos para cloretos variaram de 2,733 a 20,25 mg/L. Deste modo, as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do

MS que adota um VMP 250 mg/L para cloreto.

Os íons cloretos (Cl<sup>-</sup>) indicam a dissolução de sais de origem, normalmente, mineral, esgotos domésticos, efluentes industriais e agrícolas ou ainda intrusão de água do mar.

### 3.6 SULFATO

Os valores obtidos para sulfatos variaram de 1,457 a 6,000 mg/L. Assim, as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que adota um VMP de 250 mg/L para sulfato.

Os íons sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), normalmente, se apresentam na água na forma de sólidos dissolvidos e sua presença pode indicar a decomposição da matéria orgânica.

### 3.7 NITRITO E NITRATO

Os valores obtidos para nitrito e nitrato variaram entre, respectivamente, o maior valor de 0,006 mg/L, sendo os demais resultados abaixo do <LD e 0,750 a 8,566 mg/L. Apesar do valor de nitrato ter se mostrado elevado no evento 1 em relação aos demais, todas as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que adota um VMP de 1 mg/L para nitrito e 10 mg/L para nitrato.

Adota-se como hipótese para elevação de nitrato no evento 1, ainda que esteja dentro do valor permitido pela legislação, o baixo índice pluviométrico em relação aos demais eventos, o que pode ter gerado um acúmulo de matéria orgânica e sua posterior decomposição.

O nitrogênio é um macro nutriente para processos biológicos, na água é encontrado nas formas de nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e n-amoniacal como amônia livre (NH<sub>3</sub>) ou amônio ionizado (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Sua presença em altas concentrações auxilia na proliferação de algas e indica poluição.

### 3.8 DUREZA TOTAL

Os valores obtidos para dureza total variaram de 1,592 a 8,439. Neste sentido, as amostras encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que adota um VMP de 500 mg/L. Além disso, as amostras em análises, quanto ao grau de dureza, são oriundas de águas classificadas como moles ou branda.

A dureza total indica a soma da dureza temporária com a permanente. As durezas das águas podem variar em moles quando está inferior a 50 mg/L em CaCO<sub>3</sub>, moderada entre 50 a 150 mg/L em CaCO<sub>3</sub>, dura entre 150 a 300 mg/L em CaCO<sub>3</sub> e muito dura quando está superior a 300 mg/L em CaCO<sub>3</sub>.

### 3.9 *ESCHERICHIA COLI*

Com base nas análises das amostras, pôde-se verificar que todas acusaram presença de *Escherichia coli* em 100 mL de água. Assim, as amostras encontram-se fora do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914/11 do MS que determina a ausência de *Escherichia coli* em 100 mL de água.

Mesmo em avaliações de água da chuva realizadas com amostras diretamente da atmosfera, como foi o caso da pesquisa de Hagemann e Gastaldini (2016), houve presença de *Escherichia coli*. Assim, a presença de *Escherichia coli* nas amostras pode ser tanto em decorrência de seu contato com a atmosfera como da própria limpeza do SAAC.

*Escherichia coli* são bactérias do grupo coliforme termotolerantes, isto é, possuem alta capacidade de proliferação em temperaturas entre 35°e 37°C e, normalmente, são oriundas de fezes humanas e animais, sendo algumas espécies patogênicas desencadeadoras de doenças como disenteria bacilar, febre tifoide e cólera.

Rosa (2011) observou em sua pesquisa sobre a qualidade da água da chuva que a filtração lenta é um processo eficiente na remoção do grupo *Escherichia coli*, sendo frequente a completa remoção. No entanto, por medidas de segurança sanitária o mesmo recomenda um sistema adicional de desinfecção.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pôde-se inferir que os parâmetros Temperatura, Cor aparente (exceção evento 1) Turbidez, Fluoreto, Cloreto, Sulfato, Nitrito, Nitrato e Dureza Total encontram-se de acordo com os padrões exigidos pela Portaria nº 2914/11 do MS.

O parâmetro biológico *Escherichia coli* encontra-se em desacordo com os padrões exigidos pela Portaria nº 2914/11 do MS. Neste sentido, as amostras em análise são recomendadas somente para o consumo não potável.

Apesar das amostras oriundas do sistema em análise não serem indicadas para o consumo humano em virtude da presença de agentes microbiológicos, quando desenvolvido um mecanismo de remoção desses agentes, a água tem potencial de se tornar potável, uma vez que os demais parâmetros em análise encontram-se em consonância com a legislação vigente.

Neste sentido, recomendam-se métodos extras de desinfecção no modelo de SAAC desenvolvido, como adição de cloro que se configura como um agente microbiano e adição de filtração lenta, esta última apresentando-se em demais trabalhos como método eficaz na remoção de bactérias.

## REFERÊNCIAS

ANA- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUA. **A Água no Planeta para crianças: A Distribuição de Água no Mundo.** 2014.

ANDRADE NETO, C. O. A. **Proteção sanitária das cisternas rurais.** In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.2004, Natal-RN. 1 CD-ROM.

HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, M. C. C. Variação da qualidade da água de chuva com a precipitação: aplicação à cidade de Santa Maria – RS. In: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 21, n.3, p. 225-236, jul/set. 2016

HEIJNEN, H. **A Captação de Água da Chuva: Aspectos de Qualidade da Água, Saúde e Higiene.** In: 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva. 2012, Campina Grande-PB.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Dados de 2017. Disponível em:< [http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera\\_serie\\_txt\\_mensal](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal)>. Acessado em: 23 dez. 2016.

PEREIRA, A. P. **AValiação da Qualidade da Água da Chuva.** 28 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química), Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

ROSA, R. G. **APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA CONSUMO POTÁVEL - ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE BELÉM-PA.** 115 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Pará, Belém, 2012

SEMA- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. **Gestão das águas: por um futuro sustentável.** Belém:SEMA, 2014.

VELOSO, Nircele da Silva Leal; MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues. Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA. in: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 19, n.1, p. 229-242, jan/mar. 2014. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/7087a6f8be4e95fce5f6369872da77d4\\_4c22a6bbe0101a10b45df3f5e7543596.pdf](https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/7087a6f8be4e95fce5f6369872da77d4_4c22a6bbe0101a10b45df3f5e7543596.pdf)> Acesso em: 27 dez. 2016.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

### **Felipe Santana Machado**

Felipe é professor de biologia, especialista em morfofisiologia animal e gestão ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais. Participa do grupo de pesquisa CNPq “Diversidade, Sistemática e Biogeografia de Morcegos Neotropicais” como colaborador.

### **Aloysio Souza de Moura**

Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-144-2

