

HELENTON CARLOS DA SILVA  
(ORGANIZADOR)



# MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

HELENTON CARLOS DA SILVA  
(ORGANIZADOR)



# MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

M514 Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-46-1

DOI 10.22533/at.ed.461201203

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

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

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra *“Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 11 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental, tendo como base a sua preocupação com o meio ambiente, em especial destaque aos recursos hídricos e ao saneamento ambiental.

Compatibilizar o desenvolvimento com o meio ambiente significa considerar os problemas dentro de um contínuo processo de planejamento, atendendo-se adequadamente as exigências de ambos. Para a gestão, o planejamento e o controle se faz necessário a implantação de sistemas de medição e monitoramento, sendo que para esses sistemas funcionarem é imprescindível a utilização de indicadores.

Desta forma, as melhorias das condições dos serviços de saneamento básico dependem do sucesso das entidades de regulação, pois os avanços tímidos no aumento da cobertura dos serviços observados nos últimos anos indicam que a ampliação da disponibilidade de recursos financeiros, por si não é garantia de agilidade no aumento da oferta dos serviços.

Tem-se ainda que o aumento da demanda da sociedade por matrizes energéticas tem impactado os recursos naturais. Neste contexto, as usinas hidrelétricas, ainda que consideradas fontes de energia limpa, podem causar alterações prejudiciais nos recursos hídricos, que por sua vez podem acarretar na depreciação da qualidade da água.

É fatídica a relevância do sensoriamento remoto e de outras ferramentas das geotecnologias passíveis de aplicação nos estudos ambientais diretamente relacionados com o monitoramento e fiscalização do uso dos recursos florestais.

Considera-se ainda que o reuso da água a cada dia torna-se mais atrativo, pois está relacionada com a conscientização e uso sustentável desse recurso hídrico cada vez mais escasso. Além de que a Redução do Risco de Desastres é um tema que cresce a cada dia na produção de conhecimento acadêmico, técnico e científico, a fim de incrementar tanto os meios para o melhor entendimento dos desastres, quanto às maneiras de evitá-los e mitigar seus impactos negativos.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados ao saneamento ambiental, compreendendo, em especial, a gestão do meio ambiente, bem como a correta utilização dos recursos hídricos. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AMAZÔNIA BRASILEIRA: UMA PERSPECTIVA FILOSÓFICA SOBRE A SUPRESSÃO DOS RECURSOS NATURAIS	
Lucas Mota Batista Marina Costa de Sousa Albertino Monteiro Neto Kemuel Maciel Freitas Luciane Gomes Fiel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
A IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	
Pedro Henrique Pena Pereira Rogério Alexandre Reginato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE COARI/AM SEGUNDO O MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA	
Letícia dos Santos Costa Luiza de Nazaré Almeida Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TOCANTINS A MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA LUIS EDUARDO MAGALHÃES	
Nicole Marasca Guenther Carlos Couto Viana Flávia Tonani Emerson Adriano Guarda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
ABORDAGEM SOBRE A RUGOSIDADE SUPERFICIAL INTERNA DE TUBULAÇÕES UTILIZADAS EM IRRIGAÇÃO E CONDUÇÃO DE ÁGUA COM ÊNFASE NOS PARÂMETROS KURTOSIS E SKEWNESS	
Bruna Dalcin Pimenta Adroaldo Dias Robaina Marcia Xavier Peiter José Antonio Frizzone Moacir Eckhardt Jhosefe Bruning Luiz Ricardo Sobenko Anderson Crestani Pereira Laura Dias Ferreira Rogerio Lavanholi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
DETECÇÃO REMOTA DE FLORESTA E FRAGMENTOS FLORESTAIS ATRAVÉS DE IMAGENS SENTINEL 1A EM TRACUATEUA – PA	
Deyverson Mesquita Freitas	

André Luis Nascimento de Oliveira  
Robert Luan Borges Negrão  
Neuma Teixeira dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.4612012036**

**CAPÍTULO 7 ..... 66**

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: COMPARAÇÃO ENTRE OS VERÕES 2017/18 E 2018/19

Alexander de Araújo Lima  
Orlando Sodré Gomes  
Marcelo Abranches Abelheira  
Felipe Cerbella Mandarinó  
Pedro Reis Martins  
Kátia Regina Alves Nunes  
Leandro Vianna Chagas

**DOI 10.22533/at.ed.4612012037**

**CAPÍTULO 8 ..... 87**

REUSO DE ÁGUA DE ARCONDICIONADO UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS E COMPUTAÇÃO EM NUVEM: UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA DE TIC NO AMAZONAS

Afonso Fonseca Fernandes  
Júlio César D'Oliveira e Souza  
Mario Jorge da Silva Maciel

**DOI 10.22533/at.ed.4612012038**

**CAPÍTULO 9 ..... 101**

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS UNIDADES DE UMA REDE SUPERMERCADISTA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PA)

Danúbia Leão de Freitas  
Yan Torres Dos Santos Pereira  
Douglas Matheus das Neves Santos  
Danilo Mercês Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.4612012039**

**CAPÍTULO 10 ..... 114**

ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINADAS: A MATÉRIA ORGÂNICA E A SATURAÇÃO POR BASE COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM AGROECOSSISTEMA

Eduarda Costa Ferreira  
Vanessa Silva Oliveira  
Kelvis Nunes da Silva  
Jonathan Matheus Mendes  
Gleidson Marques Pereira  
Thamires Oliveira Gomes  
Rodolfo Pereira Brito  
Seidel Ferreira dos Santos  
Gleicy Karen Abdon Alves Paes

**DOI 10.22533/at.ed.46120120310**

**CAPÍTULO 11 ..... 120**

ANÁLISE DOS DESDOBRAMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS (RENOVABIO) NO CENÁRIO BRASILEIRO

Uonis Raasch Pagel  
Adriana Fiorotti Campos  
Jaqueline Carolino

**DOI 10.22533/at.ed.46120120311**



<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>129</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>130</b>

## AMAZÔNIA BRASILEIRA: UMA PERSPECTIVA FILOSÓFICA SOBRE A SUPRESSÃO DOS RECURSOS NATURAIS

*Data de submissão: 10/12/2019*

*Data de aceite: 09/03/2020*

### **Lucas Mota Batista**

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/5910833811483129>

### **Marina Costa de Sousa**

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1230585508310098>

### **Albertino Monteiro Neto**

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0967056836314961>

### **Kemuel Maciel Freitas**

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9040543512187322>

### **Luciane Gomes Fiel**

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/8067274489884326>

**RESUMO:** Através do presente trabalho buscou-se analisar a supressão dos recursos naturais da região amazônica nas últimas décadas, entendendo o papel catalizador do crescimento populacional e o avanço dos recursos tecnológicos. Isso, aliando a uma

visão filosófica e conservacionista de Leonardo Boff, com o conceito de sustentabilidade real – a única alternativa viável para a salvação do planeta – e Antônio Carlos Diegues, que defende o naturalismo e conceitua o papel do ecomarxismo no entendimento dessa crise. Aplicou-se também sentenças criteriosas acerca da posição do capitalismo nessa conjuntura, onde se estabelece uma lógica de “desenvolvimento a qualquer custo”, sem respeitar os limites do meio ambiente. Utilizou-se o método da pesquisa bibliográfica, onde se possibilitou avaliar quantitativamente e qualitativamente as últimas décadas da região amazônica, marcadas pelo severo domínio antrópico. Com o auxílio de séries históricas de dados de desmatamento formulou-se um mapa representativo da dimensão das áreas desmatadas, por classes, para os 760 municípios da Amazônia Legal. De modo geral, entende-se conclusivamente que a crise observada na região amazônica é parte do processo de instabilidade global, que muito tem ligação com a atual forma de organização, produção e consumo da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Instabilidade global; Crise ambiental; Análise filosófica.

## THE BRAZILIAN AMAZON: A PHILOSOPHICAL PERSPECTIVE ON THE SUPPRESSION OF NATURAL RESOURCES

**ABSTRACT:** Through this work sought to analyze the suppression of natural resources of the Amazon region in the last decades, understanding the catalytic role of population growth and the advance of technological resources. Allied a philosophical and conservationist view of Leonardo Boff with the concept of real sustainability - the only viable alternative for the salvation of the planet - and Antônio Carlos Diegues, who defends naturalism and conceptualizes the role of ecomarxism in understanding this crisis. Judgments about the capitalism position at this juncture were also applied, where a logic of “development at any cost” was established, without respecting the limits of the environment. The bibliographic method of research was used, where it was possible to quantitatively and qualitatively evaluate the last decades of the Amazon region, marked by the severe anthropic domain. With data from historical deforestation series, a map representing the size of deforested areas by class was formulated for the 760 municipalities of the Legal Amazon. In general, it's understood conclusively that the crisis observed in the Amazon region is part of the process of global instability, which has much to do with the current form of organization, production and consumption of the population.

**KEYWORDS:** Global instability; Environmental crises; Philosophically analysis.

### 1 | INTRODUÇÃO

O padrão de vida da população mundial, atualmente, levando-se em consideração produção e consumo, exige da Terra mais do que ela pode oferecer. Pode-se dizer que, a princípio, os ambientes naturais mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram, progressivamente, a interferir cada vez mais intensamente na exploração desses recursos. Esta exploração ambiental está diretamente ligada ao avanço do complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico, que muitas vezes tem alterado de modo irreversível o cenário do planeta e levado a processos degenerativos profundos da natureza (RAMPAZZO, 1996). Entender a complexidade desse sistema em crise é o grande desafio da atual geração.

Para a Amazônia, região da maior floresta tropical do mundo, essa problemática se faz alarmante. Nos últimos 50 anos, a população da região amazônica, só no norte do Brasil, cresceu mais de 400% (IBGE, 2010). O desenvolvimento tecnológico alcançou resultados inimagináveis. Enquanto isso, para suprir as demandas, segundo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017), a área desmatada, em período aproximado, já supera 400 mil km<sup>2</sup>.

Desse modo, ao partir do pensamento filosófico da obra “O mito moderno da natureza intocada” de Antônio Diegues e dos posicionamentos do filósofo Leonardo Boff, este trabalho estabelece uma visão de necessidade do conservacionismo em

contraposição ao modelo de “desenvolvimento a qualquer custo”, tão difundido pela globalização, utilizando como base a análise da supressão dos recursos naturais na Amazônia Legal brasileira.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os fatores por trás do uso não sustentável dos recursos naturais são complexos. É importante compreender estes fatores para se implantar ações efetivas (MARGULIS, 2003). Em concordância, o presente artigo aborda alguns dos principais causadores da supressão vegetal na Amazônia: crescimento populacional acelerado e desorganizado e a evolução tecnológica, como potencializadora do processo de degradação; produtos principais do sistema capitalista globalizado. Sendo assim, dados fornecidos pelos censos, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, entre 1960 e 2010, possibilitam entender o crescimento exponencial da urbanização na região norte do Brasil, onde se localiza gigantesca porção da Amazônia, como resultado de políticas governamentais de atração populacional. E para fins comparativos, aplicaram-se dados históricos de desmatamento (corte raso) do projeto PRODES, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, entre os anos de 1988 a 2010. Estas séries históricas, ilustradas em gráficos, simplificam o entendimento do curso do desmatamento na Amazônia.

De modo complementar, foram inseridos dados municipais, para os 760 municípios da região amazônica, os quais foram utilizados para a produção de um mapa representativo, que exhibe o grau de desmatamento, em porcentagem por área. O mapa foi construído utilizando-se o programa ArcGis, da plataforma ArcMap, versão 10.1, com sistema de coordenadas Geográficas SIRGAS 2000.

Neste âmbito, o percurso deste trabalho também contempla as visões: conservacionista do filósofo e teólogo Leonardo Boff, defensor de práticas sustentáveis, baseadas na produção respeitosa aos limites do planeta, e abrangendo a equidade social ao disfruto dos bens naturais, assim como uma compensação econômica suficientemente justa; e as contribuições de Antônio Carlos Diegues com a obra “O Mito Moderno da Natureza Intocada”.

## 3 | PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

A condição de vida nas cidades e nos assentamentos urbanos constitui um dos maiores e principais problemas ambientais enfrentados na Amazônia. A visão da Amazônia no início do século 21 apresenta padrões e arranjos espaciais de uma Amazônia diferente: em meio a floresta tropical um tecido urbano complexo se estruturou, levando a criação e o uso do termo “floresta urbanizada” pelos pesquisadores que estudam e acompanham o processo de ocupação da região (BECKER, 1995).

A crescente interferência antrópica em exploração dos recursos naturais passa diretamente pelo aumento da demanda por produtos, principalmente, devido ao aumento dos indivíduos, tanto em valores percentuais, como absolutos.



Gráfico 1: Crescimento Populacional da Região Norte 1960-2010.

Fonte: IBGE, 2010.

Paralelamente à evolução da preocupação ambiental, ao longo das últimas décadas, a região tem experimentado as maiores taxas de crescimento urbano do Brasil. Segundo os dados de população dos censos e contagens oficiais do IBGE, em 1970, a população urbana correspondia a 35,5% da população total. Esta proporção aumentou para 44,6% em 1980, para 58% em 1991, 61% em 1996 e 70% em 2000 (KAMPEL, 2001), e a tendência de crescimento exponencial também se repete para o ano de 2010, onde se atingiu aproximadamente 16 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

#### 4 | DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E A AMAZÔNIA

O desenvolvimento constante das tecnologias aplicadas ao consumo acelerado de matérias primas teve seu início de crescimento exponencial no mundo a partir da Revolução Industrial; final do século 18. Desde então, o capitalismo se consolidou como modo de produção mundial fundamental da contemporaneidade. A partir disso, o tecido social passou a ser alvo de um redimensionamento, onde de tudo e para tudo se atribui valor. Assim, o processo de expropriação-apropriação-mercadorização do meio natural é, ainda hoje, uma grande vantagem para o modo de produção capitalista, na medida em que as forças naturais, que não são valoradas, podem ser incorporadas efetivamente como agentes no processo de produção (AGUIAR; BASTOS, 2012).

Esse desenvolvimento possibilitou a produção em grande escala, financiada

por uma industrialização crescente na região e com apoio de políticas públicas de iniciativas governamentais, sob a justificativa dos benefícios trazidos por um crescimento econômico acelerado, mesmo que inconsequente. Ademais, a literatura especializada traz numerosos estudos voltados ao entendimento sobre a dinâmica produtiva da região e seus impactos na qualidade de vida das atuais gerações e até sobre a perspectiva de manutenção dessa para as próximas gerações (MARGULIS, 2003; CASTRO, 2005; LEMOS; SILVA, 2011).

Nesse sentido, pensar em desenvolvimento sustentável ou em sustentabilidade pressupõe ações práticas e teóricas de educação ambiental. Uma política de desenvolvimento tecnológico, social e econômico deve ser precedida pela educação ambiental, ou seja, para alcançarmos o equilíbrio entre a desejada e inevitável evolução tecnológica do homem e a conservação e/ou preservação dos recursos naturais precisamos acreditar e investir em educação ambiental (TEIXEIRA, 2007).

## 5 | DESMATAMENTO COMO PRODUTO DA CRISE AMBIENTAL

O mundo está começando agora a acordar para uma verdade importante: que não podemos viver sem a Amazônia, que é abençoada com a sua mata tropical, seus rios e sua biodiversidade única (BUNYARD, 2009). Entretanto, os índices de desmatamento dessas áreas, os quais revelam a supressão desses recursos naturais, ainda são alarmantes. Sendo assim, visualizar a dinâmica dessa supressão do potencial natural é importante, antes de fixar um entendimento conclusivo.

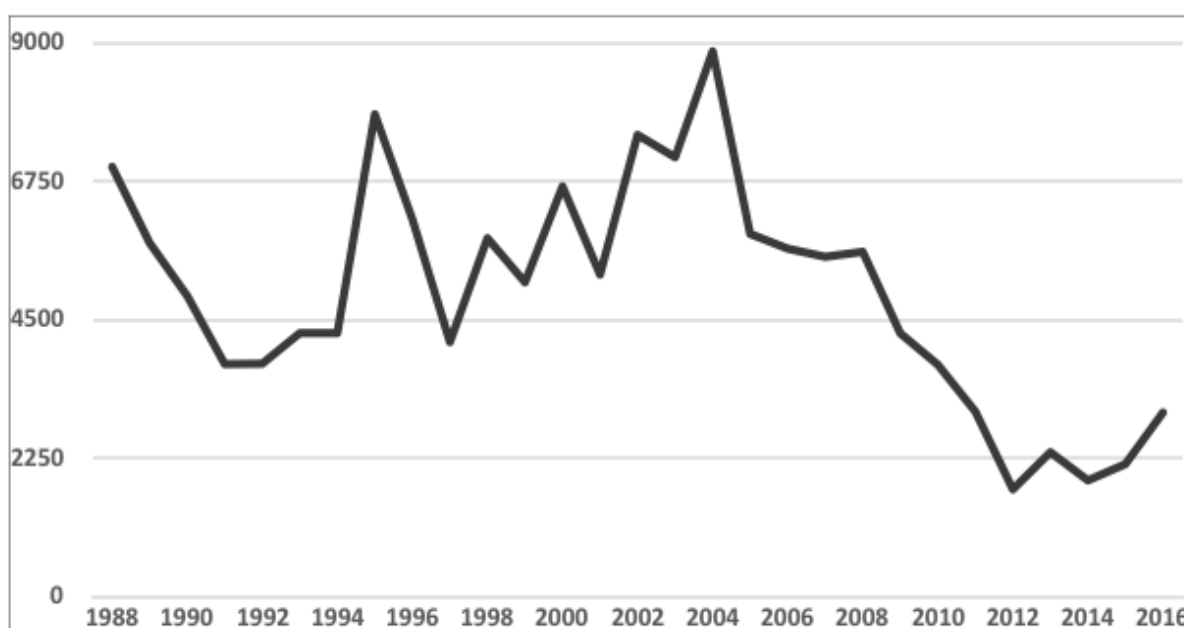


Gráfico 2: Índices de Desmatamento na Amazônia Legal (km²/ano).

Fonte: INPE, 2016.

Anterior a este período evidenciado, estima-se que, de 1978 até 1988, a média de desmatamento foi de 22.000 mil km<sup>2</sup> por ano, segundo pesquisas feitas pelo INPE (FEARNSIDE, 1993). O desmatamento por corte raso na Amazônia brasileira tem como principais atores diretos a pecuária, a agricultura de larga escala e a agricultura de corte e queima (MARGULIS, 2003), que são subsidiados pela evolução acelerada das tecnologias. Além disso, atuam também a expansão da malha rodoviária e o crescimento populacional, tendo o setor madeireiro papel secundário (RIVERO, et al., 2011). E observando essa especialidade de ocupação do solo, nota-se que o processo de desmatamento segue uma dinâmica (Figura 1).

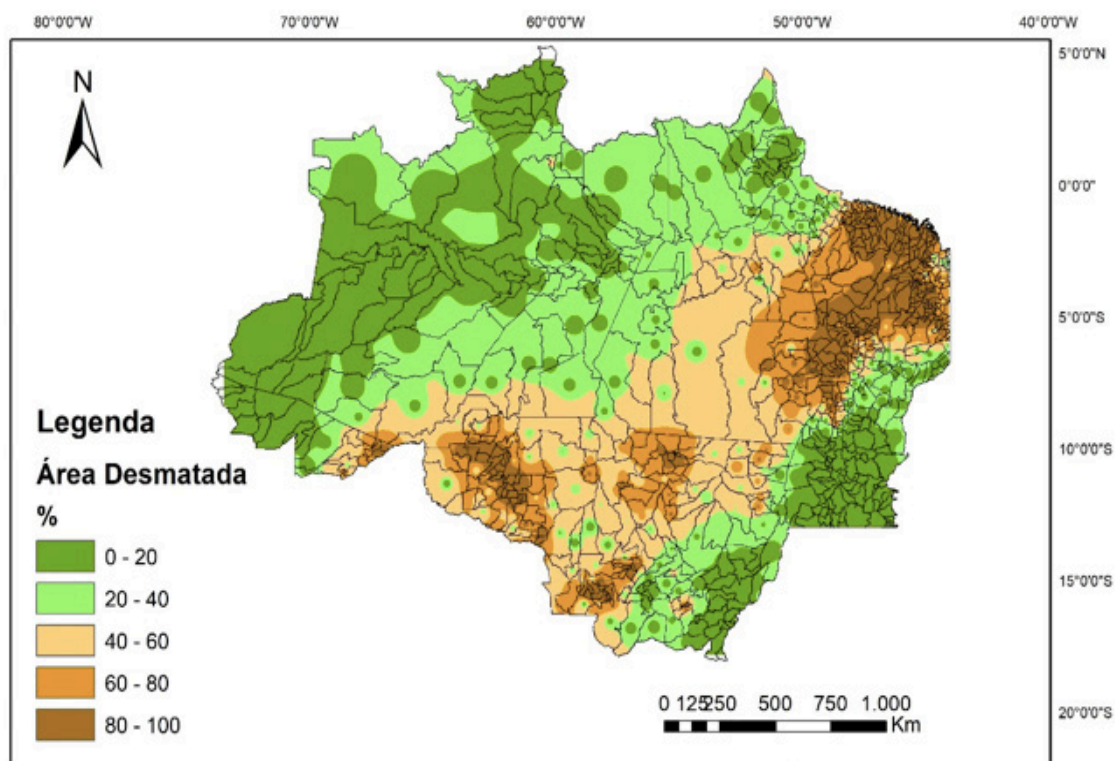


Figura 1: Desmatamento classe de área e municípios (2018).

Fonte: Autores, 2017.

A parte mais afetada pelo desmatamento está concentrada em uma faixa, que se estende pelo sul da região desde o Maranhão até Rondônia, denominada “Arco do Desmatamento”, representando uma área de transição entre dois dos maiores biomas brasileiros, a Amazônia e o Cerrado, que contém partes preciosas da biodiversidade das duas regiões (FEARNSIDE, 2005).

Concernente a isso, uma das implicações conexas seriam os cenários previstos de mudanças climáticas globais, que indicam um clima de 2 a 6 °C mais quente para a Amazônia no final deste século. Esse aquecimento pode ter impacto importante sobre a manutenção do bioma amazônico (COHEN, 2007).

## 6 | CONSIDERAÇÕES FILOSÓFICAS

Para Leonardo Boff (2012), o balanço dos esforços por conferir sustentabilidade ao desenvolvimento não é promissor. Antes, ele nos obriga a pensar mais em alternativas, ainda dentro do paradigma atual. Precisamos, urgentemente, de um outro “modo sustentável de viver”. Trata-se, sem mais nem menos, de chegar a um novo paradigma civilizatório que garanta a vitalidade da Terra e a perpetuidade da espécie humana.

É importante elencar os principais fatores que nos levaram à crise e que nos impedem de sair dela. Isso é importante para que, numa nova ordem, não repitamos os equívocos e erros do passado, mas nos convençamos de que temos, efetivamente, que mudar. O arsenal de recursos sistêmicos disponíveis são ineficazes e, no máximo, significa extrair mais deles. Por aí não há caminho (BOFF, 2012).

Na obra “O Mito Moderno da Natureza Intocada”, de Antônio Carlos Diegues (2000), explica-se, de modo paralelo à discussão que para o naturalismo da proteção da natureza do século passado, a única forma de proteger a natureza era afastá-la do homem, por meio de ilhas onde este pudesse admirá-la e reverenciá-la. Não conclusivamente esta é a solução mais concernente ao problema, tendo em vista que a questão das áreas naturais protegidas levanta inúmeros problemas de caráter político, social e econômico, e não reduz, como querem os preservacionistas puros, a uma simples questão de “conservação do mundo natural” e mesmo da proteção da biodiversidade. Entretanto, à vista de um cenário caótico, insere-se como precedente ao envoltório circunstancial.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de arranjo ocupacional submetido a região amazônica aconteceu de maneira mal planejada e irresponsável, colocando em risco a manutenção da qualidade de vida que os bens e serviços ecossistêmicos desse ambiente oferecem para o planeta. Esse prejuízo não se limita a atual geração, mas sim arrisca a oportunidade das futuras gerações de disfrutar do bem-viver ainda possível, dadas as atuais condições.

O crescimento populacional desordenado, somado as possibilidades de produção em larga escala – devido a evolução tecnológica – e o consumo inconsciente, são as principais variáveis que traduzem o cenário caótico da Amazônia, que podem ainda ser observados pela ótica da perda dos recursos florestais.

De modo geral, em um ponto de vista mais dinâmico e voltados às oportunidades reais, após esta análise, entende-se uma grande e urgente necessidade de que as perspectivas de solução aconteçam de modo descentralizado, integrado e participativo, com a contribuição dos principais atores partícipes do processo: sociedade civil, poder público e empresários. A sustentabilidade requerida não pode mais atuar apenas no



campo das ideias, precisa ser incorporada nas tomadas de decisão, de modo a não beneficiar apenas grupos específicos.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. V.; BASTOS, N. **Uma reflexão teórica sobre as relações entre natureza e capitalismo**. Revista Katálysis. Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 84-94, jan./jun. 2012.

BECKER, B. K. Undoing Myths: **The Amazon - An Urbanized forest**. In: CLÜSENER, G. M.; SACHS, I. Brazilian Perspectives on sustainable development of the Amazon region - Man and Biosphere Series, Paris, UNESCO e Parthenon Publish Group Limited. 53-89. 1995.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. 1 ed. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 200.

BUNYARD, P. Amazônia: **Fonte de Água e Vida do Planeta Terra**. The Ecologist Brasil, [S.L.], n. 18, p. 13-18, nov. 2009.

CASTRO, E. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia**. Novos Cadernos NAEA. v. 8, n. 2, p. 5-39, dez. 2005.

COHEN, J. C. P. et al. **Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia**. Ciência e Cultura. São Paulo, v. 59, n. 3, p. 36-39, set. 2007.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 2000. p. 162.

FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências**. Megadiversidade. v. 1, n.1. 2005.

FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento na Amazônia: Quem tem razão nos cálculos - o INPE ou a NASA?** Ciência Hoje, [S. l.], v. 16, n. 96, p.6-8. 1993.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Características da População e dos Domicílios. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/painel/> . Acesso em 09 out. 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite**. 2016. Disponível em: <https://goo.gl/jD1A3b>. Acesso em 10 out. 2017.

KAMPEL, S. A. **Análise espacial para processos geográficos: a urbanização da Amazônia brasileira**. Exame de qualificação. [Proposta de tese]. Pós-graduação em Engenharia de Transportes - Análise Espacial. 2001.

LEMOS, A. L. F.; SILVA, J. de A. **Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia**. Floresta e Ambiente. 2011; v. 18, n.1. p. 98-108.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira**. 1. ed. Brasília: Banco Mundial, 2003.

RAMPAZZO, S. E. **A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico**. REDES, Santa Cruz do Sul, v. 1, n. 2, p. 197-222, dez. 1996.

RIVERO, S. et al. **Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia**. Nova economia, Belo Horizonte. v.19 n. 1. P. 41-66. 2009.

TEIXEIRA, A. C. **Educação ambiental: caminho para a sustentabilidade**. Revista Brasileira de Educação Ambiental, Brasília. n.2, 2007. p. 134.

## A IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

*Data de submissão: 10/02/2020*

*Data de aceite: 09/03/2020*

### **Pedro Henrique Pena Pereira**

Formado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília – UnB, com Mestrado em Administração Pública pelo Instituto Brasiliense de Direito Público – IDP. É Analista de Infraestrutura do Ministério da Economia e atualmente desenvolve suas atividades na Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários no Ministério da Infraestrutura.

Instituto Brasiliense de Direito Público – IDP  
Brasília-DF

<http://lattes.cnpq.br/1472942522693134>

### **Rogério Alexandre Reginato**

Formado em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília – UnB e pós-graduado em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV, é Analista de Infraestrutura do Ministério da Economia e atualmente desenvolve suas atividades na Casa Civil da Presidência da República.

Fundação Getúlio Vargas  
Brasília-DF

<http://lattes.cnpq.br/5703447379420414>

**RESUMO:** As melhorias das condições dos serviços de saneamento básico dependem do sucesso das entidades de regulação, pois os avanços tímidos no aumento da cobertura

dos serviços observados nos últimos anos, indicam que a ampliação da disponibilidade de recursos financeiros, por si não é garantia de agilidade no aumento da oferta dos serviços. Neste trabalho procurou-se mostrar, através de revisão bibliográfica, que a existência de agências reguladoras eficientes e independentes certamente contribuirá para a gradativa ampliação e melhoria dos serviços de saneamento atualmente prestados.

**PALAVRAS-CHAVE:** saneamento básico, abastecimento de água, regulação, agências reguladoras.

### THE IMPORTANCE OF REGULATION OF THE WATER SUPPLY AND SANITATION SECTOR IN BRAZIL

**ABSTRACT:** Improvements in the conditions of water supply and sanitation services depend on the good performance of the regulatory agencies, since the weak growth in increasing the coverage of services observed in recent years, indicate that the expansion of the availability of financial resources, in itself, does not guarantee agility in the increase services. In this work, we tried to show, through bibliographic review, that the existence of efficient and independent regulatory agencies will certainly contribute to the gradual increasing the coverage of water supply and sanitation services currently provided.

**KEYWORDS:** basic sanitation, water supply, regulation, regulatory agencies.

## 1 | INTRODUÇÃO

A história do saneamento no Brasil tem seu início poucos anos após o descobrimento do País, quando em 1561, Estácio de Sá mandou escavar no Rio de Janeiro o primeiro poço para abastecer a cidade. O sistema evoluiu até que o governo de São Paulo construiu o primeiro sistema de abastecimento de água encanada, entre 1857 e 1877. Com o processo de urbanização iniciado nos anos 20 e intensificado a partir da década de 40, em função do processo de industrialização, os municípios enfrentaram dificuldades para atender às demandas do setor de saneamento uma vez que população que crescia de forma acelerada. Surgem então as autarquias e mecanismos de financiamento para o abastecimento de água, com destaque para o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), hoje denominada Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e a Inspetoria de Águas e Esgotos.

A primeira grande política nacional para o setor foi instituída na década de 70 com o PLANASA (Plano Nacional de Saneamento), política que tinha por finalidade ampliar a cobertura de abastecimento de água e esgotamento sanitário no país por meio da criação de empresas estaduais de saneamento e direcionando recursos de financiamento prioritariamente para estas instituições.

Com a falência do PLANASA, no final da década de 80, o setor saneamento viveu um vazio institucional até o ano de 2007, quando foi sancionada a Lei Federal nº 11.445, chamada de Lei Nacional do Saneamento Básico – LNSB, que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil.

Com o advento da nova lei e do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, os investimentos no setor cresceram substancialmente: saíram de R\$ 3,7 bilhões em 2007 para R\$ 11 bilhões em 2014. Mesmo com o avanço, em 2014 esse total correspondeu a apenas 8,4% dos R\$ 130,1 bilhões investidos pelo governo e por empresas em infraestrutura, o que denota que os investimentos em saneamento ainda são incipientes quando comparados com outros setores.

Apesar do crescimento dos investimentos na última década, a expansão da cobertura dos serviços de água e esgotos tem se mostrado tímida e não corresponde às expectativas do setor. Não só os recursos financeiros são insuficientes para o cumprimento das metas estabelecidas pelo Plansab como há uma baixa efetividade nos investimentos em saneamento promovidos pelo Governo Federal. Entre as causas dessa baixa efetividade está a fragilidade da regulação realizada no setor.

Conforme será demonstrado ao longo deste trabalho, por meio de revisão bibliográfica verificou-se que vários autores corroboram com a tese de que o déficit de infraestrutura de saneamento no Brasil deve-se, dentre outros fatores, à carência de instrumentos de regulamentação e regulação.

## 2 | INVESTIMENTOS NO SETOR

O saneamento é a área de infraestrutura que recebe o menor investimento no Brasil na comparação com energia elétrica, telecomunicações e transportes, além de ter a menor parcela de participação privada diante dos outros setores.

Os dados se referem a 2014 e estão presentes no estudo “O Financiamento do Investimento em Infraestrutura no Brasil”, publicado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016).

Segundo dados reunidos pela pesquisa, entre 2007 e 2014 o investimento anual em saneamento praticamente triplicou: saiu de R\$ 3,7 bilhões para R\$ 11 bilhões. Mesmo com o avanço, em 2014 esse total correspondeu a apenas 8,4% dos R\$ 130,1 bilhões investidos pelo governo e por empresas em infraestrutura.

Outro estudo da CNI, intitulado de “A Importância da Concorrência para o Saneamento Básico” (CNI, 2019), apresenta a evolução dos investimentos em saneamento até 2017 com destaque para a retração dos investimentos em 2017, que caíram 7,8% em comparação com 2016, atingindo um total de R\$ 10,9 bilhões. Esses dados demonstram que desde 2014 não há incremento real nos níveis de investimento em saneamento básico no Brasil, fato justificado, em parte, pela grave crise econômica que atingiu o País e pela baixa capacidade de investimento das empresas pública de saneamento. Esse mesmo estudo mostra que o percentual da população com abastecimento de água, em 2017, era de 83,5% e apresentou um crescimento anual médio de 0,3 ponto percentual desde 2013. Já o percentual da população com rede coletora de esgoto mostra uma situação ainda pior. Em 2017, cerca de 52,4% da população tinha acesso a uma rede coletora de esgoto. O crescimento médio anual entre 2013 e 2017 foi de 0,9 ponto percentual ao ano, três vezes superior à média observada no abastecimento de água.

Os baixos investimentos contribuem para os índices de prestação de serviços de saneamento serem críticos e em situação quase de estagnação no Brasil. Quase metade da população brasileira ainda não tem esgoto coletado em suas casas e cerca de 35 milhões de pessoas nem sequer têm acesso a rede de água tratada no país, de acordo com os dados de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), divulgado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional.

O Estudo da CNI explica que há vários fatores que comprometem os avanços almejados no setor:

“Há vários fatores importantes que comprometem o desenvolvimento do setor de saneamento no Brasil: a falta de planejamento adequado; o volume insuficiente de investimentos; as deficiências graves de gestão em muitas companhias de saneamento; a baixa qualidade técnica dos projetos; e a dificuldade para a obtenção de financiamentos e das licenças necessárias para as obras.” (CNI, 2019).

Borja (2011) também pontua que os níveis de desembolsos de recursos não onerosos dos programas federais relacionados ao setor saneamento são muito

inferiores aos recursos inicialmente comprometidos, evidenciando as dificuldades da execução das ações, o que acaba por comprometer a consecução dos objetivos destes programas.

Dentre os fatores considerados como empecilhos a melhores resultados na provisão dos serviços destaca-se a morosidade na implantação dos dispositivos da Lei do Saneamento demonstrada, por exemplo, pelas fragilidades regulatórias identificadas.

### 3 | IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO

Para Di Pietro (2006), regular significa “um conjunto de regras de conduta e de controle da atividade econômica pública e privada e das atividades sociais não exclusivas do Estado, com a finalidade de proteger o interesse público”.

Complementando esse entendimento, Calixto Salomão Filho (2001) discorre que a regulação, em seu sentido amplo, abrangeria toda forma de organização da atividade econômica através do Estado, seja a intervenção através da concessão de serviço público ou no exercício de poder de polícia administrativo.

Conforme pontua Alexandre Santos de Aragão (2002), a edição de regras, a garantia de sua aplicação e a punição de infrações seriam as três funções inerentes à regulação. Do ponto de vista político e econômico, regulação governamental significa a imposição de regras à ação de atores privados (eventualmente estatais) que atuam em determinados mercados.

Segundo Justen Filho (2005), a regulação econômico-social consiste na atividade estatal de intervenção indireta sobre a conduta dos sujeitos públicos e privados, de modo permanente e sistemático, para implementar as políticas de governo e realizar direitos fundamentais.

No entendimento do Madeira (2010), os setores alvos da regulação são, geralmente, os que oferecem serviços de utilidade pública. Portanto, sua eficiência e funcionalidade têm impacto direto sobre a sociedade. Os setores de infraestrutura, em sua grande maioria, são de utilidade pública e apresentam as mesmas características desses serviços:

- existência de monopólio natural;
- separação entre atividades de geração e distribuição;
- estrutura de redes;
- especificidade de ativos e custos irrecuperáveis; e
- serviços com alta demanda e inelásticos ao preço.

Ainda segundo Madeira (2010), quando se trata de setores de infraestrutura,

a falha de mercado mais relevante é o poder de monopólio, no qual apenas uma empresa oferta um determinado produto (ou serviço). Nesses setores, a existência de monopólios é quase uma regra, pois, em face dos altos investimentos necessários para iniciar a operação e o tempo elevado de payback do investimento, a firma, para ser sustentável e eficiente economicamente, necessita de grandes economias de escala.

Segundo Nascimento e Heller (2005), o déficit de infraestrutura de saneamento no Brasil deve-se, dentre outros fatores, à carência de instrumentos de regulamentação e regulação.

A relevância da regulação no saneamento também é confirmada por Galvão Junior (2009, p. 110) uma vez que “em virtude do caráter essencial dos serviços de saneamento básico, a qualidade de seus produtos assume maior importância que em qualquer outro setor da infraestrutura de serviços públicos, obrigando o regulador a monitorá-la continuamente”.

Nesse sentido o papel regulador do Estado é fundamental para coibir qualquer tipo de abuso de poder, seja por cobrança de preços indevidos, seja por má qualidade e insuficiência dos serviços prestados, principalmente porque se tratam de serviços de utilidade pública.

#### 4 | PANORAMA DA REGULAÇÃO NO SETOR

Os serviços de saneamento básico são de interesse predominantemente local e, portanto, sua regulação compete ao ente titular destes serviços, ou seja, ao Município. Por sua vez, o Município pode criar uma entidade a ele vinculada para exercer a competência de regular os serviços ou pode delegá-la, sendo comum a atuação de entidades de regulação de âmbito estadual e intermunicipal.

De acordo com dados da Associação Brasileira de Agências Reguladoras (ABAR, 2015), em 2014 havia somente 2746 municípios com serviços de saneamento regulados e apenas 1223 municípios com Planos Municipais de Saneamento. A ABAR (2015) ainda apresenta o panorama sobre a regulação dos serviços públicos de água e esgotos no Brasil:

- Total de agências reguladoras existentes: 50;
- 29 foram criadas após a Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB), Lei 11.445/2007;
- 21 já existiam antes da LNSB com a regulação de outros setores;
- 23 agências reguladoras estaduais (incluindo o DF);
- 3 agências microrregionais em formato de consórcio público intermunicipal;
- ✓ ARIS-SC: 176 municípios
- ✓ AGIR-SC: 14 municípios

✓ ARESPCJ-SP: 56 municípios

- 24 agências reguladoras municipais;
- Quantidade total de municípios regulados no país: 2.746.

O mesmo estudo demonstra que a principal atividade regulatória desempenhada pelas agências diz respeito a revisões tarifárias. Ainda há déficit na atuação em relação à avaliação e acompanhamento de planos diretores setoriais, fiscalização dos serviços e dos investimentos.

## 5 | DESAFIOS E PROPOSTAS PARA O SETOR

A falta de regulação do serviço em grande parte dos municípios é um dos fatores da baixa cobertura e qualidade do serviço. Segundo Galvão Junior e Paganini (2009 p. 80):

Na busca pela universalização, a regulação pode exercer vários papéis. Um deles é fazer cumprir, por meio das políticas regulatórias, as macrodefinições estabelecidas nas políticas públicas setoriais decididas no âmbito dos poderes executivo e legislativo. Outro papel seria desenvolver mecanismos que incentivem a eficiência das empresas prestadoras de serviço, pois, desse modo, mais recursos poderão ser canalizados para a expansão da infraestrutura. Além disso, a regulação proporciona um ambiente mais estável para realização de investimentos públicos e privados no setor.

O primeiro desafio do setor de regulação é dotar as agências reguladoras existentes de autonomia e poder suficientes para exercerem suas funções plenamente.

De acordo com Madeira (2010), as empresas de distribuição de água e coleta de esgoto em sua maioria pertencem ao próprio governo, e verifica-se com frequência a ausência de um regulador independente. As possíveis razões para esse problema seriam as seguintes:

- Representação dos interesses apenas de clientes pertencentes a um determinado grupo;
- Objetivos políticos de curto prazo, que podem fazer com que o governo coloque tarifas abaixo do custo, prejudicando a eficiência econômica da firma;
- Captura da firma por pessoas do governo para fins pessoais; e
- Captura dos administradores do governo pela firma.

A existência de uma agência reguladora não independente, no caso de a concessionária pertencer ao governo, pode gerar um problema de falha na sanção contra a firma. Uma regulação eficiente exige que a agência tenha poder de punir ou



recompensar a firma por suas ações, o que pode ser problemático se a empresa for do governo. Essa questão é fundamental para melhoria da qualidade regulatória, uma vez que, atualmente, as empresas estatais regionais são responsáveis pela prestação de serviços em mais de 70% dos municípios.

No plano Federal, o processo de implementação de regulação no saneamento exige da União um papel coordenador e de supervisão, sem que isso interfira com a autonomia do proprietário ou do regulador, mas a fim de melhorar a qualidade da regulamentação.

Dessa forma, a ação federal no fortalecimento da atividade regulatória deve ser no sentido de atuar mais próxima das entidades reguladoras, de acompanhar e apoiar suas atividades. Para tanto, a União deve atuar no apoio e acompanhamento da regulação, exercendo atividade equivalente ao que a experiência internacional denomina como oversight regulation.

Neste sentido, sua atuação pode ser exercida por meio das seguintes funções:

- Orientações, inclusive sob a forma de boas práticas e de normas de referência (soft law);
- Avaliação da qualidade das normas de regulação, especialmente por meio de Análise de Impacto Regulatório (AIR);
- Assistência técnica e capacitação dos reguladores;
- Sistema de informações de interesse regulatório;
- Coordenação da regulação de entidades distintas, por meio de agendas conjuntas ou da análise global das regulações e suas inter-relações;
- Mediação de conflitos no que concerne à governança regulatória; e
- Outras ações de apoio e de incentivo ao cumprimento das diretrizes da Lei 11.445, de 2007.

Já nos âmbitos municipais e estaduais é fundamental que sejam propostas ações no sentido de ampliar a cobertura regulatória dos serviços. Conforme já citado, apenas 2.746 municípios têm seus serviços de saneamento regulados por alguma entidade reguladora.

A principal proposta apresentada para aumentar o número de municípios regulados seria a criação de Agências de Regulação Intermunicipal. Nessa linha, Probst (2010) pontua que diante do vácuo regulatório existente em alguns Estados da Federação, os consórcios intermunicipais mostram-se como instrumento de efetivação das atividades de regulação, uma vez que possibilitam o agrupamento de forças e recursos na implementação de uma entidade com todas as características das agências reguladoras. É o que ocorreu no Estado de Santa Catarina, com a criação da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), constituída sob a forma de pessoa jurídica de direito público e responsável pela regulação dos serviços prestados

por diferentes prestadores de serviços, em consonância com a Lei n. 11.107/05 e a Lei n. 11.445/07.

Ainda entre os desafios regulatórios para o setor destaca-se a necessidade de ofertar bases regulatórias sólidas para atrair o setor privado ao setor de saneamento básico. Atualmente cerca de 297 municípios estão privatizados, sendo que 70% menores que 50 mil habitantes. Os pontos centrais para acelerar a participação privada são:

- Decisão clara e inequívoca de Governadores e Prefeitos;
- Um modelo de edital que privilegia de forma clara a universalização e o acesso de todos aos serviços;
- Áreas de atuação mais abrangentes, com maior número de municípios (maior escala) melhora as condições de viabilidade econômica e financeira da concessão.
- Modelo de contrato abrangente e que forneça as bases corretas para a regulação, com descrição dos elementos básicos de investimentos, metas, duração do ciclo tarifário, equilíbrio econômico e financeiro, regras de reajuste anual, regime de qualidade da prestação dos serviços, regras para revisões extraordinárias, etc.

## 6 | ATUALIZAÇÃO DO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO

Está em discussão no Congresso Nacional a atualização do marco legal do saneamento básico. O Projeto de Lei – PL nº 4.162/2019 foi aprovado na Câmara dos Deputados em dezembro de 2019 e deve ser discutido no Senado Federal no primeiro semestre de 2020.

De acordo com o projeto de lei, a Agência Nacional de Águas – ANA será a responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

Com essa mudança espera-se uma padronização regulatória e a redução dos custos de transação dos prestadores que acabam sendo obrigados a se adaptarem a regras regulatórias muito diferentes na prestação de um mesmo serviço para diferentes titulares.

Embora a adoção das normas de referência pelas agências subnacionais seja voluntária, o texto do PL em discussão no Congresso Nacional condiciona o acesso aos recursos públicos federais destinados ao saneamento à adoção das normas editadas pela ANA.

## 7 | CONCLUSÃO

As melhorias das condições dos serviços de saneamento dependem do sucesso das entidades de regulação, pois os avanços tímidos no aumento da cobertura dos serviços indicam que a ampliação da disponibilidade de recursos financeiros, por si só, não é garantia de agilidade no aumento da oferta dos serviços. A existência de agências reguladoras fortes e independentes certamente contribuirá para a gradativa ampliação e melhoria dos serviços de saneamento atualmente prestados.

O formato de regulação considerado ótimo para o setor de saneamento básico não é consenso no meio técnico. A Lei do Saneamento abre um leque de opções para a formação de diversas estruturas de regulação e a atualização do marco legal, caso aprovada no Congresso Nacional, trará mudanças significativas. O importante é que o foco da regulação esteja principalmente na eficiência e na universalização do acesso aos serviços de saneamento, promovendo a livre concorrência e a segurança jurídica necessária para as empresas, públicas ou privadas, desejosas de investir.

## REFERÊNCIAS

ABAR. *Saneamento Básico – Regulação 2015*. Disponível em: [http://abar.org.br/wp-content/uploads/2016/05/revista\\_saneamento\\_basico\\_reg\\_2015.pdf](http://abar.org.br/wp-content/uploads/2016/05/revista_saneamento_basico_reg_2015.pdf)

AEGEA. A história do Saneamento básico no Brasil. Disponível em: <http://www.aegee.com.br/portfolios/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/>

ARAGÃO, Alexandre Santos de. *Agências Reguladoras e a Evolução do Direito Administrativo Econômico*, Rio de Janeiro: Ed. Forense, 2002.

BORJA P. C.; Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. *Saúde Soc*, São Paulo, v. 23, n. 2, 2014 p. 432-447.

CNI. *O Financiamento Do Investimento Em Infraestrutura No Brasil: Uma Agenda Para Sua Expansão Sustentada*. Brasil, 2015 Disponível em: [http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2016/07/18/11404/1807-EstudoFinanciamentodoInvestimentoemInfraestrutura.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2016/07/18/11404/1807-EstudoFinanciamentodoInvestimentoemInfraestrutura.pdf)

CNI. *A importância da concorrência para o saneamento básico*. Brasil, 2019 Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2019/9/importancia-da-concorrenca-para-o-setor-de-saneamento-basico/>

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. *Direito administrativo*. 19ª. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FGV - Fundação Getúlio Vargas. *Efetividade dos Investimentos em Saneamento no Brasil: da Disponibilidade dos Recursos Financeiros à Implantação dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário*. Brasil, 2016. Disponível em : <http://ceri.fgv.br/sites/ceri.fgv.br/files/arquivos/efetividade-dos-investimentos-em-saneamento-no-brasil-25-09-2016.pdf>

GALVÃO JUNIOR, A. C.; *Regulação e Universalização dos Serviços de Água e Esgoto: Estudo do Nordeste Brasileiro*. 2008. 202f. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e

esgoto no Brasil. *Eng Sanit Ambient*. Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, 2009. p. 79-88.

JUSTEN FILHO, Marçal. *Curso de direito administrativo*. São Paulo: Saraiva, 2005.

MADEIRA, Rodrigo Ferreira. *O setor de saneamento básico no Brasil e as Implicações do marco regulatório para a universalização do acesso*. BNDES, 2010. Disponível em : <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

NASCIMENTO, N.O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. *Eng Sanit Ambient*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, 2005 p. 36-48.

PROBST, Marcos Fey. *Agência intermunicipal de regulação do saneamento*. Disponível em: [http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=7759](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7759).

SALOMÃO FILHO, Calixto. *Regulação da atividade econômica*. 1<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Malheiros, 2001.

SNIS. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)* Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em : <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>

## AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE COARI/AM SEGUNDO O MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA

*Data de aceite: 09/03/2020*

**Letícia dos Santos Costa**

Universidade Federal do Pará  
Belém-Pa

**Luiza de Nazaré Almeida Lopes**

Universidade Federal do Pará  
Belém-Pa

**RESUMO:** No presente trabalho foi desenvolvido um estudo para avaliação da sustentabilidade ambiental da bacia hidrográfica do Espírito Santo no município de Coari/AM por meio de indicadores de sustentabilidade atrelados ao modelo pressão, estado, resposta (PER). Os procedimentos metodológicos incluíram as etapas: levantamento de dados secundários, de revisão da literatura, diagnóstico ambiental da área de estudo e a seleção dos parâmetros socioeconômicos e ambientais. Após serem analisados os fatores de relevância sobre as águas superficiais para gestão ambiental, foram estabelecidos 11 indicadores caracterizados quanto ao nome, definição, importância e enquadramento no modelo PER. Os resultados mostraram que o uso da água bacia hidrografia em Coari/AM caminha para a insustentabilidade. Tal situação vem agravando-se com o crescimento econômico, principalmente impulsionado pela expansão

da atividade industrial, o qual não reflete a realidade local, visto que, o município convive com problemas no abastecimento de água potável, deficiência no tratamento de esgotos, e principalmente a degradação dos recursos hídricos superficiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores Ambientais de Sustentabilidade; Modelo PER; Coari/AM.

### 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade ocorreu de forma desordenada, sem planejamento, à custa de níveis crescentes de poluição e degradação ambiental. O domínio do meio ambiente pelo homem provocou desequilíbrio nos ecossistemas, surgindo assim, o conflito a que chamamos de crise ambiental. O processo de degradação ambiental é complexo e requer medidas de gestão e controle que passam por ações e soluções integradas de gestão ambiental, para minimizar os eventuais impactos ambientais. E pela tecnologia, tentou-se construir métodos de planejamento, modelos matemáticos, equipamentos de controle de poluição e processos alternativos menos poluentes, visando à sustentabilidade dos sistemas.

Compatibilizar o desenvolvimento com o

meio ambiente significa considerar os problemas dentro de um contínuo processo de planejamento, atendendo-se adequadamente as exigências de ambos. Mas, como medir e monitorar a sustentabilidade? Para a gestão, o planejamento e o controle se faz necessário a implantação de sistemas de medição e monitoramento, sendo que para esses sistemas funcionarem é imprescindível a utilização de indicadores. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) – indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Por outro lado indicadores de sustentabilidade ambiental são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável.

Conforme Bellen (2006) as principais funções dos indicadores são: avaliações de condições e tendências; comparação entre lugares e situações; avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos; prover informações de advertência; antecipar futuras condições e tendências. E para Beaver (2011) os indicadores de sustentabilidade devem: ser simples de usar e fáceis de serem entendidos; ter facilidade de coleta e custo viável; sendo então úteis como ferramentas de gestão. Nesse sentido, Existem diversos modelos que podem ser utilizados para aplicação dos indicadores ambientais. Esses modelos foram desenvolvidos ou reformulados para atender determinado objetivo. Segundo Bakkes e colaboradores (1994), é importante classificar os indicadores ambientais seguindo algum modelo, pois o modelo permitirá uma maior compreensão de quais parâmetros devem ser utilizados para a obtenção de uma melhor descrição do sistema analisado e quais indicadores podem ser agrupados para a obtenção de um melhor resultado.

Neste trabalho, optou-se pela escolha do sistema de indicadores ambientais baseado no modelo pressão-estado-resposta, para se fazer uma avaliação ambiental dos recursos hídricos do município de Coari/AM, mais precisamente na bacia hidrográfica urbana de Espírito Santo. O modelo foi escolhido pelo fato de ser amplamente utilizado, demonstrando assim, sua aplicabilidade em várias áreas do conhecimento, além de cumprir o que se pretende avaliar deste estudo.

## **2 | METODOLOGIA**

### **2.1 Caracterização da Área de Estudo**

A região de Coari (Figura 1) é caracterizada pela ausência de período seco no ano e por chuvas mais intensas entre dezembro e maio, com totais anuais da ordem de 2300 mm e temperatura média de 26°C. A cobertura vegetal é do tipo floresta tropical densa. A malha hidrográfica da área é formada pelos rios Coari e seus afluentes, o Urucu e o Arauá, que deságuam na margem direita do rio Solimões, onde está localizada a cidade de Coari; e pelo rio Mamiá, cuja confluência com o Solimões ocorre

mais a jusante. Esses rios menores formam lagos tipo ria.

Na cidade de Coari, margem direita do Rio Solimões, está situado o Terminal de Coari ( $3^{\circ} 56' 39''\text{S}$  e  $63^{\circ} 09' 40''\text{W}$ ), por onde a Petrobras escoa, através de transporte fluvial até a Refinaria Isaac Sabbá (REMAN) na cidade de Manaus, a produção de óleo da Província de Urucu, hoje estimada em 50.000 barris por dia. Este terminal está conectado à região de produção petrolífera por um duto com cerca de 280 km de extensão. Na confluência do Lago de Coari com o Rio Solimões, encontra-se a cidade de mesmo nome, que representa um dos mais importantes núcleos urbanos do Estado do Amazonas. Corroborando tal afirmativa, vale mencionar que o município de Coari é aquele que recebe no Estado os recursos mais significativos de royalties do petróleo.

Segundo o PLANSAM (2012) a área urbana do município é atingida pelas águas quando ocorrem cheias atípicas como as dos anos de 2009 e de 2012, pois a mesma é cortada pelos igarapés chamados de Bucuará, Espírito Santo e do Pêra, esse fator condiciona a área urbana a ser alagada periodicamente e dessa maneira as ocupações às margens destes cursos são diretamente atingidas, ou seja, essa dinâmica das águas causa transtornos à população quando chega o período da enchente ou com as chuvas mais intensas no verão.

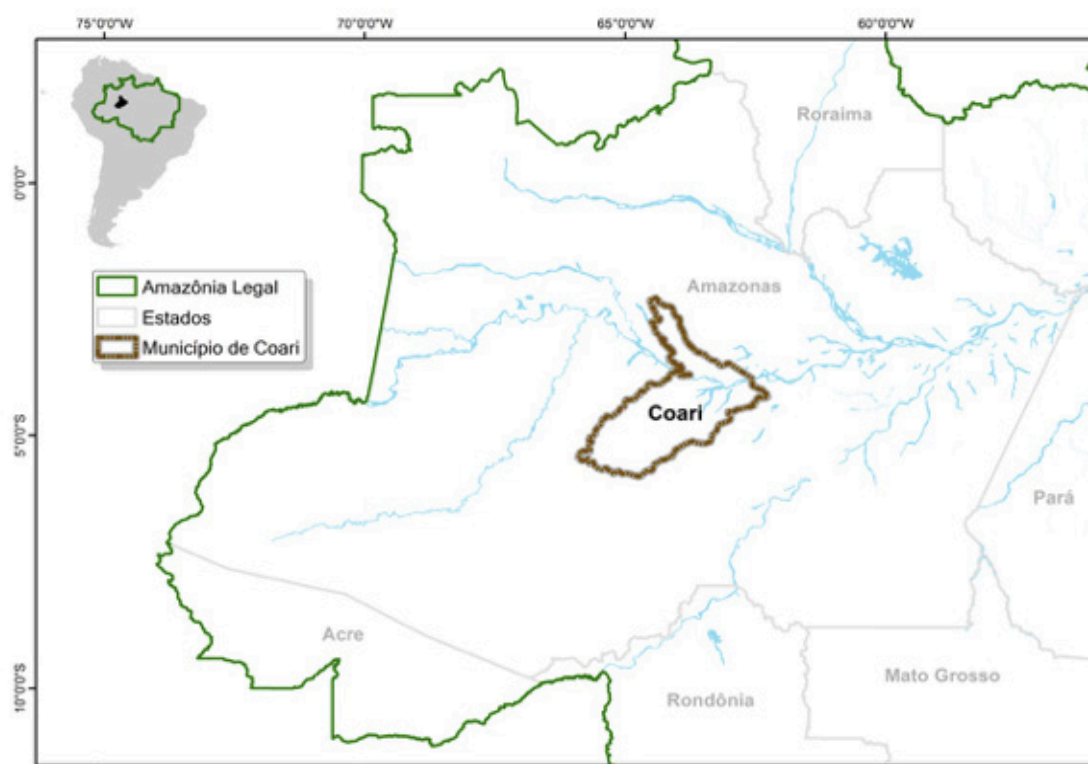


Figura 1: Localização do Município de Coari.

Fonte: Autores, 2019.

## 2.2 Mensuração de Sustentabilidade

Segundo Delai e Takahashi (2007), mensurar a sustentabilidade é indispensável para inseri-la no processo de decisão de todos os níveis organizacionais. Essa medição pode ser feita por meio de índices ou conjuntos de indicadores. Porém, independentemente da forma que é feita, suas funções serão as mesmas e estão ligadas ao embasamento da tomada de decisão.

A mensuração da sustentabilidade do uso da água na área em estudo foi realizada através de indicadores de dimensão social, econômica e ambiental, no qual permitiu uma agregação de informações provenientes de fenômenos observados e teve como base o modelo de indicadores ambiental desenvolvido pela OCDE denominado Pressão-Estado-Resposta (PER) e foi baseado na metodologia utilizada por Rego et al. (2009). Os indicadores selecionados podem ser vistos na Tabela 1.

Aspectos de Sustentabilidade	Indicadores
<b>Social</b>	Taxa de crescimento populacional
	Taxa de urbanização
	Índice de desenvolvimento humano municipal
	Percentual da população com acesso a água potável
	Percentual da população sem esgotamento sanitário
<b>Econômico</b>	Taxa de crescimento da produção agropecuária
	Produto interno bruto per capita
<b>Ambiental</b>	Degradação de mata ciliar
	Qualidade da água
	Políticas de combate s ao desperdício de água
	Proporção de esgoto tratado

Tabela 1- Indicadores de sustentabilidade no uso da água em Coari/AM .

Fonte: Autores, 2019

Seguindo a metodologia de Rego *et al.* (2009), foram atribuídos a cada indicador estudado, uma escala de desempenho do tipo controlada e com intervalos iguais: “muito ruim”, “ruim”, “regular”, “bom” e “muito bom”. A relação entre a quantidade de indicadores não necessariamente será de um para um de cada grupo, haja vista que os Indicadores de Estado são resultados de um conjunto de pressões exercidas no sistema, e as respostas devem mitigar a todas as pressões exercidas.

As notas atribuídas aos indicadores de pressão foram diretamente proporcionais aos seus potenciais de degradação, ou seja, quanto pior para o sistema for o resultado do indicador de pressão, maior será sua nota. A aplicação das notas para os indicadores de estado e resposta foram diretamente proporcionais a qualidade dos resultados, ou seja, quanto melhor for o resultado dos indicadores de estado e resposta, maiores



serão suas notas (Tabela 2). Para chegar às conclusões finais, foi criado um gráfico em formato de radar a partir da média aritmética das notas relativas aos conceitos avaliados de cada indicador.

Avaliação de Indicadores para o Sistema	Indicador de Pressão	Indicador de Estado	Indicador de Resposta
Muito Ruim	5	1	1
Ruim	4	2	2
Regular	3	3	3
Bom	2	4	4
Muito Bom	1	5	5

Tabela 2 - Avaliação dos indicadores de pressão, estado e resposta do sistema hídrico.

Fonte: Rego et al.(2009)

### 3 | 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise socioeconômica

##### *PIB per capita*

O PIB per capita consiste na riqueza em uma determinada região, dividida pelo número de habitantes. Depende das atividades econômicas e essas da utilização de recursos naturais. Segundo Rego, 2009 em algumas cidades o PIB não necessariamente representa uma melhoria na saúde econômica, pois os verdadeiros ganhos podem ficar concentrados fora do local, mas representa um bom indicador do estado econômico local.

O PIB per capita do município de Coari será um dos indicadores escolhidos para avaliação do reflexo da utilização dos recursos naturais (água) na saúde financeira do município. Ele irá avaliar a interação entre elementos do sistema, o ser humano e a água. Relacionando esse indicador com o objetivo do sistema hídrico, temos a busca da qualidade de vida do ser humano sendo relacionada com a existência do elemento água e sua utilização no sistema.

Segundo a IBGE (2012), dentre os 62 municípios do Amazonas, o PIB do município de Coari ocupa a 2º posição no ranking amazonense desde 1991 até a última coleta de dados feita em 2012. Analisando o gráfico entre os anos de 2000 e 2012, percebeu-se que o PIB per capita municipal foi superior ao nacional nos anos de 2006, 2008, 2011 e 2012. Em uma análise financeira, considerando o PIB per Capita, os resultados econômicos de Coari podem ser considerados **muito bons**, pois a renda média a partir desse indicador cresceu aproximadamente 483% entre os anos de 2000 e 2012, segundo o IBGE,(2012), de R\$ **5.747,28** por habitante para R\$ **33.536,00** por habitante (Figura 1).

Em contrapartida aos resultados econômicos excelentes, considerando as

atividades econômicas e a realidade local, é importante dizer que grande parte do PIB é concentrada na atividade de comércio e serviços e na atividade industrial.

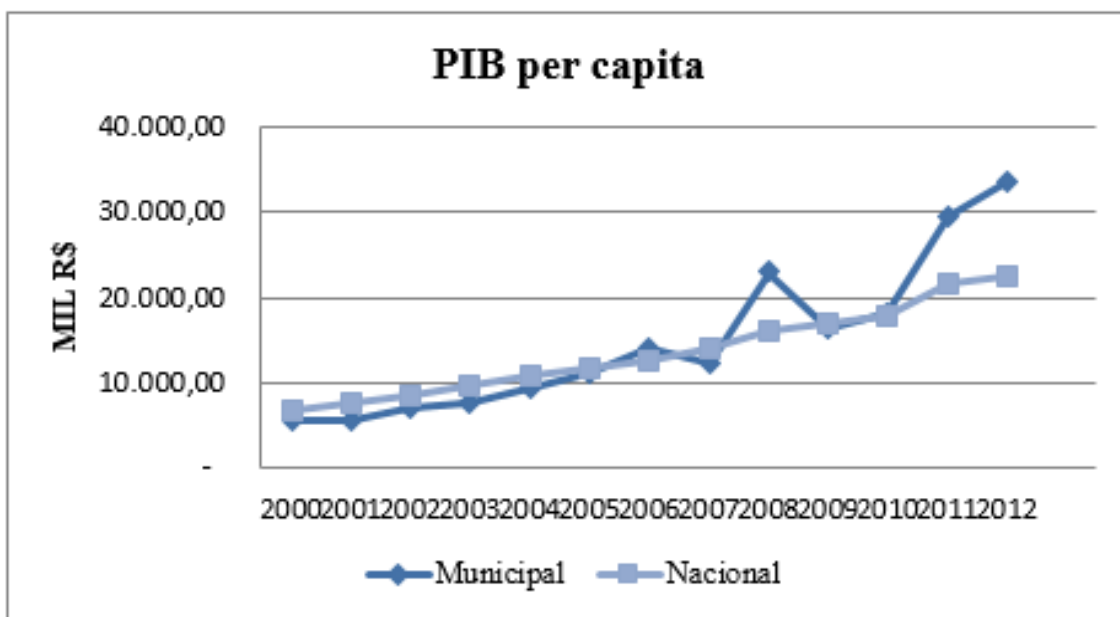


Figura 1: PIB per capita do município de Coari/AM e o Nacional (2000-2012).

Fonte: DATASUS; IBGE,2012).

Segundo a IBGE (2012), no ano de 2005 a participação de Serviços no PIB de Coari era de 55,8% e da Indústria era 25,1%. No ano de 2009, as duas chegaram a ganhar mais espaço, representando juntas 89,4% do PIB municipal. Os registros de 2012 mostram que as duas atividades juntas continuam a dominar os números do PIB de Coari (Figura 2).

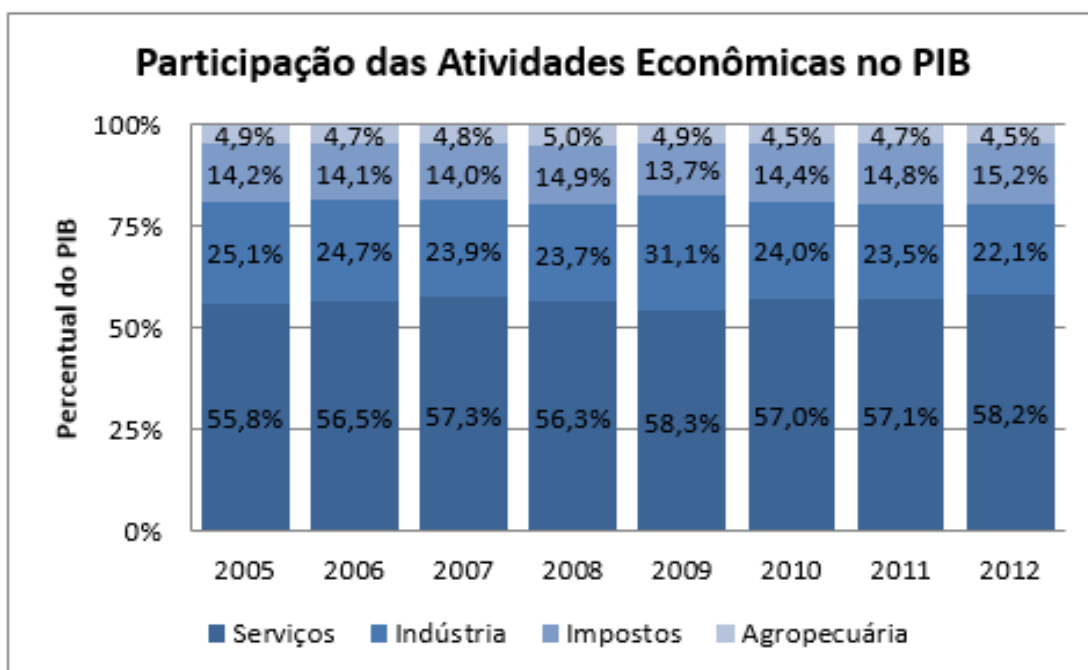


Figura 2: Participação das Atividades Econômicas no PIB

Fonte: (DATASUS; IBGE,2012).

### Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M

Atualmente, dentro do IDH estão contidos dados que representam renda, educação, infância, habitação e longevidade. Portanto, é um índice que agrega várias informações importantes para representar o nível de qualidade de vida e desenvolvimento humano de uma população, tornando-se um bom indicador do estado social local.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) Coari era de 0,586, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo (IDHM entre 0,500 e 0,599). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,780, seguida de Renda, com índice de 0,606, e de Educação, com índice de 0,425 (Figura 3).

No Figura 3, de acordo com o PNUD (1991, 2010), observa-se que os números da educação apresentaram um crescimento considerável 304%, no aspecto longevidade, o crescimento foi de 25,4% e com relação à renda, o crescimento foi de 29,76%, o que não se assimila com o valor do aumento calculado para renda de 483% no indicador PIB per capita para o mesmo período.

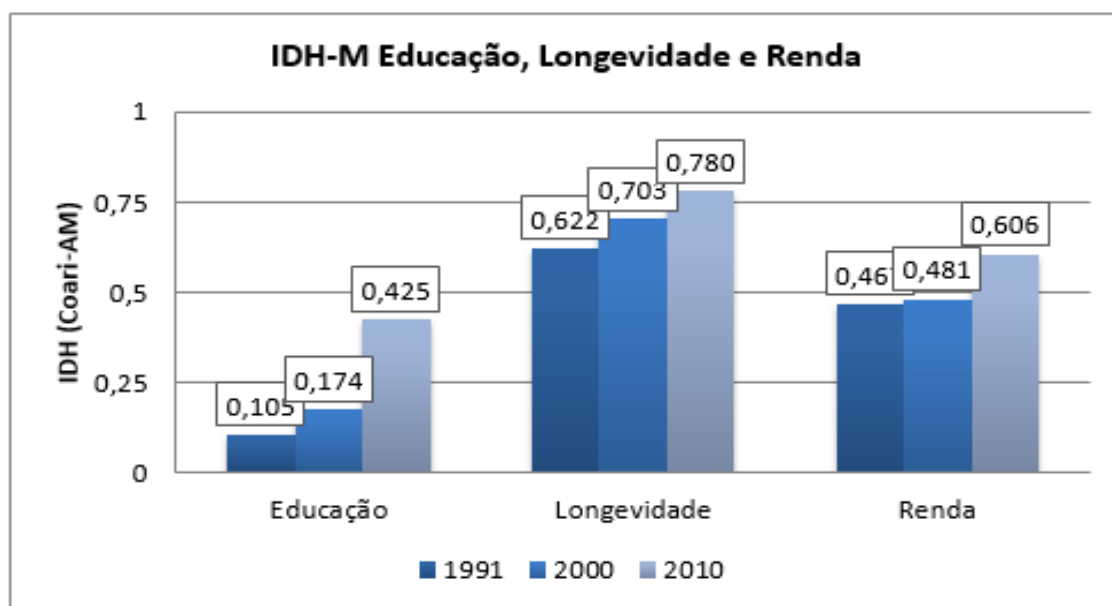


Figura 3: IDH-M Educação, Longevidade e Renda de Coari/AM.

Fonte: PNUD, Ipea e FJP.

Considerando os ganhos econômicos gerados a partir do crescimento do PIB per capita em Coari/AM, começam a aparecer os primeiros resquícios de má distribuição de renda e desigualdade social. Mesmo com um crescimento de 483% entre os anos de 2000 e 2012 no PIB per capita, o município não provou de grandes melhorias sociais baseadas no IDH-M de Coari.

Da mesma forma que o PIB per capita de Coari apresenta o reflexo da utilização dos recursos naturais (água) na saúde financeira municipal, o IDH apresenta o aspecto social, ou seja, ele também avalia uma interação entre elementos do sistema, no caso o ser humano e a água.

De uma forma geral, no âmbito social, Coari apresenta resultados considerados **regulares** na evolução do IDH-M, pois os avanços sociais a partir desse indicador não representam o crescimento econômico da região. Entre os anos de 1991 e 2000, o IDH-M do município cresceu de 0,312 para 0,389, um crescimento de apenas 24,68%. Nos anos de 2000 há 2012 o IDHM passou de 0,389 em 2000 para 0,586 em 2012 uma taxa de crescimento de 50,64%. O hiato de desenvolvimento humano, ou seja, a distância entre o IDHM do município e o limite máximo do índice, que é 1, foi reduzido em 67,76% entre 2000 e 2012. Nesse período, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,251), seguida por Renda e por Longevidade. Mesmo com o aumento do IDH-M, o mesmo ainda é considerado na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo (IBGE, 1991, 2010). (Figura 4).

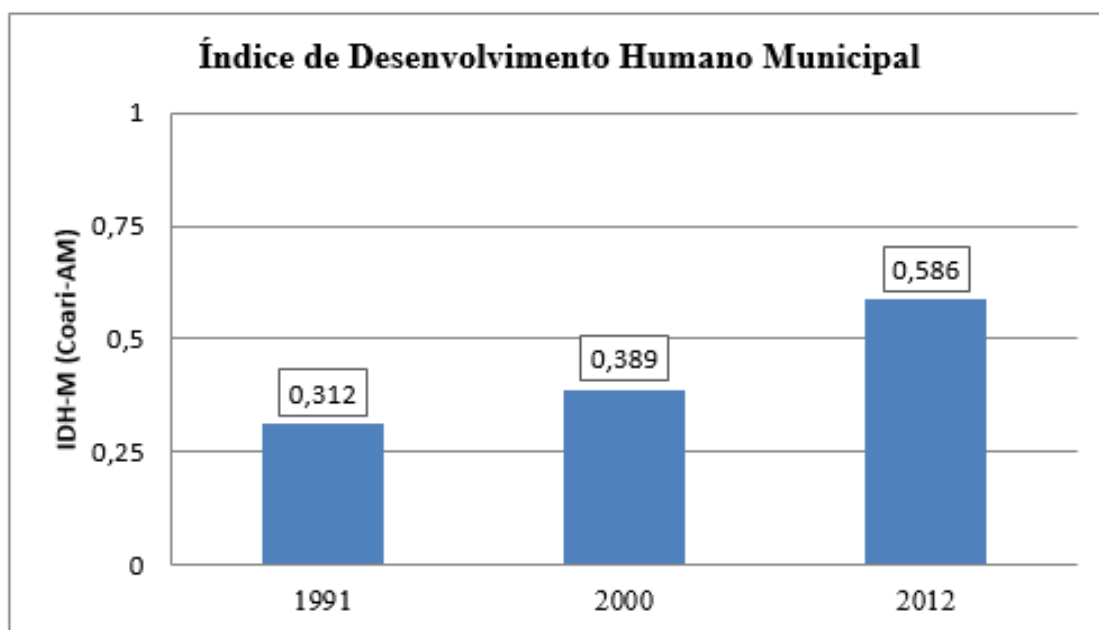


Figura 4: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Coari/AM (1991,2012).

Fonte: PNUD, Ipea e FJP.

### *Percentual da população sem esgotamento sanitário adequado*

O “Percentual da população sem esgotamento sanitário adequado” é um indicador que acompanha os progressos no acesso da população a estruturas para eliminação de dejetos humanos da forma mais rápida e segura possível.

Esse indicador apresenta o reflexo que se tem na falta de estruturas de controle no uso dos recursos hídricos. As conseqüências sentidas pelos elementos bióticos do sistema hídrico são sentidas de forma direta com o aumento do risco de contaminação dos corpos d’água.

Segundo pesquisa de Oliveira, 2012, que foi realizada na bacia hidrográfica urbana de Espírito Santo em Coari/AM, com relação ao *esgotamento sanitário das águas servidas e banheiros*, dados representados na Figura 5 revelaram que 73% dos domicílios pesquisados lançam o esgoto direto no canal, 23% apresenta sistema de esgoto canalizado e em 4% existem fossas negras, indicando que em alguns pontos da bacia, ocorre contaminação por fezes e águas servidas.

Esses dados mostram a ausência de tratamento dos efluentes domésticos e a ineficiente estrutura de saneamento básico na cidade de Coari. Com esses resultados, é possível verificar que o crescimento econômico do município não trouxe melhorias no que diz respeito ao atendimento das famílias por esgotamento sanitário, logo o indicador “Percentual da população sem esgotamento sanitário adequado” pode ser considerado **muito ruim**.

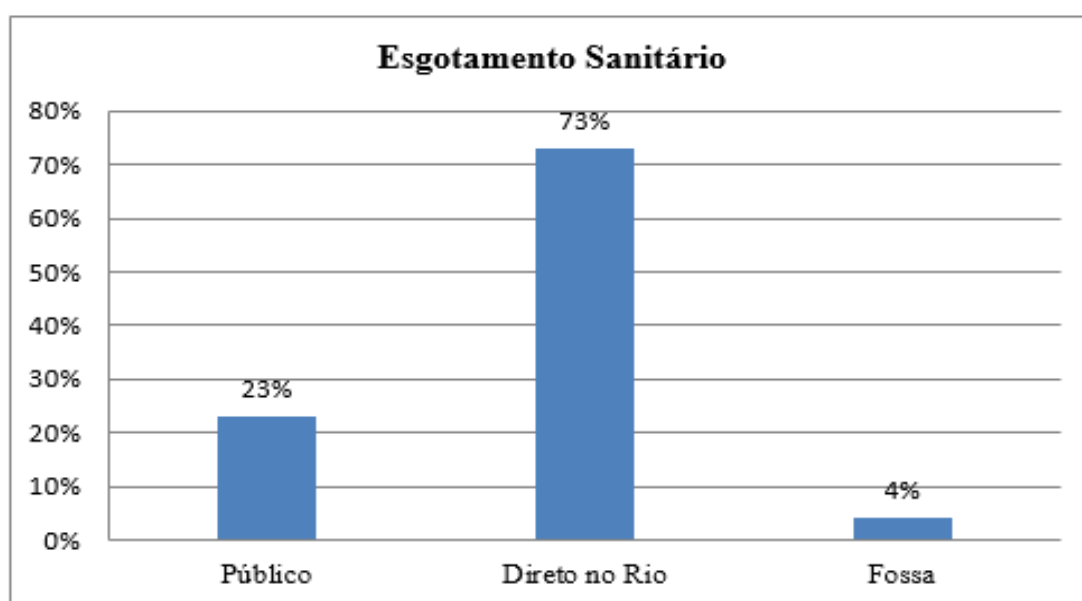


Figura 5: Esgotamento sanitário das águas servidas e dos banheiros.

Fonte: Oliveira, 2012.

### *Percentual da população com acesso a água potável*

Na avaliação do uso da água, esse indicador apresenta uma interação específica que busca principalmente a saúde e bem estar do elemento homem no sistema hídrico. Através desse indicador, é possível demonstrar a busca do poder público por melhorias para a saúde humana e ambiental através da exploração dos recursos hídricos subterrâneos, já que uma parte da água consumida em Coari tem origem nos lençóis freáticos e artesianos.

Sendo assim, os dados encontrados na pesquisa de Oliveira, 2012, *quanto ao abastecimento de água*, revelou que 52% da água é pública, tratada pela Companhia de Água, Esgoto e Saneamento Básico de Coari (CAESC) órgão da Prefeitura de Coari e, 48% são de poços tubulares particulares e da administração pública (Figura

6). Na área foi constatado que a maioria desses poços é de origem clandestina e, mesmo os que são construídos pela Prefeitura se encontram em áreas de influência de fossas, cemitérios, posto de saúde e rios facilitando assim a veiculação de doenças relacionadas a este tipo de abastecimento.

Oliveira, 2012, verificou aspectos relacionados às doenças mais freqüentes no município e constatou que 52% das doenças declaradas podem estar relacionadas ao ambiente hidrográfico degradado. Diante desses fatos, essas áreas são vulneráveis à proliferação de doenças e constituem zonas de risco para as pessoas que há residem. Conforme Santos e Pinto (2010), as doenças mais freqüentes oriundas da veiculação hídricas constadas no centro da cidade de Coari são diarréia e infecção intestinal em 40% dos entrevistados.

Considerando os valores encontrados na pesquisa de Oliveira, 2012, quanto ao abastecimento de água, deverão ser feitos avanços para melhorar o quadro social local, diminuindo o risco de doenças relacionadas à água. Pode-se dizer que o “Percentual da população com acesso a água potável” é um indicador de reposta com resultado **regular** perante a problemática do uso da água no município.

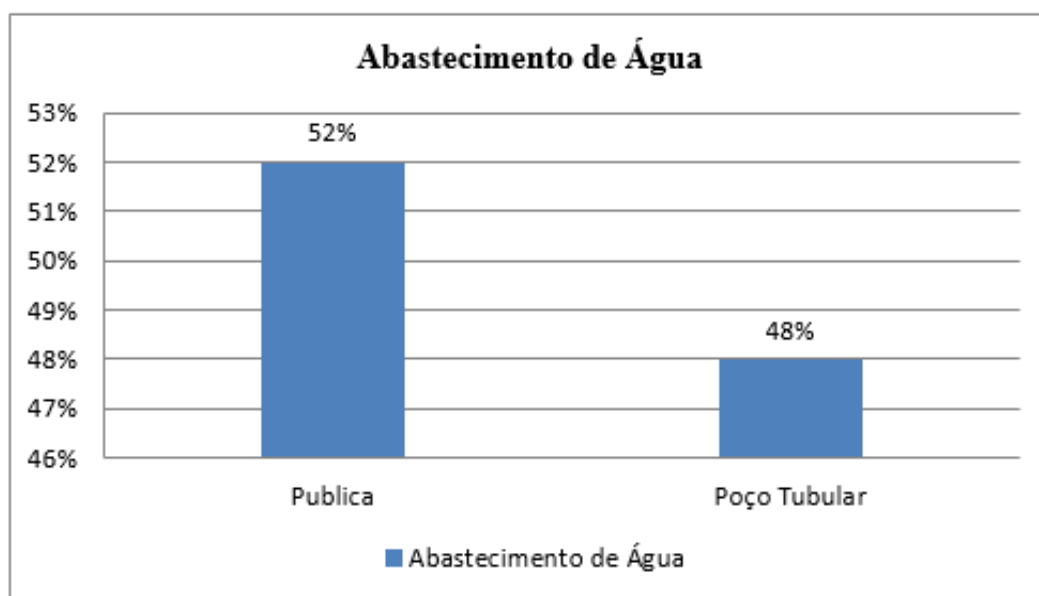


Figura 6: Percentual da População com água potável

Fonte: Oliveira, 2012.

## 4 | ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

### *Qualidade das Águas*

Como a sustentabilidade do sistema hídrico e de todos os seus elementos necessita do fluxo de água, ou do consumo de água, é necessário que a mesma apresente qualidade para esses fins. Para esta pesquisa não foram calculados os índices de qualidade das águas, pois não foram encontrados nenhum dado bibliográfico

referente a área de interesse, logo serão avaliados os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas do Lago de Coari por estudos realizados por Praia *et al*, (2009) que podem ser encontrados nas Tabelas 3 e 4 .

O lago de Coari possui uma área de cerca de 740 km<sup>2</sup> e nele fica localizado o porto da cidade. Os tipos de resíduos que mais predominam no lago de Coari são os lixos domésticos (plástico, metais (latas de tinta, cerveja), descartável, roupas, calçados), fezes humanas e de animais de estimação.

Praia *et al*, (2009) coletou amostras de água em dois pontos do lago: no ponto I, entrada do lago (próximo do rio Solimões e afastado da ocupação humana) e no ponto II (no porto), na orla, próximo da ocupação humana. Os resultados encontrados das análises físicas e químicas apresentaram valores abaixo do preconizado pela legislação para os parâmetros Dureza, Cor, Turbidez, Íon Amônio e Cloreto. O pH do lago foi considerado como ácido. O oxigênio dissolvido (OD), no ponto I foi de 4,95 mg/L e no ponto II de 3,92mg/L, considerados valores baixos podendo indicar poluição ou degradação do lago. A demanda química de oxigênio-DQO no ponto I foi de 19,31mg/L e no ponto II de 21,3mg/L e a demanda biológica de oxigênio-DBO no ponto I foi de 0,25mg/L e no ponto II foi 0,36mg/L mostrando que as águas do ponto II estão contaminadas por matéria orgânica. Os resultados indicam que a água do lago de Coari possui tanto coliformes fecais (termotolerantes), quanto coliformes totais os quais aumentaram em numero conforme aumento das águas, ou seja, pois observa-se que nos dois pontos a presença de coliformes totais foi maior que o de coliformes fecais.

Pontos de coleta	pH	Condutividade	Transparência	Alcalinidade	Dureza	Cor	Turbidez	Na+	K+
		$\mu\text{S/cm}$	(m)	mg HCO <sub>3</sub> /L	mg/L	mgPt/L	UNT	mg/L	mg/L
Ponto 1	5,6	8,77	3,8	7,10	<0,02	55,35	0,78	1,61	1,75
Ponto 2	6,14	15,75	3,4	7,93	2,23	56,10	1,72	1,79	1,81
Portaria 518/04	6,0				500	75	5	200	200

Pontos de coleta	NH <sub>4</sub> +	NO <sub>3</sub>	Cl-	Ca+	Mg+	Fe Total	Fe Dis.	S0 <sub>4</sub>	OD (Winkler)	DBO	DQO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Ponto 1	0,206	0,010	1,46	<0,02	<0,02	1,018	0,168	1,81	4,95	0,25	19,31
Ponto 2	0,208	0,03	1,29	0,32	0,18	0,867	0,215	1,60	3,92	0,36	21,30
Portaria 518/04	1,5	10	250		0,1	0,3		250			

Tabela 3: Resultado das análises físicas e químicas no período da cheia. (22.08.09).

Fonte: Praia, et al.(2009)

Pontos de Coletas	Parâmetros e Valores		Portaria 518/ 04
	Coliformes Totais NMP	Coliformes Fecais NMP	
Ponto 1	50	20	Ausentes
Ponto 2	60	30	Ausentes

Tabela 4: Resultado da análise Bacteriológica no período de cheia. (22.08.09).

Fonte: Praia, *et al.*(2009)

Praia *et al*, (2009),concluíram que qualidade da água do lago de Coari tem sido afetada devido ao crescimento desordenado de habitantes na cidade de Coari, bem como a presença de barcos, restaurantes, flutuantes e casas na orla da cidade, os quais tem vivido em condições sub-humanas, pois os mesmos têm contribuído para a concentração de lixo e esgoto “in natura” que vem ocasionado assim a degradação dos mananciais, onde os resultados das análises mostraram que as águas mais distantes da ação antrópica (ponto I) encontram-se em melhores condições em relação ao ponto II, e do ponto de vista bacteriológico todas as águas desta localidade estão comprometidas, sendo que o ponto II apresentou maior índice de contaminação. Logo o indicador de estado “qualidade da água” feita com esta avaliação de dados é considerado ruim para o sistema.

### *Taxa de crescimento da produção agropecuária*

As principais atividades econômicas do município estão concentradas no setor primário. A zona rural está dividida em 11 pólos agrícolas com 287 comunidades rurais, estimadas em 23 mil pessoas. Estes pólos estão distribuídos de acordo com a caracterização das localidades nos rios e lagos, e pela vocação cultural produtiva. Assim, a maioria dos produtores está localizada em área de várzea. Segundo informações, a maior parte da terra firme está nas mãos de latifundiários, o que caracteriza uma situação comum na Amazônia, onde a distribuição do espaço através da apropriação - que nem sempre é pelo trabalho -, reproduz a diferenciação entre classes sociais.

A cultura da banana é a de maior expressão do município, perfazendo em torno de dois terços da renda de produtos da agricultura, sendo, inclusive, exportada para Manaus. Registram-se, contudo, outros produtos permanentes cultiváveis, tais como: laranja, cupuaçu, maracujá, limão, abacaxi, tangerina, melancia e guaraná. O principal produto sazonal cultivado é a mandioca, que, junto ao peixe, é o mais importante alimento básico na Amazônia. Coari exporta produtos agrícolas, como: cacau, pimentas-doce e murupi, abacaxi, guaraná, cupuaçu, melancia, pupunha e castanha.

A série histórica representada no Figura 7 apresenta o numero de hectares de área plantada e de área colhida entre os anos de 1999 a 2010. Verificou se que



houve uma redução da área plantada de 69,44% entre os anos 1999 e 2010, o que faz concluirmos que houve uma diminuição das atividades agrícolas nesse período de 12 anos e conseqüentemente uma diminuição da taxa de crescimento agrícola, considerando esse indicador de pressão **regular** para o sistema hídrico.

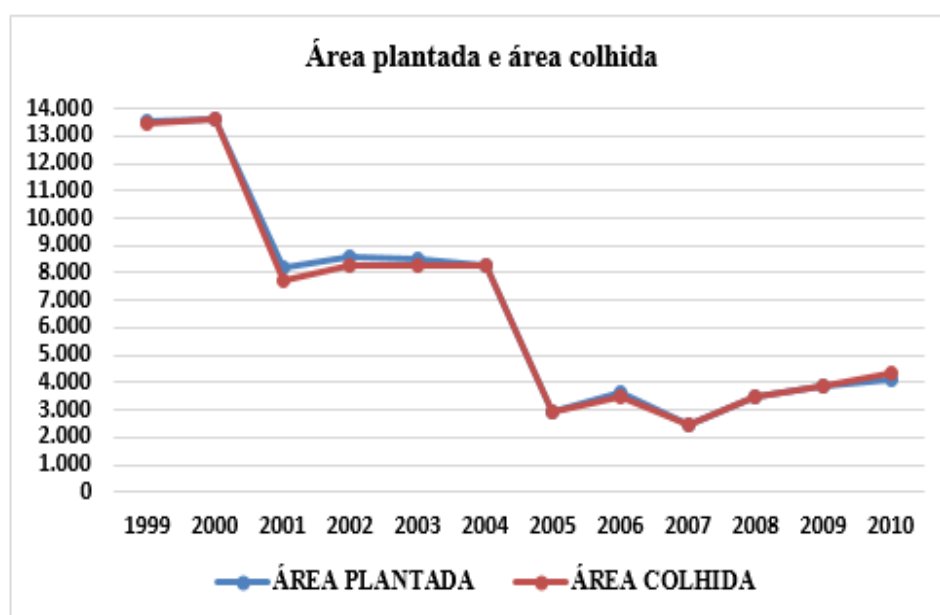


Figura 7: Numero de hectares de área plantada e de área colhida entre os anos de 1999 a 2010.

Fonte: IPEA, 2012.

### *Taxa de crescimento populacional*

A “*Taxa de crescimento populacional*” é considerada um indicador de pressão e representa indiretamente a velocidade em que se encontra o aumento da demanda sobre os recursos hídricos como um todo (superficiais e subterrâneos), não só para o consumo humano, mas para a cadeia produtiva do município.

O Aumento da quantidade dos elementos que demandam água afeta diretamente os estoques do recurso água dentro do sistema hídrico, a interação entre esses elementos (homem e ambiente aquático) é sensível a fatores relacionados a crescimentos populacionais.

O município de Coari, em 1980, era ocupado por 14.787 habitantes, mas a partir das primeiras atividades relacionadas à extração de petróleo e gás, sua população residente aumentou consideravelmente, atingindo, em 1999, 63.813 habitantes e em 2007, 90.605 habitantes, o que significa um crescimento superior a 500% em apenas 27 anos. Os dados levam ao entendimento de que o incremento populacional durante esse período esteve diretamente relacionado à intensificação das atividades da Petrobrás com a construção do gasoduto Urucu-Coari-Manaus.

Com crescimento populacional acelerado, o município de Coari apresenta muitos problemas, dentre eles a ocupação desordenada e o surgimento favelas sem

abastecimento de água de qualidade e esgotamento sanitário. Além do mais, esse crescimento é fonte de preocupação também com o aumento da demanda de recursos hídricos, aonde esse incremento vem agregado não só ao consumo humano, mas a toda cadeia produtiva municipal, sendo esse indicador de pressão considerado **ruim para o sistema**.

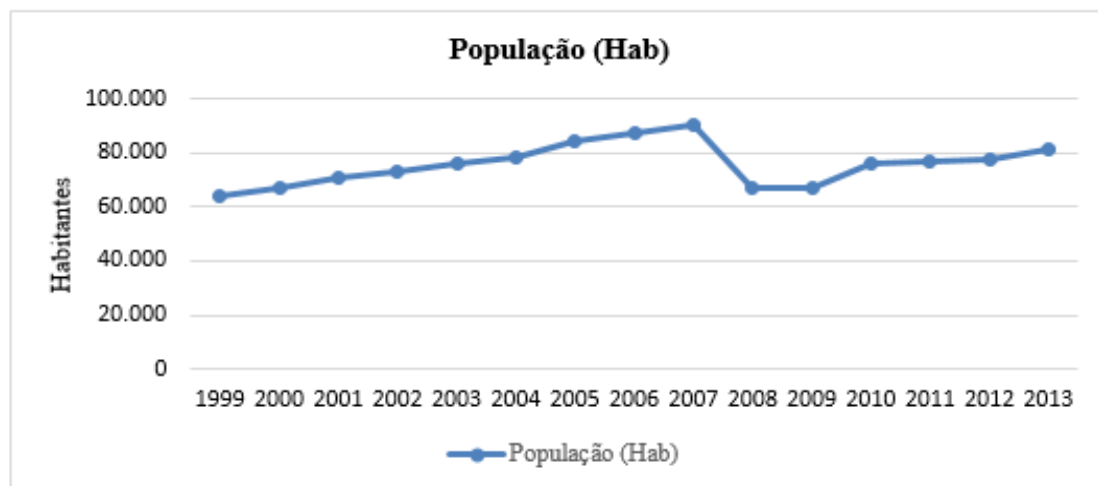


Figura 8: População de Coari/AM entre os anos de 1999 a 2013.

Fonte: DATASUS,2013.

### *Taxa de urbanização*

A urbanização de cidades pode trazer consigo vários problemas por conta da falta de planejamento, por exemplo, a favelização. Com o surgimento desses aglomerados populacionais, geralmente vem à baixa qualidade de vida dos moradores. Com a falta de estrutura para abrigar esse incremento de população nos centros urbanos, onde a demanda por recursos hídricos aumenta, considerando principalmente o uso para abastecimento doméstico, a “*Taxa de urbanização*” se torna um importante indicador de pressão que pode exprimir a aceleração dos processos de degradação relacionados à população urbana e rural.

Segundo dados do IBGE, 2012 a população urbana de Coari cresce numa taxa maior que a população rural, onde no ano de 2010 os registros são, respectivamente, 26.314 (rural) e 49.651(urbana) de habitantes (Figura 9). Uma problemática que surgiu, é quanto à geração de esgoto, pois com a urbanização pode haver aumento da população urbana, uma vez que não houve expansão espacial da zona urbana, logo a geração de esgotos aumenta e também se torna mais concentrada.

A coleta e tratamento de esgoto em Coari são deficientes e com o aumento da taxa de urbanização de 54,50% em 1991, 58,88% em 2000 e 65,36% em 2010, podemos concluir que há indícios de que a hidrografia do município possa vim esta sofrendo acréscimo acelerado de cargas poluidoras provenientes das redes de drenagem e também que os lençóis subterrâneos podem vim esta recebendo acréscimos de forma acelerada das unidades domiciliares sem tratamento de esgoto, portanto a pressão

exercida pela urbanização é considerada **ruim para o sistema**.

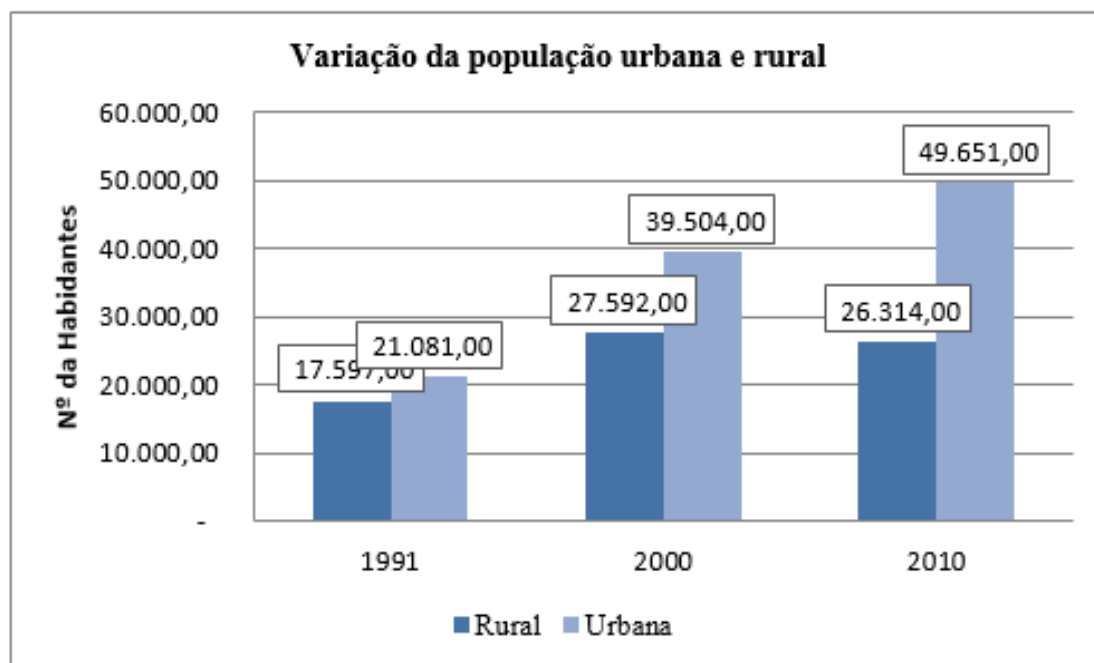


Figura 9: Variação da população urbana e rural de Coari/AM.

Fonte: IBGE, 2010.

### *Proporção de esgoto tratado*

A qualidade dos corpos d'água que sofrem ações antrópicas depende diretamente do tratamento dos esgotos. É importante ressaltar também que um núcleo urbano com tratamento, principalmente dos dejetos humanos, tem menores chances de sofrer com doenças relacionadas à água, seja ela subterrânea ou superficial, já que diminuem os riscos de poluição e contaminação através desses efluentes. Em termos de sistemas, é necessário um controle das ações de um elemento (ser humano) buscando um equilíbrio do sistema através da manutenção da qualidade do outro (ambiente aquático).

Por Coari apresentar rede de esgotamento sanitário deficiente, é necessário conhecer o destino dos esgotos no município, logo a "Proporção de esgoto tratado" se torna um importante **indicador de resposta**. O tratamento dos esgotos no município é feito apenas para os dejetos, as água servidas são encaminhadas à rede de drenagem urbana e essa encaminha ao corpo hídrico receptor. As unidades de tratamento são individuais, ou seja, cada residência tem uma unidade de tratamento (fossas).

Segundos dados do DATASUS (2013), apenas 24,51% da população utiliza como tratamento de esgoto a fossa séptica (Figura 10). Um dado importante que pode ser considerado um indicio **ruim** do uso da água e que pode vim ser agravado com o crescimento demográfico.

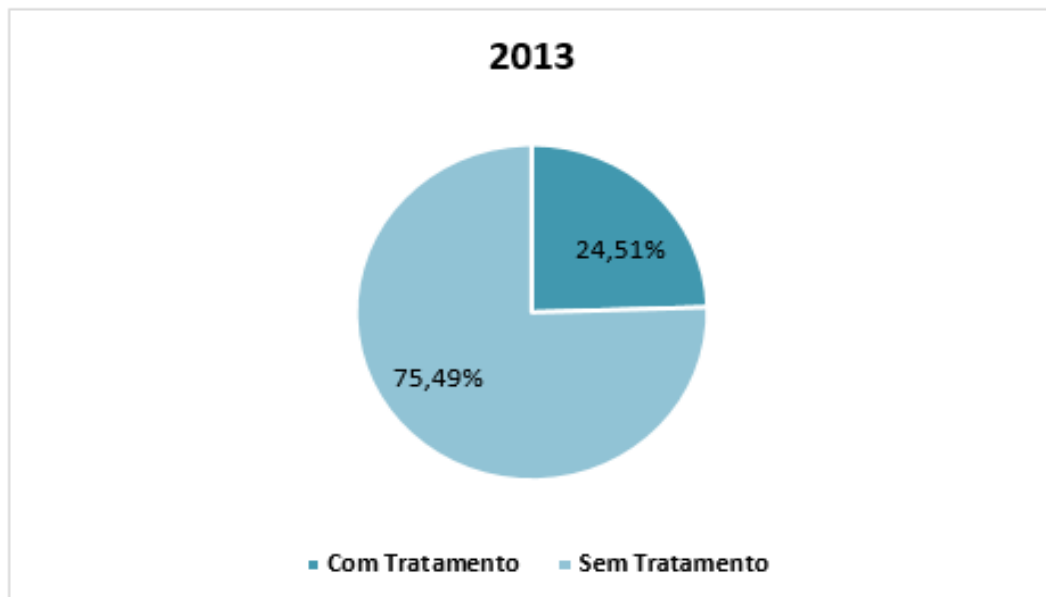


Figura 10: Esgoto tratado em Coari.

Fonte DATASUS,2013.

### *Políticas de combate ao desperdício de água potável*

O Sistema de Abastecimento de Água em Coari é de forma mista, ou seja, utilizam os mananciais subterrâneos e o manancial superficial. Segundo Rodrigues, 2013, o município não possui sistema de medição por macromedição e nem macromedidores. A cobrança pela água é feita através de taxas o que favorece para o uso indiscriminado do recurso. Com a falta de hidrômetros, o sistema torna-se deficiente acarretando problemas para todos os usuários, ocasionado racionamento no sistema de abastecimento que é antigo, ou seja, falta ampliação no sistema de captação, rede, tratamento e distribuição. É necessário a criação de políticas de combate ao desperdício de água potável para evitar, ou ao menos minimizar esse quadro negativo, políticas que se tornarão um importante **indicador de resposta**. Porém, em Coari, verificando o plano diretor do município, nada consta quanto a criação de políticas de combate ao desperdício, portanto esse cenário se caracteriza como um **indício ruim** para a problemática dos recursos hídricos.

### *Degradação da mata ciliar*

A mata ciliar é a faixa de vegetação ao longo das margens de um corpo d'água. É um elemento de grande importância para o sistema hídrico, pois tem o papel de proteger o corpo d'água do processo de assoreamento, pois sem a mata ciliar pode haver modificações das condições naturais dos rios, influenciando em todas as reações bioquímicas nos mesmos entre os elementos bióticos. As espécies nativas daquele ambiente podem acabar desaparecendo pela mudança no seu habitat natural, o que pode quebrar completamente a cadeia alimentar do ecossistema, ou seja, algumas

interações entre elementos do sistema podem desaparecer. “Taxa de degradação da mata ciliar” é um indicador de pressão que permite visualizar as condições de degradação natural dos corpos d’água (REGO *et al*, 2009).

Oliveira, 2102, elaborou um Sistema de Informações Geográficas (SIG) sobre a bacia hidrográfica do Espírito Santo que teve como principio básico a formatação de dados que permitiu correlacionar os aspectos socioeconômicos e ambientais, sobre a área delimitada pela rede de drenagem da bacia. Neste sentido, a bacia hidrográfica foi avaliada como unidade física que possibilitou a visualização integrada tanto de aspectos físicos como de aspectos humanos.

Oliveira, 2012, identificou as áreas que foram atingidas pelo desmatamento, sobrepostas às áreas que foram ocupadas no período correspondente. A partir desta análise, foi observado que estes locais compreendem uma faixa de crescimento não planejado, concentrada nos locais próximos aos rios e canais que drenam as bacias situadas no setor Norte da cidade, esta faixa segue em direção ao sítio urbano de Coari, tendo como limites, a Leste com a ocupação irregular do Ciganópolis, dois Conjuntos Residenciais e várias áreas de loteamento e ao Sul com terrenos particulares para onde tem crescido as áreas de lazer e para produção agrícola. Somando esses dois limites de crescimento em relação ao sítio urbano da cidade, apresenta uma extensão de desmatamento de aproximadamente 42.237,76m<sup>2</sup>. Destaca-se também, que esta ocupação parte dos vales ou zonas mais baixas (representadas pelas classes de declividade 0° até 9° (0-6%) para as áreas mais elevadas que se direcionam para as encostas e topo representados por faixas de declive 18° até 27° (12-20%)) na cidade de Coari. A análise temporal definiu que entre 1985 a 1995 esta faixa de ocupação correspondia a 30%, em 2005 era de 62% e em 2010 foi de 84%. Isto representou um aumento gradativo de 54% de ocupação nas margens da bacia. Esta faixa define graus de antropização que se estabelecem dentro das áreas de APPs da bacia e podem comprometer a qualidade ambiental do recurso hídrico.

A retirada da vegetação e a ocupação das áreas anteriormente vegetadas vêm degradando cada vez mais os recursos naturais e, conseqüentemente, causando impactos nos canais de drenagem da bacia. Essas ocupações irregulares têm acarretado em prejuízos diretos aos residentes dessas áreas.

Com referência às faixas de desmatamentos, Andreoli e Carneiro (2005) mencionam que a cobertura vegetal é capaz de enriquecer o solo pela deposição de matéria orgânica, amortecer o impacto das águas pluviais reduzindo os possíveis processos erosivos, assim como, regular o escoamento superficial. No entanto, a retirada da cobertura vegetal do solo, propicia a construção de processos erosivos como ravinas e voçorocas e, conseqüentemente, o assoreamento dos canais de drenagem.

Portanto a “Taxa de degradação da mata ciliar” é um indicador de pressão que permite visualizar as condições de degradação natural dos corpos d’água. Portanto, os dados encontrados por Oliveira, 2012 e com a visualização do mapa podemos

considerar que os resultados para este indicador podem ser considerados **ruins para o sistema**.

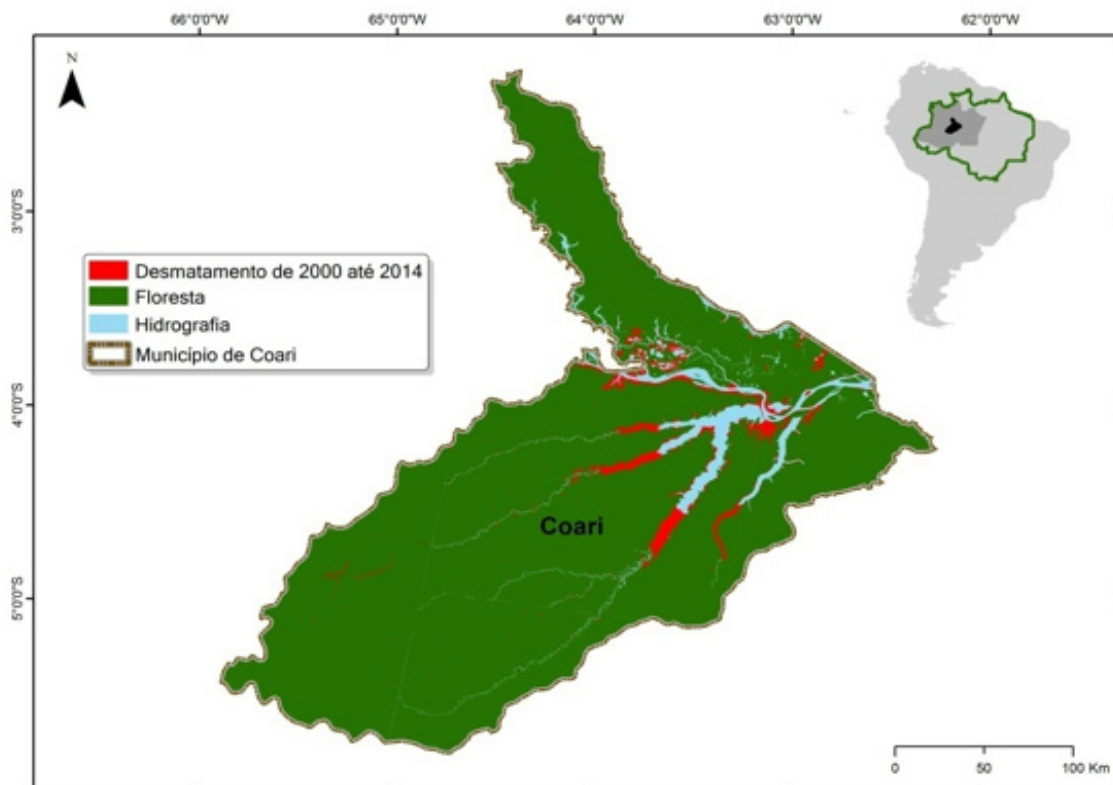


Figura 11: Mapa diagnóstico de desmatamento entre 2000 a 2014 no município de Coari.

Fonte: Autores, 2019.

## 5 | RADAR DE SUSTENTABILIDADE DO USO DA ÁGUA: COARI/AM

Para facilitar a tomada de decisão do gestor de recursos hídricos a partir do uso de indicadores, foi pensada uma forma de se ter uma visão geral dos resultados encontrados na pesquisa. Para tal, foi feita a agregação dos indicadores segundo metodologia utilizada por Rego *et al* (2009), onde a avaliação foi feita em torno das pressões, do estado e das respostas identificadas no sistema hídrico do município de Coari/AM, os indicadores foram agrupados da seguinte forma e receberam os seguintes conceitos e suas respectivas notas (Tabela 5) e posteriormente foi realizado a média aritmética dos indicadores, no qual foram inseridos no gráfico de radar (Figura 12), possibilitando facilmente identificar as relações de importância de cada um deles dentro da avaliação de sustentabilidade do uso da água em Coari, podendo inferir se o uso da água no município caminha para a sustentabilidade.

INDICADOR		NOTA	MÉDIA
<b>Pressão</b>			
Taxa de Crescimento Populacional	Ruim	4	3,8
Taxa de Urbanização	Ruim	4	
Percentual da População sem esgotamento sanitário adequado	Ruim	4	
Taxa de Crescimento da Produção Agropecuária	Regular	3	
Degradação da mata ciliar	Ruim	4	
<b>Estado</b>			
Índice de Desenvolvimento Urbano Municipal – IDH-M	Regular	3	3,3
Indicador de qualidade das águas	Ruim	2	
Produto Interno Bruto per capita	Muito Bom	5	
<b>Resposta</b>			
Política de combate ao desperdício de água potável	Ruim	2	2,3
Proporção de esgoto tratado	Ruim	2	
Percentual da população com acesso a água potável	Regular	3	

Tabela 5: Avaliação dos indicadores PER para o sistema hídrico.

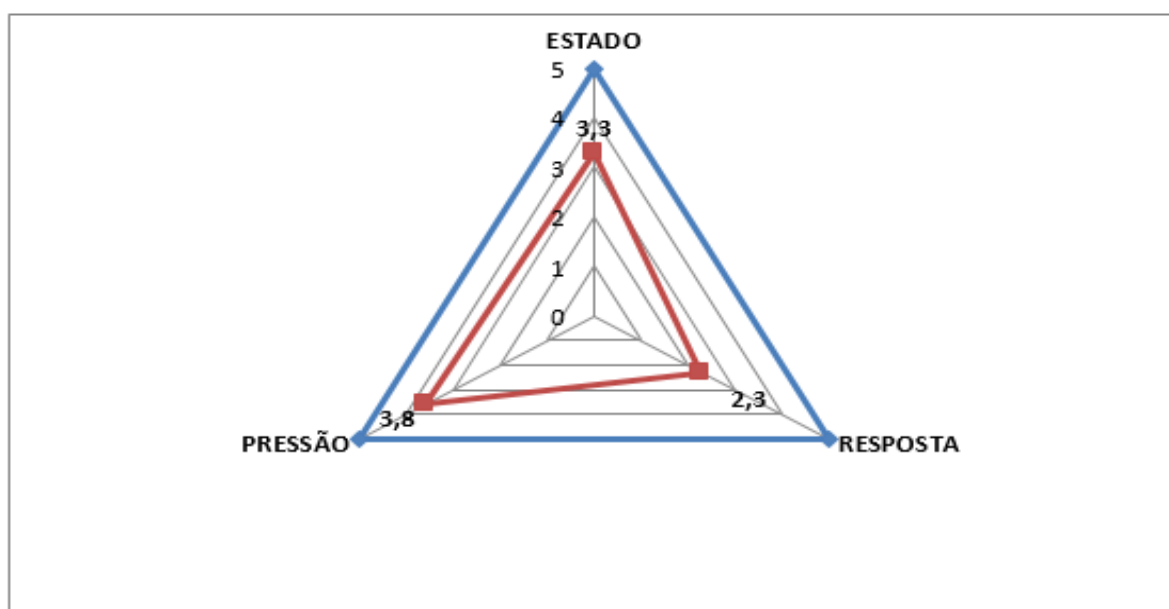


Figura 12: Sustentabilidade do uso da água em Coari/AM.

Fonte: Autores, 2019.

Observando a Figura 12 é possível visualizar que o estado atual do sistema hídrico em Coari (considerando as condições de qualidade do sistema para seus elementos – ser humano e demais seres vivos – baseada na qualidade da água, condições sociais e econômicas locais) pode ser considerado de uma forma geral **regular**. Porém, as pressões exercidas pelo ser humano no sistema através dos processos que demandam água são superiores às respostas dadas por esse elemento representado pelo poder público e pela sociedade, para minimizar os impactos na área. Portanto, considerando a situação atual do sistema, chega-se à conclusão que o uso da água no município de Coari caminha para a insustentabilidade.

Considerando o possível agravamento dos principais fatores que exercem pressão no sistema, a tendência é a caracterização de um sistema hídrico fragilizado, uma vez que os elementos que dão subsídio à utilização do recurso hídrico, como o lago de Coari, demonstrou que a qualidade de suas águas tem sido afetada devido ao crescimento desordenado do número de habitantes no município e conseqüentemente agravado pela falta de esgotamento sanitário.

## 6 | CONCLUSÕES

Coari possui um bom crescimento econômico, possuindo o 2º maior PIB amazonense e cresce a cada ano. Porém, as mudanças econômicas sofridas pelo município vêm trazendo degradação ao meio ambiente e poucas melhorias nos aspectos sociais. Mesmo com um alto valor PIB per capita de R\$ 33.536,00 por habitante, parte da população não possui água tratada e nem esgotamento sanitário adequado.

O Sistema de Abastecimento de Água em Coari é de forma mista, ou seja, utilizam os mananciais subterrâneos e o manancial superficial. O município não possui sistema de medição por macromedição e nem macromedidores. A cobrança pela água é feita através de taxas o que favorece para o uso indiscriminado de água, trazendo conseqüências principalmente socioeconômicas.

Não há um programa de monitoramento da qualidade das águas dos rios e lagos de Coari, por parte do poder público, sendo evidente a falta de informações sobre a qualidade da água dos mesmos.

É necessário criar alternativas para que todo o capital gerado com as atividades econômicas no município seja transformado em melhorias sociais para a comunidade local, melhorando a distribuição de renda, buscando a equidade social e tornando o cenário mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

BEAVER, Earl. BELLOF, Beth. Sustainability Indicators and Metrics of Industrial Performance. Disponível em <http://www.onepetro.org/mslib/servlet/onepetroprview?id=00060982&soc=SPE>.

BELLEN, Hans Michael van. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2006. 256 p.

DELAI, I.; TAKAHASHI, S.. Uma proposta de modelo de referência para mensuração da sustentabilidade corporativa. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.2, p.19- 40, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Estatística e População censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>.



MINISTÉRIO DA SAÚDE - DATASUS | Situação de Saneamento oriundos do Sistema de Informação da Atenção Básica - SIAB. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/SIABCbr.def>

OLIVEIRA, Ercivan Gomes de. Caracterização dos Impactos Ambientais na bacia hidrográfica do Espírito Santo/Coari (Am) no período de 1990 a 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Área de concentração: Amazônia, Território e Ambiente. Manaus, AM : UFAM, 2012.

PLANSAM Plano Municipal de Saneamento Básico. Versão para aprovação. Novembro de 2012. Coari – Am.

PRAIA, R S.;SANTOS, F. M. C.;PINTO, A. G. N.;SILVA, M. E .T.; Caracterização Física e Química preliminar da água do Lago de Coari/Am. Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 2009.

REGO, A. G.; FERNANDES, L. L.; BLANCO, C. J. C.; BARP. R. B. B; Evaluation of sustainability in the use of water within the Amazon deforestation area: a case study in Rondon do Pará, Pará State, Brazil. Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 35, n. 2, p. 237-245, Apr.-June, 2013.

## ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TOCANTINS A MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA LUIS EDUARDO MAGALHÃES

Data de submissão: 27/11/2019

Data de aceite: 09/03/2020

### Nicole Marasca

Universidade Federal do Tocantins

Palmas-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/6024283678671808>

### Guenther Carlos Couto Viana

Universidade Federal do Tocantins

Palmas-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/7990554552850208>

### Flávia Tonani

Universidade Federal do Tocantins

Palmas-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/2543140405487892>

### Emerson Adriano Guarda

Universidade Federal do Tocantins

Palmas-Tocantins

<http://lattes.cnpq.br/9325128702126305>

**RESUMO:** O aumento da demanda da sociedade por matrizes energéticas tem impactado os recursos naturais. Neste contexto, as usinas hidrelétricas, ainda que consideradas fontes de energia limpa, podem causar alterações prejudiciais nos recursos hídricos, que por sua vez podem acarretar na depreciação da qualidade da água. A usina hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, também conhecida como usina hidrelétrica do

Lageado, localiza-se no estado do Tocantins e possui reservatório com cerca de 750 km<sup>2</sup> que abrange diversos municípios, o que torna primordial o gerenciamento desse corpo hídrico para conservação de seus diferentes tipos de uso. Este trabalho analisou comparativamente os principais parâmetros de qualidade da água precedidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 para corpos hídricos de classe de água tipo 2, em pontos situados a montante e a jusante da hidrelétrica. Concluiu-se que os pontos situados a jusante da usina hidrelétrica tiveram quantidade superior de parâmetros em conformidade com a resolução, e que o município de Palmas apresentou o menor número de parâmetros em consonância com a mesma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água; Usina Hidrelétrica; CONAMA 357/2005.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF TOCANTINS RIVER WATER QUALITY UP AND DOWNSTREAM OF LUIS EDUARDO MAGALHÃES HYDROELECTRIC

**ABSTRACT:** Increasing society's demand for energy matrices has affected natural resources. In this context, hydroelectric plants, although considered as sources of clean energy, can cause detrimental changes in water resources,

which in turn can lead to depreciation of water quality. The Luis Eduardo Magalhães hydroelectric power plant, also known as the Lageado hydroelectric power plant, is located in the state of Tocantins and has a reservoir of about 750 km<sup>2</sup> that covers several municipalities, which makes the management of this water body essential for the conservation of its different types of use. This work comparatively analyzed the main water quality parameters preceded by CONAMA resolution 357/2005 for water bodies of type 2 water class, upstream and downstream of the dam. It was concluded that the points downstream of the hydroelectric power plant had higher number of parameters in accordance with the resolution, and that the municipality of Palmas presented the smallest number of parameters in line with it.

**KEYWORDS:** Water quality; hydroelectric plant; CONAMA 357/2005.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os recursos naturais têm sofrido as consequências do avanço da sociedade em sua organização atual, a escassez e contaminação destes têm atraído os olhares das autoridades mundiais. É notório que mesmo os sistemas mais modernos de exploração dos recursos naturais ainda não alcançaram a eficiência necessária para conter a destruição de ambientes naturais (JUNQUEIRA, 2014). Neste contexto nota-se que as usinas hidrelétricas ainda que consideradas fontes de energia limpa, promovem impactos intrínsecos a mudança ocorrida no ambiente natural do corpo hídrico. A transformação abrupta de um ambiente lótico em lêntico além das alterações nos regimes dos rios e desequilíbrios físico-químicos e hidrobiológicos do meio aquático, podem provocar significativos impactos a montante e a jusante de barramentos (SILVA, 2009).

A UHE Luis Eduardo Magalhães, que recebe o aporte das águas do rio Tocantins localiza-se entre os municípios de Miracema do Tocantins e Lageado, e possui um reservatório que abrange as cidades de Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017). Visando a conservação e controle desse recurso hídrico este trabalho analisou comparativamente a qualidade da água a montante e a jusante da UHE em questão por meio de diferentes parâmetros, dentre os quais: pH, turbidez, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), OD (Oxigênio Dissolvido), nitrogênio, fósforo total e temperatura, que por sua vez foram comparados aos valores estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) que dispõem acerca dos limites dos parâmetros citados de acordo com a classificação do uso da água.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo abrange as cidades de Palmas, Lajeado e Miracema, entre as coordenadas 10°12'46" e 9°33'57" de latitude sul e 48°21'37" e 48°22' 28" de longitude

oeste, e cerca de 87,1 km de extensão. Foram escolhidos quatro pontos de coleta para análise dos parâmetros, como demonstra a Figura 1, de forma que as mesmas representassem diferentes qualidades de água desde o leito do rio Tocantins após a passagem pela UHE Luis Eduardo Magalhães até o lago de Palmas, próximo a Universidade Federal do Tocantins.

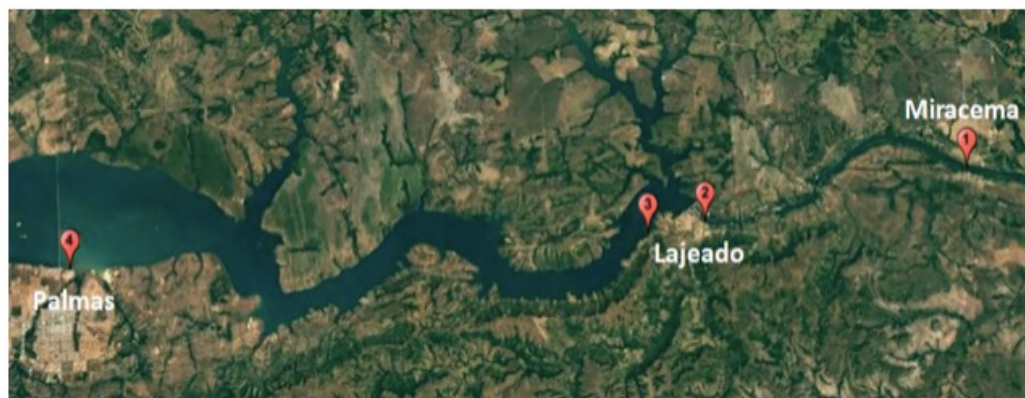


Figura 1- Localização dos pontos de coleta

Fonte: Autores (2018)

Todas as coletas foram realizadas na manhã de 9 de outubro de 2017, no final da estação da seca, durante a qual o nível da água baixou significativamente pelo longo período de escassez de precipitação. No procedimento de coleta procurou-se manter uma distância da margem entre 5 a 10 metros para os pontos 1 e 2 (ambientes lênticos) e de 2 a 5 metros para os pontos 3 e 4 (ambientes lóticos) e cerca de 40 cm de profundidade. Todas as amostras foram devidamente armazenadas e identificadas, sendo que as variáveis oxigênio dissolvido (OD) e temperatura, foram analisados in situ por meio de oxímetro Hanna (modelo HI9146-04N).

As análises para a determinação dos parâmetros foram feitas obedecendo aos procedimentos e metodologias padronizadas, validadas, recomendadas e descritas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

Os valores obtidos foram comparados com os valores de referência contidos na Resolução CONAMA nº357 para os parâmetros avaliados, exceto temperatura, sólidos totais e coliformes totais, pois os mesmos não constam nessa resolução, mas expressam características importantes dos corpos hídricos nos pontos de amostragem.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros foram organizados conforme sua natureza, em parâmetros físicos, químicos, e biológicos, os resultados constam nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Parâmetros Físicos	CONAMA 357/2005	RESULTADOS			
		Pontos	1	2	3
Temperatura (°C)	-	29,4	28	30	31,4
Sólidos Totais (mg L-1)	-	77,44	77,36	77,03	75,54
Turbidez (UNT)	≤ 100	2,61	2,35	2,69	43,3

Tabela 1- Valores de parâmetros físicos da água avaliados em pontos de amostragem de coleta a montante e a jusante da UHE Luis Edurado Magalhes

Verificou-se que a maior temperatura obtida foi no ponto 4, na região do lago de Palmas, com leve decréscimo ao longo dos demais pontos, atingindo seu menor valor no ponto 2 localizado imediatamente a jusante da UHE, possivelmente em função da utilização de águas provenientes da região do hipolímnio do reservatório da hidrelétrica, caracterizado como zona mais profunda e fria de corpos hídricos lânticos.

A variável sólidos totais apresentou comportamento irregular ao longo dos pontos, sendo que o maior valor foi obtido no ponto 1, situado a jusante da UHE em Miracema, decrescendo ao longo dos pontos 2 e 3, com aumento no ponto 4 na região do lago de Palmas.

A turbidez (sólidos em suspensão) teve leves variações ao longo dos três primeiros pontos. Porém, no ponto 4, verificou-se um aumento muito elevado da mesma, indicando a influência do ambiente lântico do lago, bem como da proximidade com a área urbana (sujeita a fatores externos como a balneabilidade e presença de construções), visto que a coleta foi realizada durante a estação seca, portanto sem possibilidade de que eventos naturais, como as chuvas, causassem o valor elevado da turbidez obtida nesse ponto. É sabido que ações antrópicas como desmatamento, despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e mineração, fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em grandes alterações no ecossistema aquático (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

Parâmetros Químicos	CONAMA 357/2005	Resultado			
		Pontos	1	2	3
Oxigênio Dissolvido (mg L-1)	>5	6,77	6,97	6,49	6,97
pH	6,0 a 9,0	7,81	7,88	8,21	8,08
Nitrogênio Total (mg L-1)	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5	1,02	1,03	0,92	1,74
	2,0 mg/L N, para 7,5 ≤ pH ≤ 8,0				
	1,0 mg/L N, para 8,0 ≤ pH ≤ 8,5				
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5				
Fósforo Total (mg L-1)	≤ 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; 0,1 mg/L em ambientes lóticos	0,15	0,14	0,11	0,20
DBO (mg L-1)	≤ 5	4,17	4,35	4,57	5,32

Tabela 2- Valores de parâmetros químicos da água avaliados em pontos de amostragem de coleta a montante e a jusante da UHE Luis Edurado Magalhes

Foi verificado que o oxigênio dissolvido não apresentou um padrão ao longo dos pontos, sendo que no ponto 2, imediatamente a jusante da UHE Lageado, e no ponto 4, no lago de Palmas, os valores obtidos foram iguais e mais elevados se comparados aos demais pontos. O oxigênio dissolvido é um parâmetro que está diretamente ligado com a capacidade que um corpo hídrico possui de se autodepurar, ou seja, voltar as condições iniciais ou próximas após uma ação impactante. Todos os pontos estando dentro deste parâmetro demonstra que este corpo hídrico apresenta uma boa capacidade de autodepuraração, bem como de manutenção do ecossistema aquático.

Quanto ao pH, o mesmo apresentou leve aumento (alcalinidade) partindo do ponto 1 e ponto 2 em direção aos ambientes lênticos do ponto 3 e do ponto 4. Alterações nos valores de pH podem intervir no efeito de substâncias químicas tóxicas aos organismos aquáticos como metais pesados, sendo portanto fator influente nos valores de referência do parâmetro nitrogênio total, por exemplo.

O valores de nitrogênio total, nos pontos 1 e 2 apresentaram-se bem similares, porém, entre o ponto 3 e 4 houve uma maior discrepância, tendo o maior valor no ponto 4 e o menor ponto 3. Isso pode ser explicado devido a maior distância de áreas urbanas, mesmo o ponto 3 estando bem próximo ao município de Lajeado, pois tendo como orientação o corpo hídrico, este ponto está localizado antes da cidade, ou seja, a contaminação causada pelo município ou pelo contato com quaisquer tipos de fertilizantes ao longo do rio influenciará mais significativamente nos pontos após o mesmo. O maior valor encontrado no ponto 4 indica um maior aporte de nutrientes no local, o que inspira cuidados quanto a possíveis fontes de contaminação pontuais ou difusas.

Quanto ao parâmetro fósforo total, verificou-se que o mesmo teve leve decréscimo do ponto 1 ao ponto 3, e posterior aumento no ponto 4. A proximidade do perímetro urbano de Palmas, de maior densidade populacional, justifica o valor encontrado desse nutriente no ponto 4, pela maior possibilidade de aporte de efluentes e fertilizantes na região, que é, portanto, a área de maior susceptibilidade a eutrofização. Cabe ressaltar que de acordo com os valores obtidos, todos os pontos estão em desconformidade com a resolução 357, com valores acima do estabelecido de acordo com os ambientes lênticos e lóticos de um corpo hídrico.

A demanda bioquímica de oxigênio apresentou aumento ao longo de todos pontos, indicando crescimento da carga orgânica do ambiente lótico ao lêntico. Todos os valores estão de acordo com o estabelecido na resolução (valores  $\leq 5 \text{ mg L}^{-1}$ ), com exceção novamente do ponto 4, na região do lago de Palmas. O que ressalta uma contribuição elevada de carga orgânica, possivelmente proveniente de efluentes domésticos no local.

Parâmetros Biológicos Pontos	CONAMA	Resultado			
		1	2	3	4

Coliformes Totais (NMP/100mL)	-	>2419,6	>2419,6	>2419,6	>2419,6
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	≤1000 em 80% das amostras durante 1 ano	7,5	1	3,1	178,2

Tabela 3- Valores de parâmetros biológicos da água avaliados em pontos de amostragem de coleta a montante e a jusante da UHE Luis Eduardo Magalhães

Foi verificado que todos os pontos de amostragem indicaram a presença de coliformes totais, apesar de tal parâmetro não estar descrito na resolução CONAMA 357, o mesmo é necessário para a realização do parâmetro Coliformes Termotolerantes.

Para coliformes termotolerantes, o menor valor encontrado foi no ponto 2 situado imediatamente a jusante da UHE, seguido do ponto 3, que está a montante da hidrelétrica, e posteriormente do ponto 1, localizado à jusante da UHE e próximo ao município de Miracema do Tocantins. O ponto 4 apresentou valor muito elevado em relação aos demais, o que ressalta ainda mais a possibilidade de contaminação por fezes de animais de sangue quente, provavelmente ocasionado por possível despejo de efluentes no local, ou nas proximidades. Todos os valores encontrados estão dentro dos limites estipulados pela CONAMA 357/2005, salvo o fato de que no presente trabalho não houve a realização de outras amostras ao longo do ano para cálculo preciso deste parâmetro conforme essa resolução.

#### 4 | CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados obtidos, foi constatado que o trecho do Rio que abrangeu os parâmetros 1 e 2, situados a jusante da usina hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães apresentaram quantidade superior de parâmetros em conformidade com a resolução CONAMA 357/2005. Isto pode ser explicado pelo fato de esses mesmos pontos estarem situados em um ambiente lótico, com menores densidades populacionais e, conseqüentemente, com menor aporte de efluentes. Nesse contexto, destaca-se ainda a importância do potencial de autodepuração do corpo hídrico, causado pela maior oxigenação da água de ambientes tipo lóticos.

Foi verificado ainda, que a região que abrange o reservatório da hidrelétrica, em especial o ponto 4, mais próximo à zona urbana de maior densidade populacional (Município de Palmas) apresentou a maior quantidade de parâmetros em desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005, ou com valores acima dos demais pontos, dentre os quais, indicadores importantes de contaminação, como DBO, fósforo total, nitrogênio total, e coliformes termotolerantes, que podem indicar ausência ou tratamento ineficaz de efluentes lançados, bem como o aporte de fertilizantes ricos em nutrientes no corpo hídrico.

Diante disso, verifica-se que a construção de hidrelétricas, e, por sua vez, de

reservatórios que transformam ambientes lóticos em lênticos podem influenciar na qualidade do corpo hídrico pela alteração de diversas características do mesmo, porém esse fator pode não ser considerado único determinante, pois o mesmo deve ser analisado em conjunto com outros fatores, como a proximidade de maiores densidades populacionais, a presença ou não de despejo de efluentes no corpo hídrico, bem como o uso e ocupação do solo.

## REFERÊNCIAS

APHA-AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th. Washington: APHA, 2005. 1100p.

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. **Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Publicado no D.O.U.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

JUNQUEIRA, Rodrigo Luz de Souza. **Impactos ambientais de pequenas centrais hidrelétricas– PCHs: uma abordagem lúdica por meio de jogo de tabuleiro**. Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Brasília, Brasília-df, 2014.

OLIVEIRA, M. A. de; OLIVEIRA, M. S. de. **Caracterização operacional da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães e o uso dos recursos hídricos do Rio Tocantins para geração de energia**. In: I Simpósio de estudos em Engenharia Elétrica do Tocantins. Palmas, p. 1 – 7, 2017.

SILVA, Ana Paula de Souza et al. Qualidade da água do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p.1063-1069, 2009.



## ABORDAGEM SOBRE A RUGOSIDADE SUPERFICIAL INTERNA DE TUBULAÇÕES UTILIZADAS EM IRRIGAÇÃO E CONDUÇÃO DE ÁGUA COM ÊNFASE NOS PARÂMETROS KURTOSIS E SKEWNESS

Data de submissão: 23/12/2019

Data de aceite: 09/03/2020

### **Bruna Dalcin Pimenta**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul  
Ibirubá, RS  
<http://lattes.cnpq.br/4356461032499240>

### **Adroaldo Dias Robaina**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, RS  
<http://lattes.cnpq.br/8629241691140049>

### **Marcia Xavier Peiter**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, RS  
<http://lattes.cnpq.br/4072803412132476>

### **José Antonio Frizzone**

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz  
Piracicaba, SP  
<http://lattes.cnpq.br/1938995897164854>

### **Moacir Eckhardt**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, RS  
<http://lattes.cnpq.br/5498073409349885>

### **Jhosefe Bruning**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, RS  
<http://lattes.cnpq.br/1313854962647500>

### **Luiz Ricardo Sobenko**

Universidade Tuiuti do Paraná

Curitiba, PR

<http://lattes.cnpq.br/4580916144614623>

### **Anderson Crestani Pereira**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, RS

<http://lattes.cnpq.br/2511502176168270>

### **Laura Dias Ferreira**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, RS

<http://lattes.cnpq.br/1644446135749417>

### **Rogério Lavanholi**

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz  
Piracicaba, SP

<http://lattes.cnpq.br/4247266803004578>

**RESUMO:** Para o dimensionamento de sistemas hidráulicos utilizados para irrigação e condução de água é necessário a quantificação da perda contínua de carga ao longo das tubulações. Para isso, uma das variáveis que influencia nesse processo é a rugosidade da superfície dessas tubulações, a qual, muitas vezes, não se tem informações atualizadas e valores exatos para que haja um correto dimensionamento dos sistemas. Uma alternativa a isso é a medição da rugosidade da superfície interna através de instrumentos especializados que determinam diversos parâmetros de amplitude das irregularidades. Esse estudo objetivou abordar os diversos parâmetros de rugosidade da superfície

interna para tubulações utilizadas na irrigação e condução de água, dando ênfase aos parâmetros kurtosis e skewness. Foram avaliados cinco diâmetros de politubos: 100 e 460mm em tubulações utilizadas para condução de água e 130, 250 e 450mm em tubulações utilizadas para irrigação. Os ensaios foram conduzidos em laboratório utilizando um rugosímetro de bancada para medição da rugosidade das amostras. Através dos dados gerados, determinou-se que existe variação nos valores de kurtosis e de skewness com a alteração do diâmetro das tubulações. Além disso, esses parâmetros podem ser avaliados através de suas representações gráficas somente.

**PALAVRAS-CHAVE:** protuberâncias, superfícies, rugosímetro.

## APPROACH ON THE INTERNAL SURFACE ROUGHNESS OF PIPES USED IN IRRIGATION AND WATER CONDUCTION WITH EMPHASIS THE KURTOSIS AND SKEWNESS PARAMETERS

**ABSTRACT:** For the design of hydraulic systems used for irrigation and water conduction it is necessary to quantify the continuous loss of load along the pipes. For this, one of the variables that influences this process is the roughness of the surface of these pipes, which, often, do not have updated information and exact values for a correct sizing of the systems. An alternative to this is the measurement of the roughness of the internal surface by means of specialized instruments that determine several parameters of amplitude of the irregularities. This study aimed to address the various surface roughness parameters for pipes used in irrigation and water conduction, emphasizing the parameters kurtosis and skewness. Five diameters of polytubes were evaluated: 100 and 460 mm in pipes used for water conduction and 130, 250 and 450 mm in pipes used for irrigation. The tests were conducted in the laboratory using a benchtop rugosimeter to measure the roughness of the samples. Through the generated data, one can determine that there is variation in the values of kurtosis and skewness with the change of the diameter of the pipes. In addition, these parameters can be evaluated through their graphical representations only.

**KEYWORDS:** bulges, surfaces, rugosimeter.

## 1 | INTRODUÇÃO

O dimensionamento das redes de distribuição de água pressupõe a verificação da perda contínua de carga das tubulações. Para isso, muitos projetistas e engenheiros utilizam equações como Hazen-Williams (1903) e Darcy-Weisbach (1857), sendo que, essa última, envolve um coeficiente de perda de carga, que pode ser determinado pela formulação de Colebrook-White (1937). Por vez, essa depende do escoamento do fluido, através do número de Reynolds, e da rugosidade da superfície interna dos tubos, que representa as protuberâncias característica do material utilizado.

Alguns instrumentos podem ser utilizados para realizar as medições da rugosidade da superfície, como os rugosímetros. Esses aparelhos são caracterizados

pela medição por contato, em que, segundo Nunes (2011), exploram uma superfície com contato direto por meio de sensores ou apalpadores e adquirem os desvios na forma do perfil. Ainda, esses aparelhos têm a capacidade de emitir relatórios do perfil graficamente e calcular diversos parâmetros, como o Ra, Rq, Rc, Rp, Rv, Rt, Rz, Ry, R3y, Rsk e Rku.

Não há, ou pouco existe, na literatura nacional e internacional, estudos que exploram esses parâmetros nos materiais que são utilizados para condução de água e irrigação, como os politubos. Além disso, não há informações sobre a relação da rugosidade da superfície interna com a variação dos diâmetros desses tubos.

Diante do exposto, esse trabalho objetivou abordar os diferentes parâmetros de rugosidade da superfície interna dando ênfase na kurtosis e na skewness, para tubulações de politubos utilizadas para irrigação e condução de água.

## 2 | PARÂMETROS DE RUGOSIDADE

A geometria da superfície real é tão complexa que um número pequeno de parâmetros pode não fornecer uma descrição completa do material analisado. Com isso, se o número desses for aumentado, uma descrição mais precisa pode ser obtida. Esta é uma das razões para a introdução de novos parâmetros para a avaliação de superfícies.

Esses parâmetros se referem a amplitude ou espaçamento das irregularidades, que são as profundidades e distâncias de vales (variações abaixo da linha média) e picos (variações acima da linha média) no perfil da superfície analisada. Geralmente, ao se obter vários parâmetros a partir do perfil medido, o cálculo apropriado é executado em cada percurso de amostragem dentro do percurso de avaliação, então é feita a média dos resultados calculados para se obter um valor final de parâmetro.

Alguns dos parâmetros determinados através dos rugosímetros de bancada serão descritos a seguir. Nota-se que esses parâmetros também podem ser identificados através de outros equipamentos de medição de superfícies.

O parâmetro da rugosidade média (Ra) é o parâmetro mais utilizado universalmente para controle de qualidade geral (Strano et al., 2013) estando presente em praticamente todos os aparelhos de medição da rugosidade de superfícies. Ele é definido, segundo Gadelmawla et al. (2002), como a média absoluta das irregularidades da rugosidade da linha média ao longo de um comprimento de amostragem, como mostrado na Figura 1.

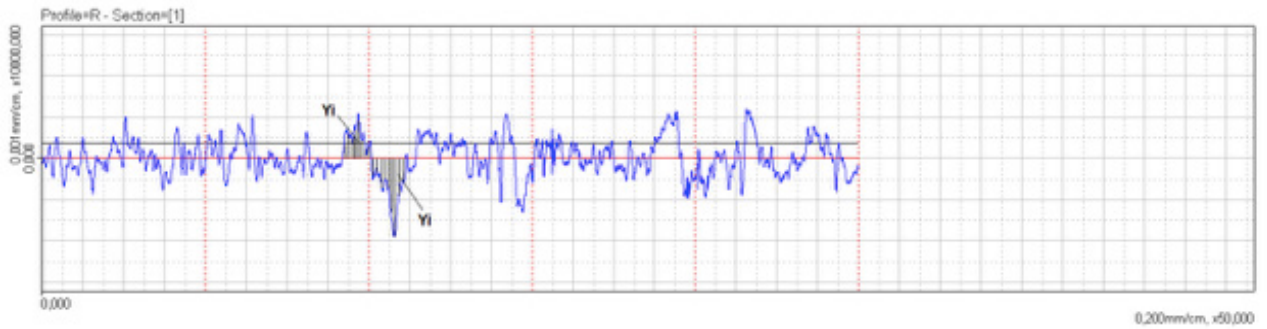


Figura 1 - Parâmetro Ra de uma superfície

Esse parâmetro é fácil de definir e medir, fornecendo uma boa descrição geral das variações de altura, mas não fornece informações sobre o comprimento de onda e, de acordo com Farshad et al. (2001), não é sensível a pequenas alterações no perfil.

A raiz quadrada do somatório de desvios ao quadrado ( $R_q$ ), também chamado de desvio médio quadrático da raiz do perfil, representa o desvio padrão da distribuição das alturas de superfície (Townsend et al., 2016), por isso é um parâmetro importante para descrever a rugosidade superficial por métodos estatísticos (Gadelmawla et al., 2002).

De acordo com Turner e Gold (2015), é o segundo parâmetro mais utilizado para análise de rugosidade das superfícies. Comparado com o Ra, o parâmetro  $R_q$  (Figura 2) tem o efeito de superestimar os altos valores da rugosidade. Além disso, apresenta como vantagem maior evidência dos picos e vales, pois eleva ao quadrado o erro. Mas, assim como o Ra, ele não define a forma das irregularidades.

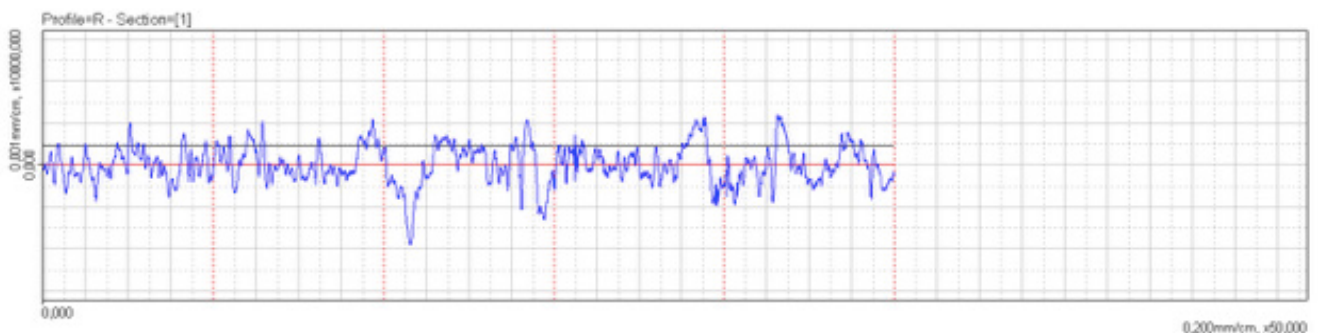


Figura 2 - Parâmetro  $R_q$  de uma superfície

O parâmetro  $R_p$  é definido, de acordo com Gadelmawla et al. (2002), como a altura máxima de picos do perfil acima da linha média dentro do comprimento de avaliação, sendo representado na Figura 3. Ele é determinado através da média aritmética de todos os percursos de amostragem.

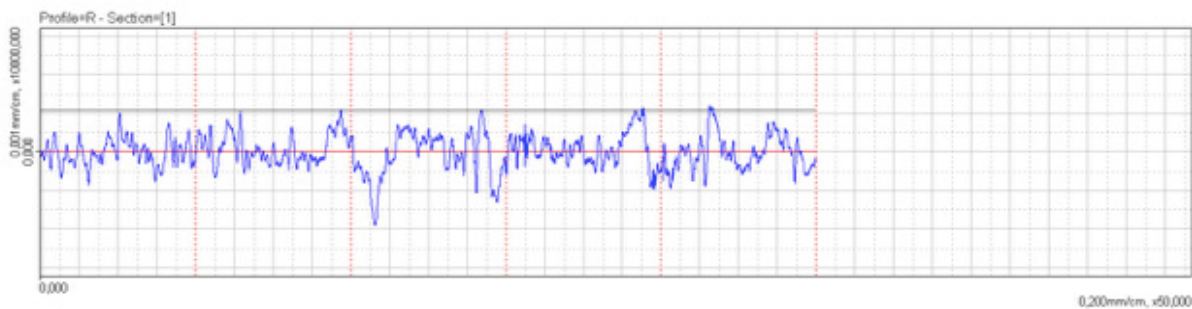


Figura 3 - Parâmetro Rp de uma superfície

Rv é definido como a profundidade máxima do perfil abaixo da linha média dentro do comprimento de avaliação, ou seja, profundidade máxima dos vales, conforme mostrado na Figura 4. Ele é determinado através da média aritmética de todos os percursos de amostragem.

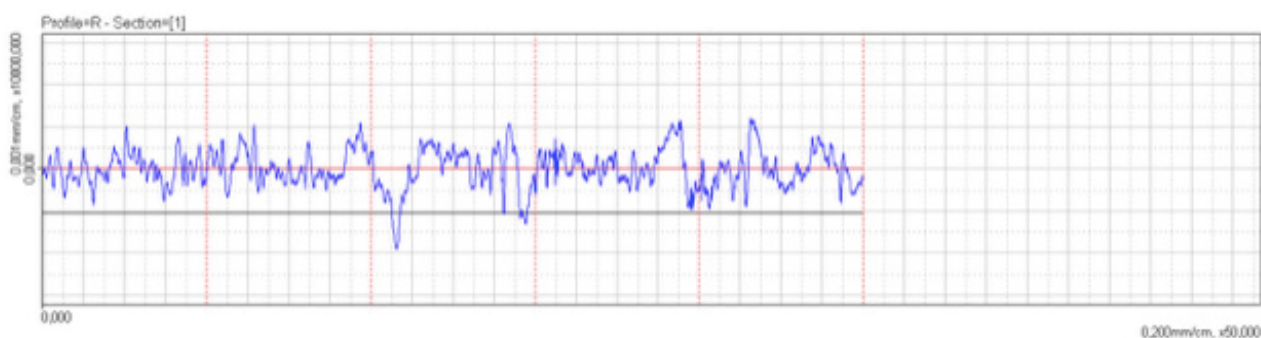


Figura 4 - Parâmetro Rv de uma superfície

O parâmetro Rt ou também chamado de R<sub>máx</sub>, representa a altura total do perfil, e é definido como a soma das máximas alturas de picos com as máximas profundidades de vales no percurso de avaliação (Figura 5). Segundo Gadelmawla et al. (2002), este parâmetro é muito sensível aos altos picos ou vales profundos.

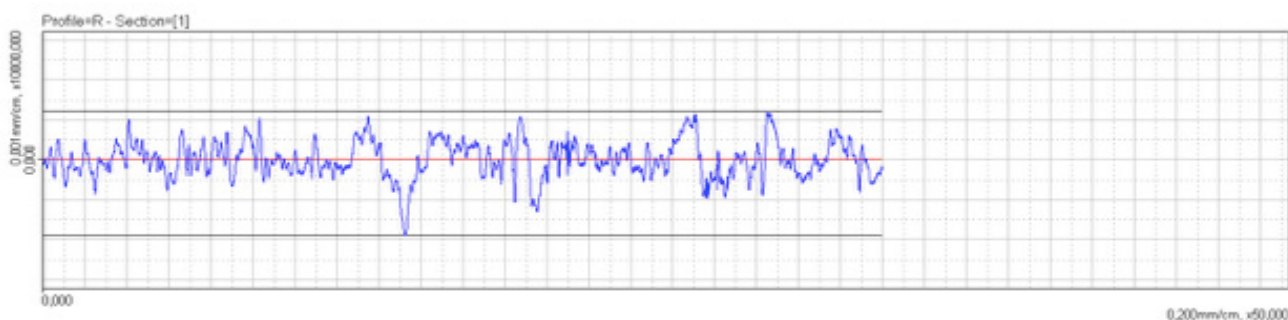


Figura 5 - Parâmetro Rt de uma superfície

Outro parâmetro utilizado é o Ry, que é definido como a altura máxima de picos e vales dentro do percurso de amostragem (Figura 6). Uma das desvantagens desse

parâmetro é que ele não informa sobre a forma da superfície, ou seja, diversas formas diferentes de rugosidade podem ter o mesmo valor de  $R_y$ .

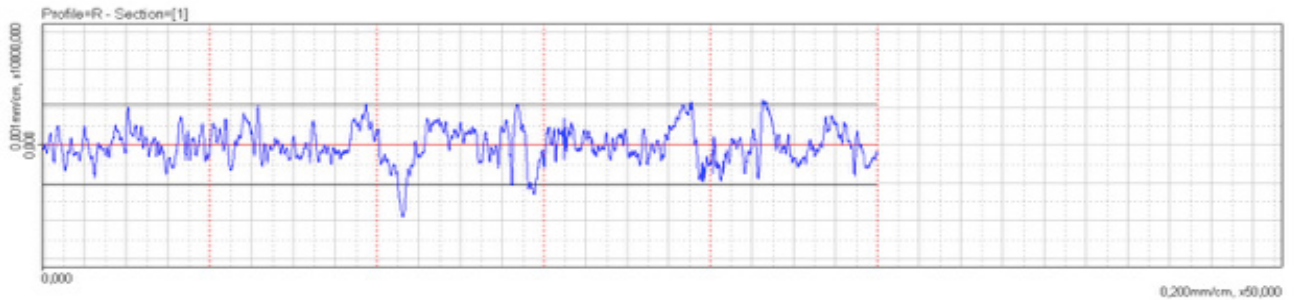


Figura 6 - Parâmetro  $R_y$  de uma superfície

Outro parâmetro bastante utilizado é o  $R_c$ , que diz respeito à amplitude média das alturas das irregularidades do perfil, sendo representado pela média dos valores em cada percurso de amostragem (Figura 7).

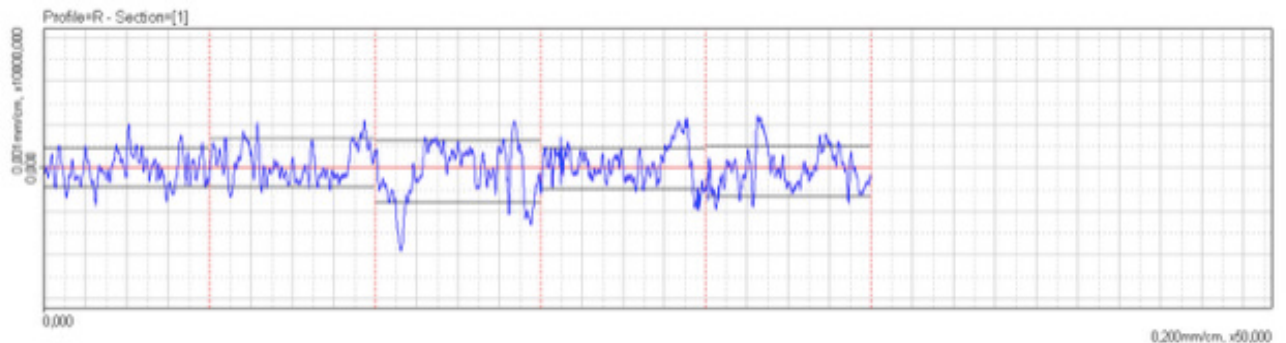


Figura 7 - Parâmetro  $R_c$  de uma superfície

Os parâmetros  $R_y$  e  $R_c$  são essencialmente mais sensíveis à detecção de maiores amplitudes das protrusões da parede interna do tubo (Farshad et al., 2001), enquanto os parâmetros  $R_a$  e  $R_q$  constituem, por definição, uma representação estatística dos pontos medidos na superfície avaliada (Gadelmawla et al., 2002).

Além dos definidos nos parágrafos anteriores, destacam-se outros parâmetros estatísticos, como a skewness ( $R_{sk}$ ) e a kurtosis ( $R_{ku}$ ), os quais, segundo Das e Linke (2017), são utilizados para avaliar a estrutura da superfície, defeitos superficiais e condições de desgaste. O parâmetro  $R_{sk}$  mede a simetria do perfil em relação a linha média. Ele indica se as irregularidades da superfície obtida na fabricação são em maioria picos ou vales.

$R_{sk}$  é um parâmetro adimensional e é diretamente dependente dos valores do desvio médio  $R_q$  e dos desvios do perfil ( $Y_i$ ). Pode-se dizer que os valores de  $R_{sk}$ , aproximadamente iguais a zero, indicam uma superfície com picos e vales distribuídos semelhantemente ao longo do comprimento de avaliação. O valor da assimetria depende se a maior parte do material da amostra está acima (inclinação positiva) ou abaixo (inclinação negativa) da linha média (Gathimba et al., 2019).

Quando o Rsk for positivo indicará que o perfil em análise representa uma superfície com picos altos associados a região de baixos vales ou aplainada. Em termos de amplitudes, isso quer dizer que os valores de amplitude de picos serão muito maiores do que os valores de amplitude de vales. Por outro lado, valores negativos indicam a presença de maiores amplitudes de vales em relação aos picos (Nunes, 2011).

Cabe ressaltar que esse tipo de parâmetro é extremamente influenciado por picos ou vales isolados. Esse fato pode ser percebido diretamente nos valores deste parâmetro, ou graficamente. Apesar da sua característica de parâmetro de forma, o Rsk necessita ser associado a outros parâmetros para uma adequada caracterização do perfil de medição. Segundo Gadelmawla et al. (2002), o parâmetro skewness pode ser usado para diferenciar superfícies que possuem formas diferentes e o mesmo valor de Ra.

A kurtosis ou também chamada de coeficiente de curtose, é uma medida da aspereza da superfície, em que mede o achatamento ou a convexidade do perfil da superfície em análise. Se a distribuição da amplitude de um perfil tiver uma forma gaussiana balanceada, o valor de Rku será próximo de 3. Uma superfície acidentada e áspera terá Rku menor que 3, enquanto que, segundo Gathimba et al. (2019), superfícies com muitos picos, ou seja, muito rugosas, o valor será maior que 3. Uma superfície retificada, por exemplo, com um rebolo afiado, teria Rku igual a 3 (Nunes, 2011).

Percebe-se a mesma dependência deste parâmetro aos valores de desvio médio Rq e dos desvios do perfil, além de semelhante caráter adimensional em relação aos parâmetros skewness. A única diferença entre estes dois tipos de parâmetros de forma, até então, refere-se ao grau de potência dos respectivos constituintes (Rq e Yi). De acordo com Nunes (2011), o valor de Rku necessariamente será positivo e destacará ainda mais a influência da amplitude dos picos e vales, quando comparado ao skewness.

### 3 | METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaio de Material de Irrigação (LEMI), vinculado ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Engenharia de Irrigação (INCT-EI) e localizado no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba/SP.

Utilizou-se o rugosímetro de bancada, o qual é específico para medição da rugosidade com precisão micro geométrica, e é conectado a uma unidade computadorizada com software específico (Surftest SV-600/Mitutoyo®), gerando relatórios e gráficos de diversos parâmetros de rugosidade, como o Ra, Rq, Rc, Rp, Rv, Rt, Rz, Ry, R3y, Rsk e Rku.

O equipamento é composto basicamente por uma ponta apalpadora de diamante, cujo raio da seção transversal e ângulo de ponta são de 2,0  $\mu\text{m}$  e 60°, respectivamente, o que está de acordo com as indicações da ABNT ISO 3274 (2008). O rugosímetro de bancada foi configurado para se deslocar a velocidade constante de 0,1  $\text{mm s}^{-1}$  sobre a superfície interna do tubo, com cinco valores de “cut-off” ( $\lambda=2,5 \text{ mm}$ ) resultando em 15 mm para o percurso de avaliação (já que o dispositivo desconsidere  $1/2\lambda$  no início e no final da amostragem para a estabilidade da leitura) e 9600 pontos amostrados na superfície para traçar o perfil medido.

Convencionalmente, o parâmetro Ra, Rz e Rt são amplamente utilizados nas indústrias para avaliar as características metrológicas de superfícies (Terry e Brown 1997), no entanto, eles só se referem à variação de amplitude ou características extremas de superfícies, não avaliando a forma do perfil (Asiltürk et al., 2016). Portanto, de acordo com Raymond et al. (2016), outros parâmetros como Rku e Rsk podem ser mais úteis para uma análise detalhada de superfícies. Devido a isso, nesse estudo será explorado somente os parâmetros Rku e Rsk.

O material utilizado nessa pesquisa foi o politubo, que são tubos de polietileno de coloração branca utilizados para condução de água e para irrigação por inundação, principalmente para a cultura do arroz irrigado e da soja em várzea. A avaliação desse material se justifica pela inexistência, na literatura brasileira e internacional, de valores de rugosidade superficial interna e sua variação com o diâmetro do mesmo.

Para as análises da rugosidade superficial interna, foram analisados 5 diâmetros de politubos: 100 e 460mm para tubulações utilizadas em condução de água e 130, 250 e 450mm para tubulação utilizadas em irrigação. Os mesmos foram recortados em formato quadrangular, com 49 $\text{cm}^2$ , extraíndo, assim, o corpo de prova. Foram realizadas 4 medições de rugosidade em cada corpo de prova, uma em cada extremidade do mesmo.

## 4 | RESULTADOS

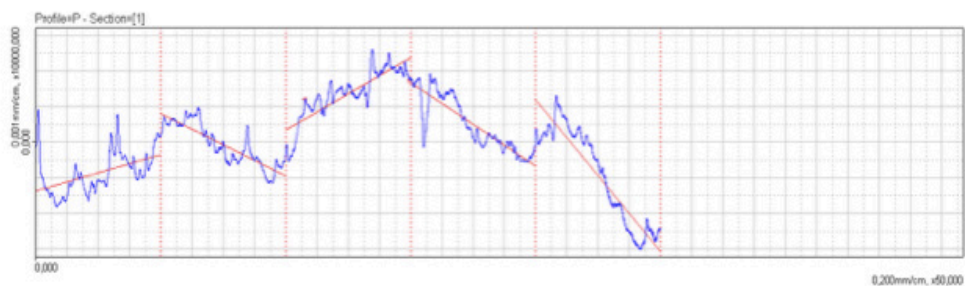
O Quadro 1 apresenta os valores dos parâmetros kurtosis (Rku) e skewness (Rsk) medidos através do rugosímetro de bancada nos cinco diâmetros de politubos.

Diâmetro (mm)	Rku ( $\mu\text{m}$ )	Rsk ( $\mu\text{m}$ )
100	4,274	-0,007
130	3,553	0,423
250	3,858	0,739
450	5,926	1,047
460	3,004	0,089
Média	4,123	0,458
Desvio Padrão	1,109	0,441

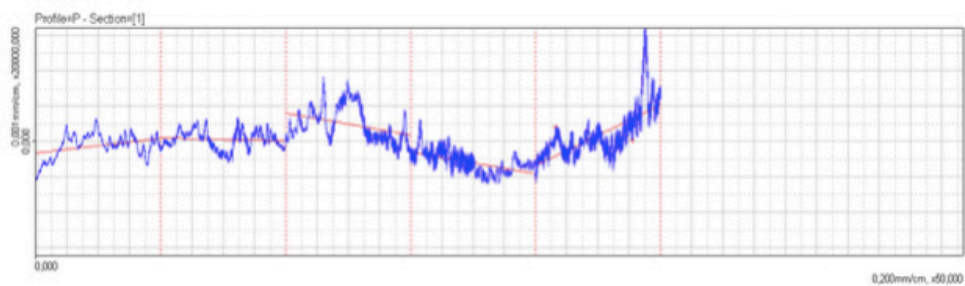
Quadro 1 – Valores de kurtosis (Rku) e skewness (Rsk) para os cinco diâmetros de politubos



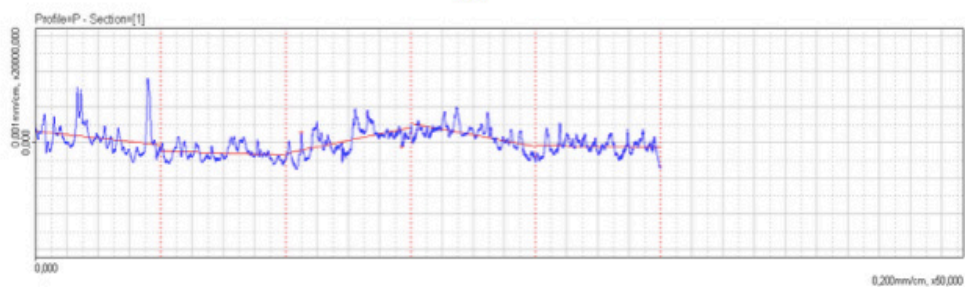
A Figura 12 apresenta graficamente os parâmetros Rku e Rsk nos 5 diâmetros avaliados para as tubulações de politubos. Nota-se que o gráfico para ambos os parâmetros é o mesmo, o que varia são seus valores somente.



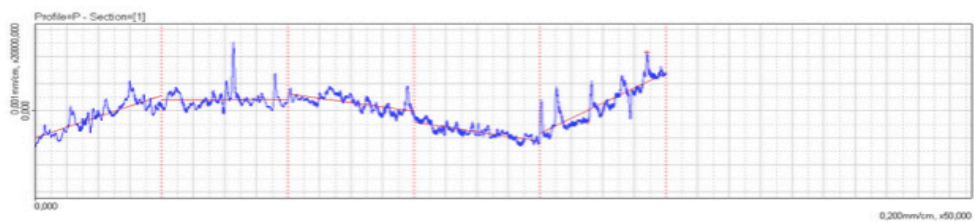
(a)



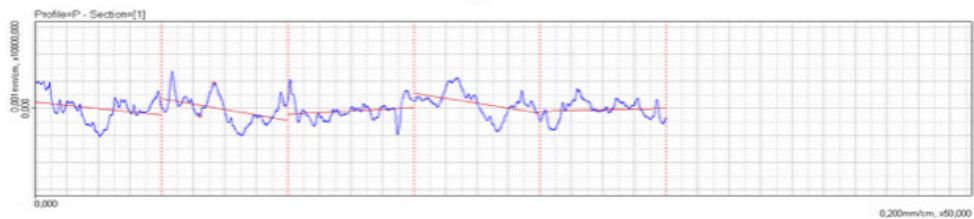
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 12 – Parâmetros kurtosis (Rku) e skewness (Rsk) representados graficamente para os diâmetros a) 100mm, b) 130mm, c) 250mm, d) 450mm e e) 460mm para tubulações de politubos

Diante do Quadro 1 e da Figura 12 pode-se influir que para o diâmetro de 100mm o parâmetro Rsk apresentou valor negativo, ou seja, indicam presença de maiores amplitudes de vales em relação aos picos. Já o Rku apresentou valor acima de 3, demonstrando elevada rugosidade. Para ambos os parâmetros os valores medidos são coerentes com a representação gráfica, apresentando oscilações ao longo do perfil medido.

No diâmetro de 130mm o Rsk apresentou valor positivo, demonstrando que o perfil em análise representa uma superfície com picos altos associados a região de baixos vales. O Rku exibiu valor um pouco acima de 3, demonstrando que a superfície é acidentada e áspera. A coerência entre os parâmetros está de acordo com a representação gráfica da superfície medida.

Semelhante a isso, o diâmetro de 250mm apresenta valores positivos para Rsk e valores mais elevados para Rku. Mesmo assim, há coerência desses parâmetros com sua representação gráfica.

Já para o diâmetro de 450mm o Rsk apresentou uma região em evidência de altos picos, representado pelo seu valor acima de 1,00. Para o Rku o valor encontrado foi bem acima de 3, confirmando uma região de altos picos, ou seja, a superfície medida é rugosa. Isso fica evidente na sua representação gráfica.

No diâmetro de 460mm o Rsk indica uma superfície com picos e vales distribuídos semelhantemente ao longo do comprimento de avaliação, ficando evidente pelo seu valor se aproximar de zero. Esse fato se assemelha para o Rku o qual apresentou valor de 3,00, evidenciando uma superfície pouco acidentada e pouco rugosa. Diante da representação gráfica, pode-se influir que há uma distribuição equilibrada entre picos e vales, corroborando os valores encontrados para ambos os parâmetros analisados.

Diante do exposto, pode-se influir que há variação da rugosidade superficial interna das tubulações de politubos com a mudança de diâmetro das mesmas, evidenciando que o uso de somente um valor fixo de rugosidade para qualquer diâmetro pode estimar os cálculos de perda de carga, afetando, assim, o dimensionamento dos sistemas de irrigação e condução de água.

Pode-se determinar, além disso, que os parâmetros kurtosis e skewness podem ser utilizados para determinar a rugosidade e o comportamento da superfície interna das tubulações de politubos, podendo, inclusive, serem avaliados somente através de suas representações gráficas.

## 5 | CONCLUSÃO

Os parâmetros de rugosidade kurtosis e skewness variam de acordo com os diâmetros analisados, evidenciando que a escolha de um valor fixo de rugosidade pode estimar os cálculos de perda de carga em sistemas de irrigação e condução de água.

Ademais, esses parâmetros apresentam elevada coerência com suas representações gráficas, podendo, dessa forma, serem avaliados apenas visualmente.

## REFERÊNCIAS

ASILTÜRK, I.; NEŞELI, S.; INCE, M. A. **Optimization of parameters affecting surface roughness of Co28Cr6Mo medical material during CNC lathe machining by using the Taguchi and RSM methods**. Measurement, v. 78, p. 120-128, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR ISO 3274. **Especificações geométricas do produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Características nominais de instrumentos por contato (pontas de apalpação)**. Rio de Janeiro, 13p, 2008.

DAS, J.; LINKE, B. **Evaluation and systematic selection of significant multi-scale surface roughness parameters (SRPs) as process monitoring index**. Journal of Materials Processing Technology, v. 244, p. 157-165, 2017.

FARSHAD, F.; RIEKE, H.; GARBER, J. **New developments in surface roughness measurements, characterization, and modeling fluid flow in pipe**. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 29, n. 2, p. 139-150, 2001.

GADELMAWLA, E. S.; KOURA, M. M.; MAKSOUD, T. M. A.; ELEWA, I. M.; SOLIMAN, H. H. **Roughness parameters**. Journal of materials processing technology, v. 123, n. 1, p. 133-145, 2002.

GATHIMBA, N.; KITANE, Y.; YOSHIDA, T.; ITOH, Y. **Surface roughness characteristics of corroded steel pipe piles exposed to marine environment**. Construction and Building Materials, v. 203, p. 267-281, 2019.

NUNES, L. T. **Análise estatística da influência dos parâmetros de corte na rugosidade no torneamento do aço microligado DIN 38MnSiVS5**, 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

RAYMOND, N.; HILL, S.; SOSHI, M. **Characterization of surface polishing with spindle mounted abrasive disk-type filament tool for manufacturing of machine tool sliding guideways**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 86, n. 5-8, p. 2069-2082, 2016.

STRANO, G.; HAO, L.; EVERSON, R. M.; EVANS, K. E. **Surface roughness analysis, modelling and prediction in selective laser melting**. Journal of Materials Processing Technology, v. 213, n. 4, p. 589-597, 2013.

TERRY, A. J.; BROWN, C. A. **A comparison of topographic characterization parameters in grinding**. CIRP Annals, v. 46, n. 1, p. 497-500, 1997.

TOWSEND, A.; SENIN, N.; BLUNT, L.; LEACH, R. K.; TAYLOR, J. S. **Surface texture metrology for metal additive manufacturing: a review**. Precision Engineering, v. 46, p. 34-47, 2016.

TURNER, B. N.; GOLD, S. A. (2015). **A review of melt extrusion additive manufacturing processes: II. Materials, dimensional accuracy, and surface roughness**. Rapid Prototyping Journal, 21(3), pp. 250-261.

## DETECÇÃO REMOTA DE FLORESTA E FRAGMENTOS FLORESTAIS ATRAVÉS DE IMAGENS SENTINEL 1A EM TRACUATEUA – PA

Data de submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 09/03/2020

### Deyverson Mesquita Freitas

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Capanema - Pará

<http://lattes.cnpq.br/2042768698660448>

### André Luis Nascimento de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Capanema – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1959805128651660>

### Robert Luan Borges Negrão

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Capanema – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9063111088190117>

### Neuma Teixeira dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Capanema – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1880578794491069>

**RESUMO:** É fatídica a relevância do sensoriamento remoto e de outras ferramentas das geotecnologias passíveis de aplicação nos estudos ambientais diretamente relacionados com o monitoramento e fiscalização do uso dos recursos florestais. Trabalhar a detecção remota por meio de imagens *Synthetic Aperture Radar* (SAR) apresenta determinadas vantagens para a região amazônica devido à pouca influência

que o clima com altos índices de precipitação característicos dessa região oferece à funcionalidade da tecnologia dos radares. Este trabalho almeja detectar a ocorrência da cobertura florestal no município de Tracuateua no nordeste do Pará. A imagem utilizada é do nível 1 de processamento, *Ground Range Detected* (GRD) e feita a partir do imageamento *Interferometric Wide Swath* (IW). O produto do processamento apresenta resolução espacial de 10x10 metros e a polarização usada para o desenvolvimento do trabalho foi VV. O resultado do trabalho apresentou cerca de 24971,24 hectares como a área florestal e fragmentos florestais do município, o que representou cerca de 26,55 % da área municipal. Ressalta-se que este trabalho foi apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental, e para essa nova publicação foram realizadas considerações adicionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia; Sensoriamento remoto; SAR.

### REMOTE DETECTION FOREST AND FOREST FRAGMENTS THROUGH SENTINEL 1A IMAGENS IN TRACUATEUA - PA

**ABSTRACT:** The relevance of remote sensing and other geotechnology tools that can be applied to environmental studies directly related to the monitoring and enforcement of forest

resource use is fatal. Working with remote sensing using Synthetic Aperture Radar (SAR) images has certain advantages for the Amazon region due to the little influence that the climate with high precipitation rates characteristic of this region offers to the functionality of radar technology. This work aims to detect the occurrence of forest cover in the municipality of Tracuateua in northeastern Pará. The image used is level 1 processing, Ground Range Detected (GRD) and made from Interferometric Wide Swath (IW) imaging. The processing product has a spatial resolution of 10x10 meters and the polarization used for the development of the work was VV. The result of the work presented about 24971.24 hectares as the forest area and forest fragments of the municipality, which represented about 26.55% of the municipal area. It is noteworthy that this work was presented at the XVI National Meeting of Environmental Engineering Students, and for this new publication, additional considerations were made.

**KEYWORDS:** Amazon, Remote sensing, SAR.

## 1 | INTRODUÇÃO

A infraestrutura amazônica apresenta grandes dificuldades aos órgãos encarregadas pela fiscalização ambiental (TANCREDI, SANTOS E COHENCA, 2009). Acerca disso, eles salientam que para melhor compreensão do ambiente e das atividades exercidas no mesmo, estas entidades responsáveis necessitam agir de maneira conjunta e otimizada intensificando a utilização das informações geográficas disponíveis da região. Segundo Vettorazzi (1996), o monitoramento florestal por meio das técnicas de geoprocessamento oferece condições vantajosas para tal tarefa, tendo em vista que tais permitem análises completas sobre o ambiente. Para ele, o crescimento do uso das geotecnologias como o sensoriamento remoto para este fim se dá em razão da pressão social sobre os impactos gerados a partir da exploração florestal.

De acordo com Nunes, *Drescher e Tyszka* (2011) o sensoriamento remoto a partir de produtos de sensores *Synthetic Aperture Radar* (SAR) é bastante indicado para caracterizar e dimensionar áreas florestais. Os autores afirmam que a utilização deste tipo de imagem descreve melhor os aspectos biofísicos do que outras características da vegetação. Dutra et al. (2003) imagens de radar não sofrem influências das condições atmosféricas. Este fato proporciona um monitoramento constante em regiões tropicais, onde muitas vezes sensores ópticos apresentam certa ineficiência no imageamento na maior parte do ano. Para Gamba (2009), a utilização de tecnologias de RADAR facilitou o monitoramento florestal e modelou a forma como é feito no ambiente amazônico.

A fragmentação florestal é uma tendência histórica à qual o bioma Amazônico se expõe principalmente em razão das antigas políticas para intensificação da ocupação e as novas políticas de expansão de rodovias (SOARES-FILHO, 2005). De acordo com Laurance e Vasconcelos (2009) a fragmentação florestal amazônica tem consequências que implicam em alterações no próprio funcionamento do ecossistema

em si, modificando as dinâmicas tróficas e entre populações residentes.

Em vistas para a importâncias e necessidade do monitoramento florestal da Amazônia e as vantagens que as imagens de RADAR apresentam neste processo, este trabalho visa detectar remotamente com o uso dos produtos SAR Sentinel-1A a área de floresta e fragmentos florestais do município de Tracuateua.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 AREA DE ESTUDO

Localizado na mesorregião do nordeste paraense compondo a microrregião bragantina, as coordenadas do município de Tracuateua se dão por latitude S01°05'26" e longitude W46°54'34" a leste de Greenwich. Se encontra a 188 Km de Belém, capital do estado do Pará, possuindo uma extensão aproximada de 936,1 Km<sup>2</sup> conferindo a cidade a densidade demográfica de 31,12 hab/Km<sup>2</sup> (FAPESPA, 2016).

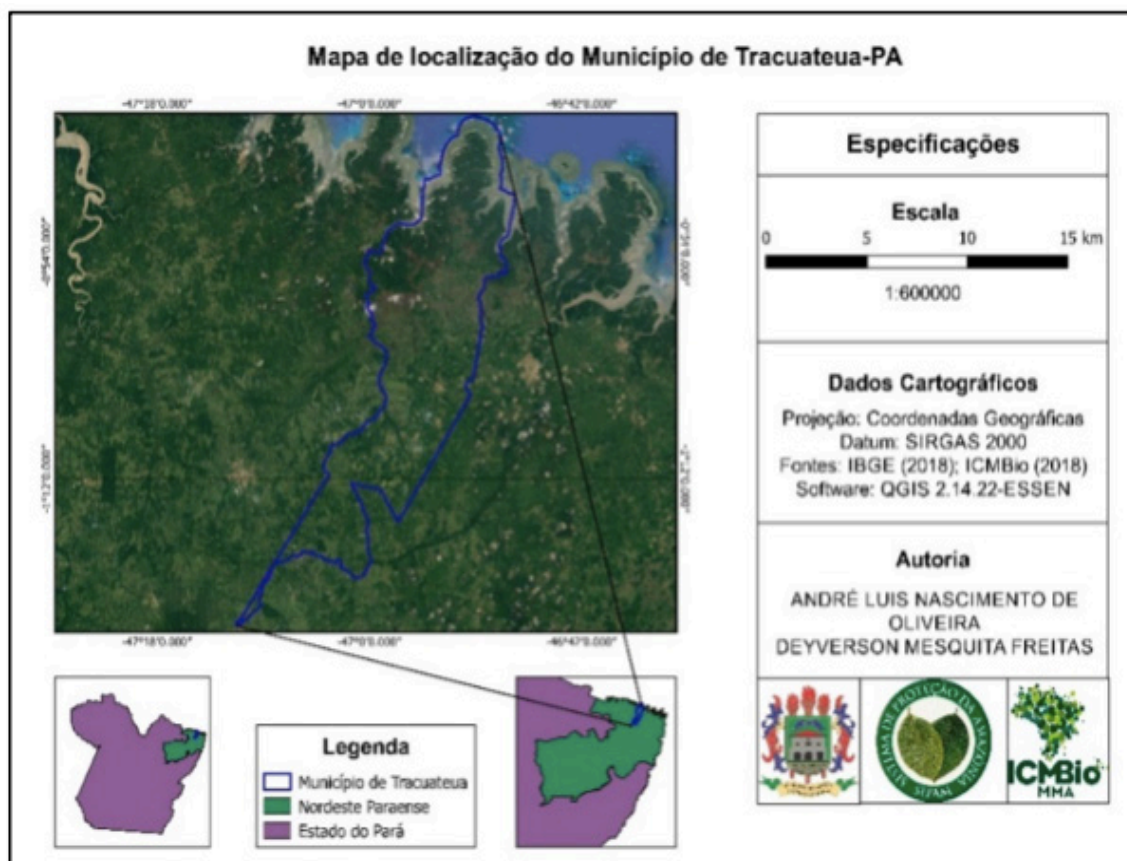


Figura 01: Mapa de localização do município de Tracuateua – PA

Fonte: Oliveira; Freitas, 2019.

### 2.2 DESCRIÇÃO DA IMAGEM

Utilizou-se a imagem SAR Sentinel-1A datada do dia 11 de abril de 2017 que possui nível 1 de processamento, sendo nomeado *Ground Range Detected* (GRD) e imageamento *Interferometric Wide Swath* (IW). Imagens obtidas a partir deste nível de

processamento possuem uma resolução espacial com pixels de 10 x 10 m. Buscando uma melhor representação da área de estudo prevaleceu a polarização VV, em vista do melhor destaque das áreas de florestas e fragmentos florestais em relação aos outros corpos presentes na superfície.

## 2.3 PROCESSAMENTO

Para realização das análises foram necessários os softwares livres SNAP 6.0 e o QGIS 2.14.11-ESSEN, tais quais possuem ferramentas que atendem à demanda dos procedimentos para assim atingir o objetivo deste trabalho. De início foi realizada a calibração radiométrica que gerou uma banda nomeada *sigma 0*; em vista da presença de ruído, comprometendo a identificação e diferenciação entre os alvos da superfície, foi aplicado o filtro de ruído de speckle com 5x5 uniformizando os alvos e agrupamento da intensidade de pixels. Vale ressaltar, que todos os procedimentos são realizados em uma imagem não ortorretificada, sendo assim, com base de dados SRTM de 1sec HGT, foi realizado a ortorretificação e o georreferenciamento dela.

Para finalizar a detecção faz-se a conversão dos valores dos pixels de lineares para decibel (dB), além de uma análise de comparação com a composição RGB para definição dos pixels representativos, tais se encontraram no intervalo de -3.9 a -8.0, que foram utilizados no método de determinação *if* e *else*, na matemática de bandas presentes no software SNAP. A *raster* resultante foi transferida para o programa QGIS 2.14.11 ESSEN, onde foi realizada a conversão de camada matricial para camada vetorial, para a quantificação a área de representação de floresta e fragmentos de florestas.

Como forma de melhor demonstrar os passos para o desenvolvimento da metodologia utilizada, trabalhou-se na elaboração de um fluxograma que resume os passos utilizados que segue primeiramente da aquisição da imagem de polarização VV, de 11 de abril de 2017; tendo como sequência a calibração radiométrica; após esse passo foi necessário passar pelo filtro de ruídos de modo a auxiliar na diferenciação e identificação; a sequência dos passos foi a ortorretificação; logo após, foi realizada a conversão dos pixels para decibel para que fosse realizada a identificação das áreas utilizando o comando *if* e *else*; e por fim foi realizado a construção do produto cartográfico.

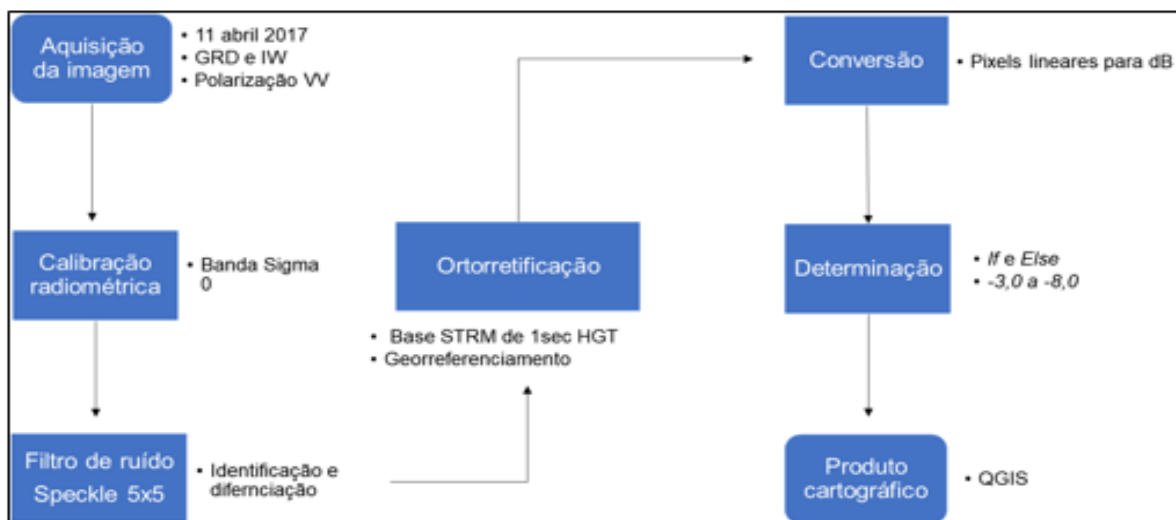


Figura 02: Fluxograma resumo da metodologia desenvolvida

Fonte: Autores do trabalho

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os procedimentos de processamento e identificação das áreas de floresta e fragmentos florestais do trabalho identificaram 22.617 feições de dispostas na área do município de Tracuateua-PA (figura 3).

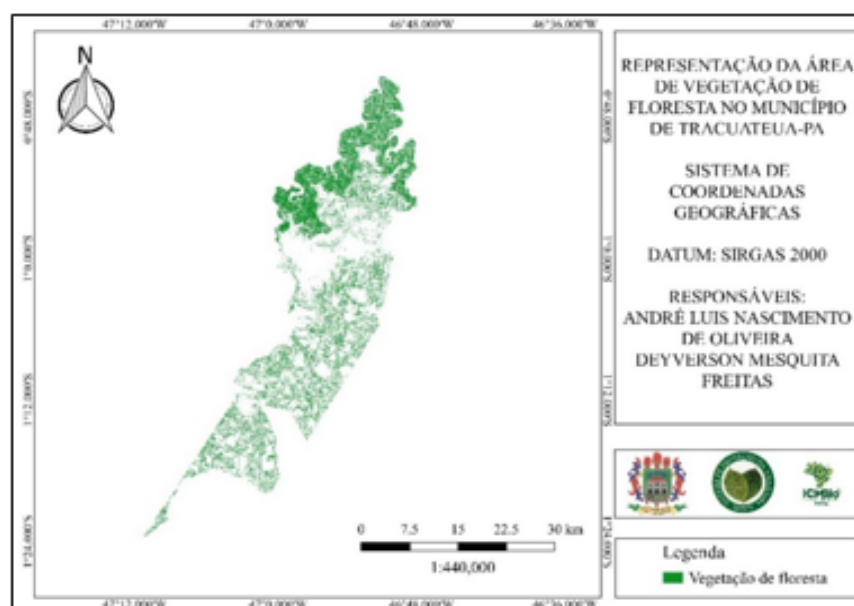


Figura 03: Representação da área de vegetação de floresta.

Fonte: Oliveira; Freitas, 2019.

O quantitativo de feições representa aproximadamente uma área total de 24.971,64 hectares, em que ela se comparado a extensão dos limites geográficos do município se traduz em cerca de 26,55% de área de floresta e fragmento de floresta,



de um total de 94.072,36 hectares da extensão municipal de Tracuateua (FAPESPA, 2016).

Destaca-se muitos habitats contínuos foram transformados em espaços com aparência de mosaicos, composto por áreas isoladas de habitats remanescentes (OLIVEIRA et al, 2015). De acordo com Nascimento e Laurance (2006), as mudanças ecológicas que são resultantes do isolamento são diretamente proporcionais a área do fragmento.

As atividades que contribuem para degradação acelerada e aumento da fragilidade dos remanescentes florestais são as pressões imobiliárias e agropecuárias, práticas de manejo como queimadas, erosão, retirada de áreas florestais (SOUZA et al., 2013). Dessa forma há a necessidade de se trabalhar na manutenção desses fragmentos, pois de acordo com Dario (2008) os fragmentos florestais são centros importantes de colonização de espécies florestais, e podem reestabelecer de condições ambientais que auxiliem na conservação de espécies animais.

#### **4 | CONCLUSÃO**

Dessa forma conclui-se que os métodos utilizados foram satisfatórios na obtenção do resultado, atendendo ao objetivo do trabalho, além de gerar a quantificação da área de floresta e de fragmentos florestais do município.

Observa-se que apenas cerca de 26,55% da área total do município foi identificada como áreas de floretas e fragmentos florestais, dessa forma há a necessidade de se trabalhar em conjunto das comunidades de modo a conservar, e auxiliar na regeneração dessas áreas. Pode-se considerar este um ponto de partida para a busca de melhores formas de realização dos manejos e do desenvolvimento das atividades locais considerando a visão do comunitário, assim como fundamentar a busca por atividades com as temáticas baseadas na educação ambiental.

Finalizando o estudo preliminar da área, obteve-se dados que são acessórios na compreensão de como se comporta a distribuição do município. Essas informações são extrema relevância no auxílio nas atividades de órgãos como secretaria de meio ambiente, secretaria de planejamento, órgãos de fiscalização, no desenvolvimento de suas respectivas atividades. Por fim, contribuir na produção de dados e na construção de conhecimento para o desenvolvimento nas pesquisas acadêmica nessa área de estudo.

#### **5 | AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Instituto Chico Mendes de Conservação da

Biodiversidade (ICMBio) e ao Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (Censipam), que por meio da parceria com o Grupo de Estudos e Pesquisas do Laboratório de Geotecnologias, Educação Financeira e Ambiental (LABGEFA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) cederam apoio técnico-científico durante a elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

DUTRA, L. V. *et al.* **Processamento de imagens de radar de abertura sintética - princípios e aplicações.** In: IV WORKSHOP EM TRATAMENTO DE IMAGENS, 2003, Belo Horizonte. **Anais.** Belo Horizonte: NPDI/DCC/ICEX/UFMG, 2003. v. CDROM. p. 4-13.

GAMBA, C. T. C. **Contribuição ao estudo da vegetação da porção leste da ilha do Marajó.** 2009. 73 f. Tese (Doutorado em geografia física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA). **Estatística municipais Paraenses: Tracuateua.** Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. Belém. 2016. p. 59.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. **Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia.** *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, p. 434-451, 2009.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. **Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento.** *Acta Amazônica*, v. 36, n. 2, p. 183-192, 2006.

NUNES, G. M.; DRESCHER, R.; TYSZKA, D. **Sensoriamento remoto na análise e caracterização de recursos florestais em ecossistemas tropicais.** *Multitemas (UCDB)*, v. 39, p. 81-109, 2011.

OLIVEIRA, E. K.B.; NAGY, A. C. G.; BARROS, Q. S.; MARTINS, B. C.; MURTA JUNIOR, L. S. **Composição florística e fitossociológica de fragmento florestal no sudoeste da Amazônia.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 21, p.2126-2146, 2015.

SOARES-FILHO, B. S. *et al.* **Cenários de desmatamento para Amazônia.** *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n.54, p. 138-152, 2005.

SOUZA, S. M.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; GOLÇALVEZ, W.; MENDONÇA, A. R. **Análise dos fragmentos florestais urbanos da cidade de Vitória – ES.** *REVSBAU*, v. 8, n. 1, p.112-124, 2013.

TANCREDI, N. S. H.; SANTOS, P. M. C.; COHENCA, D. **Esforço do laboratório de geoprocessamento da Gerência Executiva do IBAMA em Santarém para o monitoramento da região oeste do Pará.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal - RN. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** 2009. INPE. 2009. p. 4481-4488.

VETTORAZZI, C. A. **Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas.** Série Técnica. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, v. 10, n.29, p. 45-51, 1996.

## RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: COMPARAÇÃO ENTRE OS VERÕES 2017/18 E 2018/19

Data de aceite: 09/03/2020

### **Alexander de Araújo Lima**

Mestrando em Novas Tecnologias Digitais na Educação, Centro Universitário Unicarioca; Professor de Graduação, Centro Universitário Celso Lisboa, Aux. Técnico de Defesa Civil, Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, araujo.dcrj@gmail.com  
Rio de Janeiro - RJ

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2429551137349395>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6998-1324>

### **Orlando Sodr e Gomes**

Engenheiro Civil, M.Sc., Professor de Gradua o, Centro Universitário Celso Lisboa, Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, gomessalinas@gmail.com  
Rio de Janeiro - RJ

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5197006270528336>

### **Marcelo Abranches Abelheira**

Engenheiro Civil, Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, marceloabelheira@gmail.com  
Rio de Janeiro - RJ

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7628303227986201>

### **Felipe Cerbella Mandarinio**

Geógrafo - Coordenado de Informa es da Cidade - Instituto Pereira Passos, felipe.mandarino@rio.rj.gov.br  
Rio de Janeiro - RJ

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9374692773971929>

### **Pedro Reis Martins**

Assessor de Planejamento - Centro de Opera es e Resiliência - COR, pedro.martins@centrodeoperacoesrio.com.br  
Rio de Janeiro - RJ

### **Kátia Regina Alves Nunes**

Engenheira Civil, D.Sc. - Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro  
Pós-Doutoranda do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, katia.nunes@coc.urfj.br  
Rio de Janeiro - RJ

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3785349617238396>

### **Leandro Vianna Chagas**

Agente de Defesa Civil - Gerente de Monitoramento e Alerta de Desastres da Defesa Civil, chagasdefesacivil@gmail.com  
Rio de Janeiro - RJ

**RESUMO:** A Redu o do Risco de Desastres   um tema que cresce a cada dia na produ o de conhecimento acad mico, técnico e científico, a fim de incrementar tanto os meios para o melhor entendimento dos desastres, quanto as maneiras de evitá-los e mitigar seus impactos negativos. Neste sentido foi elaborada pela equipe de especialistas da Defesa Civil do Município do Rio de Janeiro a escala de impactos meteorológicos, com as finalidades de classificar os eventos em níveis de intensidade de impactos, e ainda de entender o envolvimento dos órgãos do poder público em

cada evento. A escala já foi utilizada em forma experimental em dois verões na cidade do Rio de Janeiro, em 2017/18 e 2018/19. Este trabalho tem como objetivo estabelecer uma comparação entre estes dois períodos de verão através da aplicação da escala. Além da comparação propriamente dita, serão descritos os passos necessários para elaboração da escala como ferramenta e o envolvimento dos técnicos de prefeitura do Rio neste processo. O emprego da escala foi validado, observando-se a eficácia da ferramenta e o potencial da mesma como um poderoso meio de registro histórico dos eventos meteorológicos e da utilização dos recursos, meios e equipes públicas nestas ocasiões.

**PALAVRAS-CHAVE:** resiliência, impactos de eventos climatológicos intensos, desastres e Redução do Risco de Desastres.

## RESULTS OF THE USE OF METEOROLOGICAL-BASED SCALE IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO: COMPARISON BETWEEN SUMMERS 2017/18 AND 2018/19

**ABSTRACT:** Disaster Risk Reduction is a growing topic in the production of academic, technical and scientific knowledge in order to increase both the means for better understanding of disasters and the ways to prevent and mitigate their negative impacts. . In this sense, the team of Rio de Janeiro Civil Defense specialists elaborated the scale of meteorological impacts, with the purpose of classifying the events in intensity levels of impacts, as well as to understand the involvement of public authorities in each event. The scale has already been used experimentally in two summers in the city of Rio de Janeiro, in 2017/18 and 2018/19. This paper aims to establish a comparison between these two summer periods by applying the scale. In addition to the comparison itself, the steps necessary to elaborate the scale as a tool and the involvement of Rio's municipal technicians in this process will be described. The use of the scale was validated, noting the effectiveness of the tool and its potential as a powerful means of historical record of weather events and the use of resources, means and public teams on these occasions. **KEYWORDS:** resilience, impacts of severe weather events, disasters and Disaster Risk Reduction.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cidade do Rio de Janeiro possui características geográficas e geológicas que favorecem a ocorrência de intensas precipitações pluviométricas, situação comprovada na prática por históricas chuvas intensas relatadas desde o início de sua colonização (MOTTA, 2014). Além disso, a cidade sofreu com um crescimento desordenado durante muitas décadas, e hoje possui uma população estimada de mais de 6,5 milhões de habitantes, com muitas moradias em áreas de risco, rios canalizados e uma grande impermeabilização do solo.

Desde a década de 60 do século passado, temos diversos relatos de desastres

relacionados a precipitações pluviométricas intensas, podemos citar o evento de 11/01/66 ou, mais recentemente, o de 04/04/2010, D'orsi et al. (2015).

A peculiar topografia da cidade do Rio de Janeiro condicionou a expansão urbana, incluindo a malha viária, que, por seu turno, orientou o espraiamento radial da cidade, a partir do litoral. O processo de produção do espaço urbano tornou frequente a prática de desmonte de morros, ocupação das encostas, drenagem de áreas úmidas e redefinição do contorno da orla por sucessivos aterramentos, o que contribuiu para o aumento da exposição de pessoas e do patrimônio público e privado aos eventos climáticos. Nesse contexto, ao promover a extensiva alteração dos espaços naturais e a não priorização da implantação de espaços livres/verdes, veio a comprometer uma gama de serviços ecossistêmicos, prejudicando a preservação dos recursos hídricos, comprometendo a estabilidade de encostas e o arrefecimento do microclima urbano, COPPE/UFRJ (2016).

Para buscar entender as vulnerabilidades e minimizar os impactos, o Centro de Operações Rio (COR) e a Defesa Civil Municipal (DCM), como instituições de integração e coordenação, desenvolvem frequentemente Planos de Contingência. Para o Verão 2017/2018 foi criado um grupo denominado Equipe Gestão de Crise (EGC). O EGC possibilitou uma comunicação e integração direta, rápida e eficiente entre os principais representantes dos órgãos mais envolvidos nas ações antes, durante e depois da chuva. Desta forma é possível ter total conhecimento do que está acontecendo, em especial dos impactos causados pelos eventos meteorológicos.

Com base nesta intensa troca de informações, foi elaborado um histórico detalhado de cada um dos eventos e foi possível observar os impactos que cada um deles provocou na cidade. Isto estimulou a idealização de uma escala de impactos para eventos meteorológicos para a cidade do Rio de Janeiro, de forma a medir, com critérios e metodologia, o nível de impacto de cada um dos eventos pluviométricos (ABELHEIRA et al., 2018).

Assim sendo, a escala de impactos meteorológicos foi desenvolvida, com a participação e envolvimento de servidores experientes de vários órgãos, e vem sendo utilizada de forma experimental, para o registro histórico e para a classificação dos eventos meteorológicos desde o verão 2017/2018.

Este trabalho tem como principal objetivo utilizar esta escala para elaborar uma análise comparativa entre os verões de 2017/18 e de 2018/19, mostrando o potencial da ferramenta no registro, análise e comparação de eventos meteorológicos de relevância na cidade estudada.

Cabe destacar que o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres ressalta, como uma de suas prioridades de ação, a importância da “compreensão do risco de desastres”, inclusive por meio da análise de dados e informações, assim como o uso e fortalecimento de parâmetros de referência (UNISDR, 2015).

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O planejamento dos órgãos públicos municipais para atuação integrada nas chuvas fortes e/ou prolongadas do Verão 2017/18 envolveu o desenvolvimento de um Plano de Ação que contemplou algumas novidades em relação ao ano de 2016/17.

Técnicos e especialistas da Defesa Civil e do Centro de Operações Rio elaboraram a metodologia apresentada na figura 1.

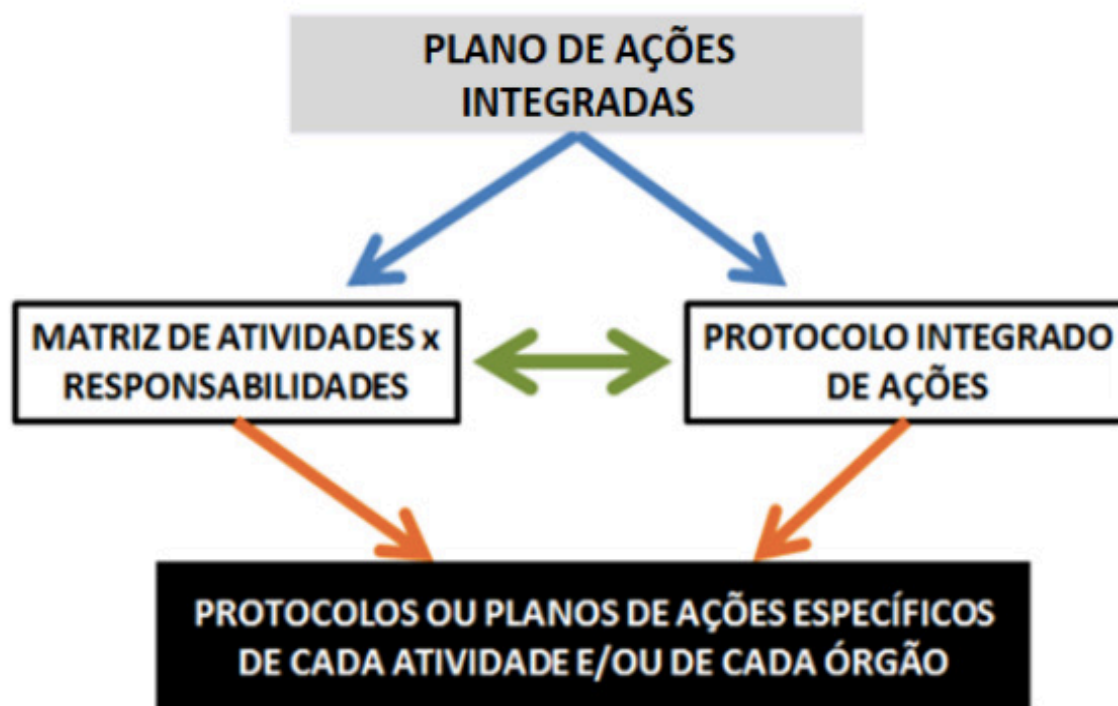


Figura 1 – Metodologia de atuação integrada dos órgãos da Prefeitura do Rio no Verão 2017/2018

### Os componentes desta metodologia são:

**Plano de Ações Integradas:** Trata-se de um documento em A4 com informações gerais do evento (sem detalhamento). É bastante direto e objetivo (possui apenas 4 páginas) e serve de orientação geral para os outros documentos.

**Matriz de Atividades X Responsabilidades:** é um documento que demonstra de forma visual e ilustrativa “quem faz o que”. É composto de 31 atividades, divididas em 9 áreas (Mobilização, Condição das Chuvas, Drenagem, Tráfego, Segurança Global, Resgate, Auxílio Operacional, Saúde/Assistência Social e Integração), com os respectivos Responsáveis pela execução destas atividades. A figura 3 ilustra este documento.

**Protocolo Integrado de Ações:** é um documento com conteúdo bastante similar à Matriz de Atividades x Responsabilidades, pois também descreve as atribuições de cada instituição. Contudo, além de possuir algumas informações adicionais, possui um formato diferente (uma folha A4 – frente e verso). Portanto, possibilita que seja dobrado e colocado na carteira ou bolso de cada um que está atuando no evento

(entendimento e acesso rápido e fácil).

**Protocolos ou Planos de Ações Específicos de Cada Atividade e/ou de Cada Órgão:** são documentos complementares. É importante que cada instituição tenha seu Protocolo ou Plano de Ação Específico orientando como é sua atuação, em especial considerando as atividades na Matriz de Responsabilidade em que a agência consta como Responsável Principal.

Para elaboração destes documentos foram realizadas diversas reuniões de integração e alinhamento, que também serviram para obtermos informações sobre cada uma das instituições contempladas na Matriz de Atividades x Responsabilidades (recursos disponíveis, vulnerabilidades, profissionais responsáveis com respectivos contatos, entre outras informações). Entes encontros também foram fundamentais para a definição dos pontos críticos da cidade e as estratégias de ação conjunta, conforme demonstrado na figura 2.



Figura 2 – Foto de reunião de alinhamento

O Centro de Operações Rio, que tem o papel de órgão integrador e coordenador das ações, sediou estas reuniões, sendo a principal delas realizada na Sala de Crise no dia 17/10/2017 com a presença de representantes de diversas instituições com atuação direta e indireta, em qualquer das fases do desastre: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

Entre uma das principais definições foi a criação da “Equipe Gestão de Crise” (EGC), um grupo de pessoas de médio e/ou alto escalão das instituições envolvidas no Plano que atuariam de forma integrada no enfrentamento dos impactos decorrentes das chuvas. Foram acordados marcos de acionamento e mobilização deste grupo, tanto de forma virtual como presencial.

A troca de informações no grupo de mensagens instantâneas (pelo aplicativo

“Whatsapp”) mostrou-se uma das principais estratégias de atuação integrada. O grupo EGC, foi fundamental em todas as etapas: previsão meteorológica, mobilização inicial dos órgãos públicos, monitoramento da chuva, informação e difusão sobre as ocorrências, acompanhamento e divulgação da atuação operacional, comunicação social (seja com a mídia ou diretamente com a população via canais próprios, principalmente redes sociais). Este meio de comunicação virtual, possibilitou que todos os participantes do grupo tivessem acesso a todas as informações, inclusive com fotos e/ou vídeos, de forma integrada e em tempo real (podendo inclusive difundir isto dentro de suas instituições). Em eventos de nível 2 e 3, várias centenas de mensagens e fotos foram enviadas, conforme demonstrado na figura 3:



Figura 3 – Exemplos de mensagens trocadas no grupo EGC

### Aplicação Experimental

No verão de 2017/2018 foram 18 eventos em que houve mobilização do grupo EGC para acompanhamento e/ou atuação.



Notoriamente, três destes eventos, causaram muitas e significativas consequências negativas para a cidade em vários aspectos, tais como: bolsões e/ou alagamentos em muitos lugares, muitas quedas de árvores, deslizamentos de encostas, vias interditadas, regiões sem energia elétrica, ligações emergenciais para a Defesa Civil (pelos telefones 199 e 1746), imóveis atingidos deixando moradores desalojados ou desabrigados, cidadãos feridos ou mortos, além de sirenes de alarme acionadas e uma grande cobertura da mídia sobre o evento.

Enfim, foram eventos com alto ou muito alto impacto, em que podemos dizer que a cidade foi significativamente impactada de forma negativa com a intensidade e/ou duração da chuva e seus efeitos.

No dia 22/03/2018 foi realizada na Sala de Crise do Centro de Operações Rio (COR), vide foto abaixo, uma reunião de lições aprendidas. O principal objetivo foi discutir o que foi positivo e o que foi negativo na operação durante os eventos pluviométricos do verão, que chamamos, respectivamente, de “aprimoramento já realizado” (que funcionou) ou de “oportunidade de melhoria” (o que precisa avançar).



Figura 4 - Foto da reunião de lições aprendidas

### 3 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

#### **Sociedade de Risco**

A ideia de sociedade de risco está diretamente ligada à de globalização: os riscos são democráticos, afetando nações e classes sociais sem respeitar fronteiras de nenhum tipo. Os processos que passam a delinear-se a partir dessas transformações são ambíguos, coexistindo maior pobreza em massa, crescimento de nacionalismo,

fundamentalismos religiosos, crises econômicas, possíveis guerras e catástrofes ecológicas e tecnológicas (GUIVANT, 2001).

Segundo Beck (Beck, 1992), o ponto de partida na teoria da sociedade de risco é o da modernização reflexiva. Neste conceito é proposta uma visão mais sombria, aquilo que foi chamado de “vulcão da civilização”, na qual as consequências do desenvolvimento científico e industrial são um conjunto de riscos que não podem ser contidos.

A complexidade na qual atualmente está situada na problemática do risco envolve sobretudo o entendimento destes riscos, o que exige o posicionamento constante da sociedade perante a tomada frequente de decisões. Assim, riscos decorrentes da modernidade tais como o uso frequente de celulares, e suas consequências, como por exemplo a distração e acidentes, passam a ser mais presentes no dia a dia das pessoas, impulsionando a realização de ações de sensibilização e capacitação para uma mudança de comportamento visando a segurança das pessoas.

Beck (1997), afirma que o processo de industrialização é diretamente proporcional ao processo de produção de riscos, uma vez que uma das principais consequências do desenvolvimento científico e industrial é a exposição de indivíduos à riscos.

No Brasil mais de 80% da população vive nas cidades (BID, 2016) e a tendência é que a população urbana continue a aumentar nos próximos anos. Para reduzir riscos de desastres, é preciso que a gestão e o planejamento urbano e ambiental combinem medidas estruturais e medidas estruturantes, nas proporções necessárias e viáveis, possibilitando a mitigação dos riscos já existentes e evitando que o processo de urbanização promova a instalação de novos riscos. (TUCCI, 2005)

A efetividade destas medidas demanda o conhecimento dos riscos existentes para subsidiar a gestão do território e evitar a instalação de novos riscos de desastres (VIANA & FORMIGA; JONHSSON, 2017; UNISDR, 2015).

Para a mitigação dos riscos inerentes à própria modernização e industrialização, pilares para a criação da teoria da sociedade de risco, o próprio agente considerado causador se torna “mitigador” desses riscos, ou seja, o uso da tecnologia e da informação são necessários para atenuar esses impactos. Os aplicativos móveis, por exemplo, podem contribuir neste processo, especialmente no sentido de tornar a gestão urbana mais participativa, ao possibilitar que os cidadãos e a iniciativa privada contribuam com o poder público na geração de dados e no monitoramento da cidade, criando possibilidades para participação efetiva na tomada de decisão.

Por conta da aproximação promovida pelas mídias sociais e o acesso globalizado à informação, a sociedade desperta interesse por inúmeros temas, dentre os quais a Redução do Risco de Desastres (RRD), empoderando-se do seu papel como parte interessada e buscando meios para melhorar seu entendimento e participação.

O desenvolvimento de ferramentas e métodos como a escala de impactos meteorológicos converge na direção do entendimento dos riscos e fortalecimento do conhecimento necessário para seu enfrentamento.

## A Construção da Escala de Impactos Meteorológicos

Visando ter um melhor entendimento do nível de impacto de cada um dos eventos, principalmente por meio de uma classificação sistematizada e metodológica, foi iniciado um estudo para criação de uma Escala de Impacto.

Inicialmente este estudo começou com os mesmos técnicos que elaboraram o planejamento da atuação integrada e que, não por acaso, atuaram no acompanhamento e/ou operação direta, durante estes eventos meteorológicos.

Cabe destacar que, cada um destes 18 eventos já mencionados (verão 2017/2018), gerou relatórios elaborados, tanto organizados por instituição como integrados, descrevendo, desde o início do evento até o término do evento, todas as intervenções e interações realizadas, inclusive com acesso as fotos e vídeos enviadas. Desta forma, foi possível verificar: O que ocorreu, quando ocorreu, onde ocorreu, quem atuou e como atuou.

Após conversas e análises sobre os eventos ocorridos, foram criados “10 critérios de análise” e “3 níveis de impacto”, sendo que cada um dos critérios teria parâmetros específicos correspondente a cada um dos níveis de impacto. Foi definida, ainda, a identificação deste produto como Escala de Impactos Meteorológicos.

### Critérios e parâmetros para cada nível de impacto

#### Critério 1 – CHUVA ou VENTO

Este critério se refere ao volume de chuva ou velocidade do vento, medido, respectivamente:

- pelos 33 pluviômetros do Sistema Alerta Rio (dados automáticos no site a cada 15 minutos);
- pelos 04 equipamentos de leitura de vento.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
CHUVA ou VENTO	10mm/15min em pelo menos 3 leituras (no mesmo pluviômetro ou em diferentes) OU 40mm/h em pelo menos 1 pluviômetro OU vento forte em pelos menos 2 leituras OU vento muito forte em pelo menos 1 leitura	15mm/15min em pelo menos 3 leituras (no mesmo pluviômetro ou em diferentes) OU 40mm/h em pelo menos 3 pluviômetros OU 80mm/h em pelo menos 1 pluviômetro OU vento forte em pelos menos 4 leituras ou vento muito forte em pelo menos 2 leituras	25mm/15min em pelo menos 5 leituras (no mesmo pluviômetro ou em diferentes) OU 50mm/h em pelo menos 5 pluviômetros OU 80mm/h em pelo menos 3 pluviômetros OU vento forte em pelos menos 8 leituras ou vento muito forte em pelo menos 4 leituras

Tabela 1 - critério 1 - chuva ou vento

#### Critério 2 – BOLSÕES/ALAGAMENTOS ou ENCHENTE

Este critério observa a quantidade de bolsões/alagamentos ou enchentes ou volume máximo de reservatório de amortecimento da grande Tijuca. As informações respectivas terão as seguintes fontes:

- a quantidade de bolsões/alagamentos será verificada pelo Sistema Comando do COR;
- a quantidade de enchentes (considerada pelo extravasamento de rio) poderá ser verificada pelo Sistema Comando do COR ou por imagens de câmeras ou informação de integrantes da Fundação Rio-águas;
- o volume máximo de utilização em algum reservatório de amortecimento será informado por algum integrante da Fundação Rio-águas presente no Centro de Operações ou presente no grupo EGC.

	nível 1 <u>MÉDIO IMPACTO</u>	nível 2 <u>ALTO IMPACTO</u>	nível 3 <u>MUITO ALTO IMPACTO</u>
<b>BOLSÕES, ALAGAMENTOS ou ENCHENTE</b>	5 bolsões/alagamentos ou 1 extravasamento de rio ou 1 reservatório em 100%	10 bolsões/alagamentos ou 1 extravasamento de rio ou 1 reservatório em 100%	30 bolsões/alagamentos ou 1 extravasamento de rio ou 2 reservatórios em 100%

Tabela 2 - critério 2 - bolsões/alagamentos ou enchente

### Critério 3 – QUEDA DE ÁRVORES

Este critério se refere a quantidade de árvores derrubadas pela chuva e/ou vento em áreas públicas. A contabilização será pela Companhia de Limpeza Urbana (COMLURB), que informará o número atualizado no grupo EGC ou por representante no COR.

	nível 1 <u>MÉDIO IMPACTO</u>	nível 2 <u>ALTO IMPACTO</u>	nível 3 <u>MUITO ALTO IMPACTO</u>
<b>QUEDAS DE ÁRVORES</b>	3 quedas de árvores	10 quedas de árvores	100 quedas de árvores

Tabela 3 - critério 3 - Queda de árvores

### Critério 4 – MOVIMENTO DE MASSA

Este critério se refere a quantidade de movimentos de massa, englobando nesta classificação todas as subdivisões descritas na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), ou seja:

- Quedas, tombamentos e rolamentos (blocos, lascas, matacões ou lajes);
- Deslizamentos (de solo e/ou rocha);
- Corridas de massa (solo/rocha ou rocha/detrito);
- Subsidiências e colapsos.

Caberá à Defesa Civil Municipal e/ou à Fundação Geo-Rio a definição da quantidade de movimentos de massa, bem como a eventual classificação se o evento é de pequeno ou grande porte e informar se houve desabamento de moradia associado a ocorrência.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
MOVIMENTO DE MASSA	1 movimentos de massa (mesmo que de pequeno porte)	3 movimentos de massa (mesmo que de pequeno porte)	10 movimentos de massa (mesmo que de pequeno porte) OU 1 movimento de massa de grande porte (com desabamento de residência)

Tabela 4 - critério 4 - Movimento de massa

#### Critério 5 – VIAS INTRANSITÁVEIS

Este critério se refere a quantidade de vias intransitáveis, que pode ter sido oriundo de uma ou mais das condições a seguir:

- alagamento;
- queda de árvore;
- interdição preventiva.

Caberá à CET-RIO e/ou ao COR a definição se a via está intransitável, bem como quantificar o número de vias nesta situação.

A classificação das vias (local, coletora, arterial ou de trânsito rápido) seguirá a definição do anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
VIAS INTRANSITÁVEIS	1 via (de qualquer porte)	3 vias locais/coletoras ou 1 via arterial/expressa	10 vias locais/coletoras ou 5 vias arteriais ou 1 via expressa

Tabela 5 - critério 5 - Vias intransitáveis

#### Critério 6 – FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Este critério se refere ao número de regiões sem energia elétrica durante ou logo após os eventos meteorológicos.

Caberá a concessionária de energia elétrica da cidade (LIGHT) definir o que será considerado como “região” ou “área” sem energia elétrica. Poderá ser uma rua ou uma linha de transmissão.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA	1 região sem luz	1 bairro ou 5 pequenas áreas sem luz	3 bairros ou 15 pequenas áreas sem luz

Tabela 6 - critério 6 - Falta de energia elétrica

### Critério 7 – ACIONAMENTO DE SIRENES

Este critério se refere ao número de comunidades integrantes do Sistema de Alarme Sonoro (Sirenes) que tiveram o acionamento do toque de desocupação.

Caberá a Defesa Civil Municipal informar este quantitativo.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
ACIONAMENTO DE SIRENES	1 sirene acionada (comunidade)	5 sirenes acionadas (comunidades)	15 sirenes acionadas (comunidades)

Tabela 7 - critério 7 - Acionamento de sirenes

### Critério 8 – SOLICITAÇÕES EMERGENCIAIS À DEFESA CIVIL

Este critério se refere ao número de solicitações de vistorias e/ou atendimentos emergenciais da Defesa Civil, seja pela ocorrência ou pela iminência de ocorrência. A solicitação, que pode ser feita via ligação para o 199 ou para 1746, é validada por técnicos da Defesa Civil presentes no Centro de Operações Rio que retornam o contato para melhor entendimento. Caberá a Defesa Civil Municipal informar este quantitativo.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
SOLICITAÇÕES EMERGENCIAIS DC	3 solicitações emergenciais	15 solicitações emergenciais	50 solicitações emergenciais

Tabela 8 - critério 8 - Solicitações emergências à Defesa Civil

### Critério 9 – DEMANDA DE INFORMAÇÕES E/OU REPERCUSSÃO NA MÍDIA

Este critério se refere à busca de informações pelos veículos de informação. O número de pedidos de entrevista ao vivo é uma das demonstrações do impacto na cidade e da demanda de informações.

Caberá à Assessoria de Comunicações do Centro de Operações (ASCOM/COR) a quantificação do número de entrevistas ao vivo bem como da definição de outros parâmetros para este critério.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
DEMANDA DE INFORMAÇÕES DA MÍDIA	1 pedido de entrevista ao vivo	3 pedidos de entrevista ao vivo	10 pedidos de entrevista ao vivo

Tabela 9 - critério 9 - Solicitações emergências à Defesa Civil

### Critério 10 – DANOS HUMANOS

Este critério se refere aos Danos Humanos (desalojados/desabrigados, feridos ou mortos) decorrentes de qualquer um dos outros critérios ou de outro motivo diretamente relacionado a chuva (queda de muro, choque elétrico entre outros). Caberá a Secretaria de Assistência Social e/ou a Defesa Civil definir a quantidade.

	nível 1 MÉDIO IMPACTO	nível 2 ALTO IMPACTO	nível 3 MUITO ALTO IMPACTO
DANOS HUMANOS	1 vítima (ferido ou óbito) ou 1 família desalojada	5 feridos em situações distintas ou 1 óbito ou 10 famílias desalojadas	3 óbitos em pelo menos 2 situações distintas ou 100 famílias desalojadas

Tabela 10 - critério 10 - Danos humanos

### Classificação em cada nível de impacto

Para cada nível de impacto, há um quantitativo mínimo de critérios a serem alcançados:

- Nível 1 (Médio Impacto): é necessário que os parâmetros de pelo menos 3 critérios sejam alcançados (ou que pelo menos 1 critério no parâmetro do nível 2);
- Nível 2 (Alto Impacto): é necessário que os parâmetros de pelo menos 5 critérios sejam alcançados;
- Nível 3 (Muito Alto Impacto): é necessário que os parâmetros de pelo menos 7 critérios sejam alcançados.

### Desenvolvimento do estudo

Esta classificação e metodologia foi enviada por e-mail para técnicos experientes de diversas instituições da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, representantes dos órgãos envolvidos e a iniciativa teve uma aceitação considerada bastante satisfatória.

No dia 05/04/2018 foi realizada a primeira reunião de apresentação, discussão, avaliação e análise deste estudo, ocasião em que algumas críticas e sugestões foram realizadas.

Visando o atendimento das pertinentes colocações, foram aplicadas as correções/adaptações solicitadas e, principalmente, foi desenvolvida uma tabela complementar que visasse a identificação da “Magnitude do Evento Pluviométrico”, ou seja, este índice analisava única e exclusivamente a precipitação da chuva, não avaliando os

impactos e/ou consequências do evento.

Desta forma, torna-se possível, uma análise causa x consequência, correlacionando a magnitude do evento com seu impacto e permitindo, portanto, uma avaliação de resistência e/ou resiliência da cidade. Assim sendo, o eventual questionamento de que o critério 1 da escala de impacto (chuva ou vento) estava inconsistente ou inadequado, pois se tratava do evento causador e estava na mesma tabela dos impactos, foi resolvido, pois agora há uma tabela específica para avaliar a gravidade ou magnitude da chuva.

Cabe esclarecer que a manutenção do critério 1 na escala de impactos meteorológicos se justifica pelo impacto que a chuva ou vento, por si só, provocam (tanto na mobilização dos órgãos públicos, como na mudança de comportamento e percepção de risco da população).

Com base nisto, foi feita a classificação dos dezoito eventos relativos ao verão 2017/2018. Destes, um deles atingiu o nível 3 (muito alto impacto), dois atingiram o nível 2 (alto impacto), nove atingiram o nível 1 (médio impacto) e seis deles não atingiram as condições para o nível 1 (portanto foram considerados baixo Impacto – sem consequências significativas para a cidade). A relação de todos estes eventos com a respectiva classificação na escala de impactos meteorológicos é mostrada na tabela 12.

Nº	INÍCIO		TÉRMINO		IMPACTO
	dia	período	dia	período	
1	23/12/2017 (sábado)	início da noite	26/12/2017 (terça)	madrugada	nível 1
2	29/12/2017 (sexta)	meio da tarde	30/12/2017 (sábado)	final da tarde	nível 1
3	02/01/2018 (terça)	final da tarde	03/01/2018 (quarta)	manhã	nível 1
4	03/01/2018 (quarta)	final da tarde	04/01/2018 (quinta)	início da tarde	nível 1
5	07/01/2018 (domingo)	madrugada	09/01/2018 (terça)	final da manhã	nível 2
6	12/01/2018 (sexta)	meio da tarde	13/01/2018 (sábado)	noite	nível 1
7	20/01/2018 (sábado)	final da tarde	20/01/2018 (sábado)	noite	NENHUM
8	22/01/2018 (segunda)	início da noite	23/01/2018 (terça)	final da manhã	nível 1
9	26/01/2018 (sexta)	meio da manhã	27/01/2018 (sábado)	início da noite	nível 1
10	30/01/2018 (terça)	meio da manhã	30/01/2018 (terça)	início da noite	NENHUM
11	07/02/2018 (quarta)	final da manhã	07/02/2018 (quarta)	final da tarde	nível 1
12	14/02/2018 (quarta)	noite	19/02/2018 (segunda)	tarde	nível 3



<b>13</b>	21/02/2018 (quarta)	tarde	24/02/2018 (sábado)	manhã	<b>nível 2</b>
<b>14</b>	27/02/2018 (terça)	final da tarde	27/02/2018 (terça)	noite	<b>nível 1</b>
<b>15</b>	03/03/2018 (sábado)	final da manhã	03/03/2018	meio da tarde	<b>NENHUM</b>
<b>16</b>	08/03/2018 (quinta)	início da manhã	08/03/2018 (quinta)	final da manhã	<b>NENHUM</b>
<b>17</b>	15/03/2018 (quinta)	madrugada	15/03/2018 (quinta)	início da manhã	<b>NENHUM</b>
<b>18</b>	16/03/2018 (sexta)	início da noite	16/03/2018 (quinta)	noite	<b>NENHUM</b>

Tabela 12 - Eventos registrados no verão 2017/2018

No período oficial do verão 2018/19, que começou em 21/12/2018 e terminou em 20/03/2019, dezoito eventos meteorológicos entraram na classificação da Escala de Impactos Meteorológicos. Destes, um foi classificado como “nível 3”, um como “nível 2” e dezesseis como “nível 1”.

Nº	INÍCIO		TÉRMINO		IMPACTO
	dia	período	dia	período	
<b>1</b>	24/12/2018 (segunda)	início da tarde	24/12/2018 (segunda)	final da tarde	<b>nível 1</b>
<b>2</b>	31/12/2018 (segunda)	final da tarde	24/12/2018 (segunda)	noite	<b>NENHUM</b>
<b>3</b>	01/01/2019 (terça)	tarde	01/01/2019 (terça)	tarde	<b>NENHUM</b>
<b>4</b>	04/01/2019 (sexta)	início da noite	05/01/2019 (sexta)	madrugada	<b>NENHUM</b>
<b>5</b>	05/01/2019 (sábado)	final da tarde	06/01/2019 (domingo)	madrugada	<b>nível 1</b>
<b>6</b>	16/01/2019 (quarta)	início da noite	17/01/2019 (quinta)	madrugada	<b>nível 1</b>
<b>7</b>	25/01/2019 (sexta)	final da tarde	26/01/2019 (sábado)	manhã	<b>nível 1 ou 2</b>
<b>8</b>	04/02/2019 (segunda)	início da manhã	05/02/2019 (terça)	início da tarde	<b>nível 1</b>
<b>9</b>	06/02/2019 (quarta)	noite	10/02/2019 (domingo)	tarde	<b>nível 3</b>
<b>10</b>	12/02/2019 (terça)	noite	13/02/2019 (quarta)	final da manhã	<b>nível 1</b>
<b>11</b>	17/02/2019 (domingo)	início da noite	18/02/2019 (segunda)	madrugada	<b>nível 1</b>
<b>12</b>	22/02/2019 (sexta)	início da noite	22/02/2019 (sexta)	início da noite	<b>NENHUM</b>
<b>13</b>	25/02/2019 (segunda)	tarde	26/02/2019 (terça)	manhã	<b>nível 1</b>
<b>14</b>	26/02/2019 (terça)	início da noite	26/02/2019 (terça)	noite	<b>nível 1</b>

15	28/02/2019 (quinta)	noite	28/02/2019 (quinta)	noite	<b>NENHUM</b>
16	01/03/2019 (sexta)	início da noite	02/03/2019 (sábado)	manhã	<b>nível 1 ou 2</b>
17	03/03/2019 (domingo)	final da tarde	04/03/2019 (segunda)	início da tarde	<b>nível 1 ou 2</b>
18	06/03/2019 (quarta)	final da tarde	07/03/2019 (quinta)	manhã	<b>nível 1</b>
19	11/03/2019 (segunda)	madrugada	11/03/2019 (segunda)	manhã	<b>nível 1</b>
20	13/03/2019 (quarta)	tarde	14/03/2019 (quinta)	manhã	<b>nível 1</b>
21	15/03/2019 (sexta)	manhã	15/03/2019 (sexta)	noite	<b>nível 1</b>
22	16/03/2019 (sábado)	início da tarde	17/03/2019 (domingo)	madrugada	<b>nível 1</b>
23	17/03/2019 (domingo)	início da noite	17/03/2019 (domingo)	noite	<b>NENHUM</b>
24	19/03/2019 (terça)	noite	20/03/2019 (quarta)	manhã	<b>nível 1</b>
25	20/03/2019 (quarta)	noite	21/03/2019 (quinta)	noite	<b>NENHUM</b>

Tabela 13 - Eventos registrados no verão 2018/2019

A quantidade de eventos que foi levantada e seus níveis de impacto nos permite verificar e analisar o perfil de cada período de verão, a dispersão e atuação das equipes de resposta e a articulação para tomada de decisão, por meio dos registros documentais e iconográficos.

É possível concluir que o cidadão e, mais diretamente, os integrantes de órgãos públicos e/ou concessionárias com atuação direta na resposta aos impactos na cidade vivenciaram aquilo que foi indicado pela escala de impactos de eventos meteorológicos, o que indica que a escala de impactos por ser utilizada como importante ferramenta de registro histórico e de avaliação da atuação das equipes, resultando em respostas cada vez mais rápidas, eficientes e eficazes, o que contribuiria com a construção da resiliência da cidade.

É importante ressaltar que a abrangência do estudo ficou definida apenas aos períodos dos verões de 2017/18 e 2018/19, o que possibilitou a comparação. Tal informação é pertinente, inclusive, porque no mês de abril de 2019 (fora da abrangência definida) houve um evento meteorológico com muito alto impacto (nível 3), não considerado neste estudo. Outro ponto importante a se destacar é que não houve qualquer alteração nos parâmetros dos critérios no período analisado, fato que pode vir a ocorrer na fase de validação da ferramenta e, neste caso, precisará ser considerado em futuras comparações.

O aprimoramento e/ou adaptação dos parâmetros ou mesmo de eventuais pequenas mudanças de critérios, podem ser feitas com o passar do tempo, após

constatação de necessidade de adaptações, ou mesmo por sugestões de técnicos experientes, em especial por meio da colaboração acadêmica.

De qualquer forma, a intenção desta proposta é que a metodologia e as definições gerais sejam consolidadas, validadas e implementadas.

### **Ações para construção da resiliência**

O Marco de Sendai 2015 - 2030, principal documento norteador na área de Redução de Risco de Desastres (RRD) em nível internacional, aborda, de forma consistente, a importância do conhecimento, da educação, da capacidade e da resiliência para essa temática (UNISDR, 2015).

A Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, possui um histórico de sucesso em iniciativas de conscientização e educação em Redução do Risco de Desastres (MOTTA et al., 2013).

Além de diversas ações e projetos pontuais junto ao público jovem (em especial com crianças e adolescentes), cabe destacar o Projeto Defesa Civil nas Escolas, realizado de 2013 a 2016, contemplando mais de 10.000 alunos do 5º ano de escolas públicas municipais. A estratégia do projeto, que teve repercussão positiva a nível nacional e até mesmo internacional, inclusive sendo apresentado na Plataforma Global para Redução do Risco de Desastres – Cancun 2017 (UNISDR, 2017), consistiu em abordar os assuntos de forma transversal pelos professores, com auxílio de servidores da SUBPDEC, inclusive com algumas ações presenciais, diretamente nas escolas.

Mesmo com os bons resultados, servidores instrutores do Centro de Treinamento (CT), setor da SUBPDEC responsável pelos projetos de capacitação, perceberam a importância de idealizar e desenvolver estratégias complementares e inovadoras de abordagem do tema junto aos jovens. A abordagem tradicional, com palestras explicativas e expositivas, tem sua importância, porém, podem, e devem ser desenvolvidas diversas outras atividades com maior participação direta dos estudantes.

Vale mencionar, ainda, que a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal 12.608 de 12/04/2012) (BRASIL, 2012), que dispõe no seu artigo 27 sobre a abordagem do tema Defesa Civil nas escolas, de forma transversal e multidisciplinar.

No próprio Projeto Defesa Civil nas Escolas, mencionado anteriormente, já eram realizadas atividades inovadoras, com a interação e atuação dos jovens como protagonistas, com atividades de mapeamento de risco realizado pelos próprios alunos.

Com base na experiência adquirida com todas as ações e projetos, e entendendo as estratégias e os formatos mais adequados em termos de envolvimento e participação, foram idealizados 03 (três) produtos, que são: (01) Jogo de Tabuleiro: “Vida em Jogo”; (02) Análise de situações de Risco ou Prevenção: “Veja e Reflita” e (03) Elaboração de texto em formato de matéria jornalística: “Voz da Prevenção”.

De uma forma geral, todos tem como objetivo: “reduzir o risco de acidentes e desastres, promovendo a conscientização acerca do assunto, com situações cotidianas envolvendo comportamentos seguros e inseguros”. Além disso, cada um dos produtos

tem seus objetivos específicos.

O trabalho de compartilhamento do conhecimento e consequente aumento da capacidade das pessoas frente às escolhas que podem reduzir vulnerabilidades, é fator essencial na construção de uma sociedade mais resiliente, e que podem, certamente, mitigar os impactos dos desastres.

Convém ressaltar que a educação para a RRD pode ser compreendida como sendo o processo pelo qual os sujeitos de aprendizagem são motivados a construir uma compreensão das causas e consequências dos riscos de desastres, de modo a torná-los aptos a, proativamente, atuarem na prevenção, mitigação, na emergência e a se tornarem resilientes aos desastres (UNICEF; UNESCO, 2012).

Ainda como ação de promoção da resiliência envolvendo a sociedade civil, como parte interessada na sua proteção, a Defesa Civil da cidade do Rio de Janeiro, promove o cadastramento e a capacitação de voluntários para atuação eficaz e segura nas ações de prevenção, mitigação e preparação da população carioca por meio da oferta de um curso de formação de voluntários cuja grade contempla os conhecimentos necessários a estas ações, aproveitando ao máximo a motivação destes cidadãos.

Desde 2016, o projeto de voluntários trata de noções básicas sobre defesa civil, percepção de risco, ações do órgão junto à população da cidade do Rio de Janeiro, conceito de resiliência, perfil e papel do voluntário na sociedade, prevenção e combate a incêndios - com abordagem teórica e prática, primeiros socorros e um módulo sobre o compartilhamento de experiências entre voluntários.

Para ratificar e dar publicidade a escala de impactos, objeto de estudo deste trabalho, existe a intenção de georrefenciar todas as ocorrências no Sistema Integrado de Informações Urbanas (SIURB), que é uma plataforma do Instituto Pereira Passos (IPP) que já está disponível e sendo utilizada gerando diversos outros produtos. Desta forma, haveria uma integração entre a escala de impactos e o SIURB.

Cabe destacar que, este estudo, ainda em fase experimental, foi apresentado no seminário do SIURB em 2018 para pesquisadores da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) tendo sido considerado, dentre outros elogios, como inovador e absolutamente pertinente.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de uma cidade segura e resiliente, que inclusive é um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (UN AGENDA 2030, 2015), passa por uma política de “lições aprendidas” (*lessons learned*). Portanto, o entendimento dos acontecimentos passados, que é um dos objetivos deste trabalho, é fundamental para a busca por melhorias.

A criação de uma escala de impactos causada por eventos meteorológicos tem potencial de auxiliar bastante no entendimento de “quando”, “como” e “porque” a

cidade foi impactada, promovendo a busca pela resiliência e a RRD.

UNISDR (2015) menciona que realizar coleta, análise, gestão e uso de dados e informações práticas relevantes, constitui um requisito para a RRD. Sendo assim, esta proposta torna-se importante e pertinente.

Além de realizar a comparação entre os dois períodos de verão, a finalidade foi a de demonstrar a aplicabilidade da escala de impactos de eventos meteorológicos. Por meio desta ferramenta, que possui metodologia de análise e classificação, devido ao uso de critérios definidos por técnicos experientes, foi possível evidenciar com números que o verão 2018/2019 teve uma quantidade consideravelmente maior de eventos meteorológicos em que a cidade foi significativamente impactada (seja com níveis médio, alto ou muito alto).

A escala de impacto facilita o registro histórico dos eventos meteorológicos com impacto significativo, o que pode trazer diversas vantagens diretas e indiretas, como o estímulo e/ou facilitação de estudos acadêmicos sobre os eventos meteorológicos em que a cidade foi impactada, uma análise dos órgãos públicos para a busca de melhores ações.

Observa-se, ainda, que não é objetivo da escala buscar induzir que o aumento de eventos meteorológicos com impacto na cidade tenha relação apenas com o processo de mudanças climáticas, seja à nível global ou local, haja vista que não somete a precipitação seja o único fator determinante para o aumento ou redução desses impactos.

A realização de ações de prevenção, mitigação e preparação para a RRD para a construção de uma cidade resiliente, capaz de minimizar e/ou absorver os impactos, bem como retornar para a normalidade com a maior eficiência e brevidade possível são ações que não podem ser desprezadas quando se mede os impactos referentes aos eventos meteorológicos.

## REFERÊNCIAS

ABELHEIRA, M.; AGUIAR, I. S.; NUNES, K. R. A.; GOMES, O. S.; LIMA, A. A.; CHAGAS, L. V.; ALVES, L. A. M.; MARTINS, P (2018). Elaboração de uma Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos: Caso da Cidade do Rio de Janeiro. In: Redução de Riscos de Desastres – Métodos e Práticas, capítulo 8.

BECK, U. Risk Society: Towards a New Modernity. Londres: Sage, 1992.

BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: UNESP, 1997.

COPPE/UFRJ (2016). Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6631312/4179912/ESTRATEGIA\\_PORT.>](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6631312/4179912/ESTRATEGIA_PORT.>)  
Acesso em 21/05/2018.

D'ORSI, R.N.; MAGALHÃES, M. A.; COELHO, R. S.; JUNIOR, L. R.S.; CARNEIRO, T. S.; PAES, N. M. (2015). "Breve análise da evolução da resistência/resiliência da cidade do Rio de Janeiro em relação

a eventos pluviométricos intensos no período 1966-2013”, in Anais do 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, Bento Gonçalves/RS. Disponível em: <<http://cbge2015.hospedagemdesites.ws/trabalhos/trabalhos/143.pdf>>. Acesso em 21/05/2018.

GEO (2017). Group on Earth Observations Highlights 2016-2017. Available in: [https://www.earthobservations.org/documents/geo\\_xiv/GEO%20Highlights%202016-2017.pdf](https://www.earthobservations.org/documents/geo_xiv/GEO%20Highlights%202016-2017.pdf). Acesso em 25/02/2019.

GUIVANT, J. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. Estudos Sociedade e Agricultura, 16, abril 2001: 95-112. ISSN 1413-0580

LEI FEDERAL 12.608 (2012). Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm)>. Acesso em 25/02/2019.

MOTTA, M.; ABELHEIRA, M.; GOMES, O.; FONSECA, W; BESEN, D. (2014). “Rio de Janeiro Community Protection Program” in Anais of 4th International Conference on Building Resilience. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009228>>. Acesso em 25/02/2019.

MOTTA, M.; ABELHEIRA, M.; GOMES, O.; FONSECA, W; BESEN, D. (2014). “Heavy Rains at Rio de Janeiro: Risk Monitoring” in Anais of 4th International Conference on Building Resilience. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009265>>. Acesso em 25/02/2019.

RIO RESILIENTE (2016). Estratégia de Resiliência da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <[https://www.100resilientcities.org/wp-content/uploads/2017/07/estra\\_res\\_rio\\_port-1.pdf](https://www.100resilientcities.org/wp-content/uploads/2017/07/estra_res_rio_port-1.pdf)>. Acesso em 21/05/2018.

UNISDR (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Disponível em: <<https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>>. Acesso em 21/05/2018.

UNISDR (2017). Global Platform for Disaster Risk Reduction. Disponível em: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLBDwPnveHho\\_ThVvloHtXeQchp4bquWTD](https://www.youtube.com/playlist?list=PLBDwPnveHho_ThVvloHtXeQchp4bquWTD). Acesso em 23/05/2019.

UNISDR (2017). Proceedings of the Global Platform for Disaster Risk Reduction 2017. Disponível em: <[https://www.preventionweb.net/files/55465\\_globalplatform2017proceedings.pdf](https://www.preventionweb.net/files/55465_globalplatform2017proceedings.pdf)>

UNISDR (2017). Annual Report 2017. Disponível em: <[https://www.unisdr.org/files/58158\\_unisdr2017annualreport.pdf](https://www.unisdr.org/files/58158_unisdr2017annualreport.pdf)>. Acesso em 25/02/2019.

UN AGENDA 2030 (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponível em: <[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)>. Acesso em 25/02/2019.

UNFCCC (2015). Paris Agreement. Disponível em: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf). Acesso em 25/02/2019.

UN GAR DRR (2015). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR DRR). Disponível em: <[https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015\\_EN.pdf](https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_EN.pdf)>. Acesso em 25/02/2019

WORLD BANK (2012). Improving the Assessment of Disaster Risk to Strengthen Financial Resilience. Available in: <https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Improving%20the%20Assessment%20of%20Disaster%20Risks%20to%20Strengthen%20Financial%20Resilience.pdf>. Acesso em 25/02/2019.

TUCCI, C. E. M. Apostila do curso de gestão das inundações urbanas. Porto Alegre, 2005.

VIANA, V. J.; FORMIGA-JOHNSON, R. M. (2017) Redução de riscos de desastres associados a inundações: nova abordagem nas políticas públicas brasileiras. Rio de Janeiro: Semioses, 2017.

## REUSO DE ÁGUA DE ARCONDICIONADO UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS E COMPUTAÇÃO EM NUVEM: UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA DE TIC NO AMAZONAS

Data de aceite: 09/03/2020

### Afonso Fonseca Fernandes

Faculdade Martha Falcão/Wyden/Dept°. de  
Administração  
Manaus/AM

ID Lattes: 2181374957487503

### Júlio César D'Oliveira e Souza

Centro Universitário Nilton Lins/Dept°. de  
Ciências Contábeis  
Manaus/AM

ID Lattes: 9301085145115054

### Mario Jorge da Silva Maciel

UFAM – Universidade Federal do Amazonas/  
Dept°. de Engenharia Eletrica  
Manaus/AM

ID Lattes: 9880074157682533

**RESUMO:** O reuso da água a cada dia torna-se mais atrativo, pois está relacionada com a conscientização e uso sustentável desse recurso hídrico cada vez mais escasso. O foco deste trabalho foi responder a questão: é possível o reaproveitamento de água de aparelho de ar condicionado para uso menos nobre? Para isso, foi implantado um projeto de reaproveitamento de água produzida por aparelhos de ar condicionados numa empresa de TIC – PRODAM, localizada na região Norte, com uso de sistema de coleta de dados por

internet das coisas – IoT, armazenamento de dados em nuvem e com leitura por aplicativo de smartphone. Após a coleta, medição e análise do projeto, obteve-se a redução de consumo de 118,40 litros/dia de água tratada e uma diminuição no valor da conta de 1,87% mensal com *pay back* de 12 meses para um investimento de R\$581,10.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso; água tratada; sustentabilidade.

### WATER REUSE OF CONDITIONING USING THINGS INTERNET AND CLOUD COMPUTING: A CASE STUDY IN THE IMA COMPANY IN AMAZONAS

**ABSTRACT:** The reuse of water every day becomes more attractive because it is related to the awareness and sustainable use of this increasingly scarce water resource. The focus of this paper was to answer the question: Is it possible to reuse water from an air conditioner for less noble use? To this end, a project for the reuse of water produced by air conditioners was implemented in an ICT - PRODAM company, located in the North region, using the internet of things - IoT data collection system, cloud data storage and with reading by smartphone app. After collection, measurement and analysis of the project, a reduction in the consumption of 118.40 liters / day of treated water was obtained



and a reduction in the value of the bill of 1.87% per month with a 12 month pay back for an investment of R\$ 581.10.

**KEYWORDS:** Reuse; potable water; sustainability

## 1 | INTRODUÇÃO

A escassez de água no mundo está cada vez mais agravada com as mudanças climáticas, o crescimento populacional, a desigualdade social e com as diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, principalmente nos grandes centros urbanos.

O recurso água potável é uma necessidade contemplada na definição de desenvolvimento sustentável, pois é uma demanda da geração atual e futura no ambiente em que vive. Assim, atualmente há campanhas de conscientização na preservação e uso consciente dos recursos naturais que estão cada vez mais escassos, nessa “onda verde” tanto as pessoas quanto as empresas estão se voltando para uso mais consciente desses recursos em todas as regiões do planeta. Diante dessa necessidade crescente, os gestores empresariais têm procurado implantar programas e/ou campanhas para o uso consciente de água potável, a fim de preservá-la para uso em finalidades mais nobres ou mesmo reduzir os custos com o uso da água.

Desta forma, este trabalho pretende responder o seguinte questionamento: é possível reutilizar a água produzida pelos aparelhos de ar condicionados para uso menos nobres, diminuindo o uso de água tratada? Para responder esta pergunta, foi implantado um projeto para viabilizar o reuso de água produzida por condensação pelos aparelhos de ar condicionados instalados numa empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC - PRODAM, localizada em Manaus, no Estado do Amazonas, utilizando as tecnologias internet das coisas - IoT e computação em nuvem.

Preliminarmente foi realizado um diagnóstico para composição do histórico de consumo e valores de água tratada utilizada para lavagem de calçadas, jardins e aparelhos instalados em um dos quatro prédios que compõem a infraestrutura da empresa PRODAM, a quantidade de aparelhos de ar condicionados instalados nas salas do prédio, medição da capacidade de produção de água condensada pelos aparelhos de ar condicionados; em seguida a estimação dos materiais a serem utilizados para a coleta de água, dados e transmissão de dados para leitura e armazenamento em “nuvem”, tais como: materiais eletroeletrônicos e hidráulicos, e finalmente o desenvolvimento de aplicativo para smartphone com a finalidade de leitura e interpretação de relatórios.

Sobre a análise de viabilidade financeira do projeto, foi realizado o levantamento dos valores pagos durante o ano anterior a implantação do projeto, servindo como base de cálculo do *pay back* do valor total do investimento.

Após a instalação do sistema de coleta de água condensada dos aparelhos de

ar condicionados, foi desenvolvido um sistema, contendo sensor ultrassônicos, sensor de vazão, placa de modem e aplicativo para smartphone para coleta e leitura dos dados digitais.

Os resultados alcançados demonstraram que é viável a utilização água coletada para usos menos nobres, como rega de jardins, lavagem de pátio e/ou aparelhos, uma vez que a produção de água pelos aparelhos de ar condicionados foi de 2.368 litros/mês e a redução do valor de consumo foi de 1,87% mensal; embora a redução do valor financeiro ser considerado baixo, a atitude ecologicamente correta e sustentável justificam o projeto.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O recurso hídrico é considerado essencial para a sobrevivência humana e a vida no planeta, e o reaproveitamento de água produzida pelos aparelhos de ar condicionados diminui o uso de água tratada nas atividades do cotidiano. Assim, alguns autores implantaram seus projetos de reaproveitamento de água de aparelhos de ar condicionados em diversas edificações, tais como: escolas, prédios públicos e até mesmo em prédio de faculdades e universidades, obtendo grande êxito como resultado.

De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU, a agenda 2030, no objetivo 6 “assegurara a disponibilidade e gestão da água e saneamento para todas e todos”, e item 6.3 ...”, reduzir à metade a proporção de água residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente”. Verifica-se que há uma preocupação a nível global sobre a reciclagem e reutilização do recurso água que se apresenta mais escasso.

Barbosa e Coelho (2016) desenvolveram um meio de reaproveitamento de água condensada de aparelho de ar condicionado visando a diminuição do consumo de água tratada utilizada para limpeza da faculdade, além disso, reutilizaram a água como benefício ao meio ambiente e sustentabilidade dos recursos hídricos. Nesse projeto, utilizaram dois sistemas: um de drenagem para água, instalado embaixo dos aparelhos de ar condicionado e outro de unidade coletoras, apoiado em um suporte com rodas giratórias considerado inovador, assim com a implantação do projeto, houve uma redução do consumo de 2400 litros de água potável.

Já Soares, Silva e Silva (2018) implantaram um projeto para viabilizar a redução do consumo de água tratada na administração pública através do aproveitamento da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado do Centro de Formação dos Servidores e Empregados Públicos do Estado de Pernambuco para fins não potáveis. A metodologia consistiu em analisar o histórico de consumo de água do prédio, estimar a quantidade de água condensada produzida pelos aparelhos de ar condicionados e as necessidades de água não potáveis. O resultado obtido foi a viabilidade da utilização

desta água para rega de jardins, cujo o consumo foi estimado em 1.616 litros/mês e o total produzido pelos aparelhos de ar condicionado foi estimado em 9.829 litros/mês. Além disso, a água coletada poderia ser utilizada para outros fins, tais como: limpeza em geral, descarga de bacias sanitárias ou até mesmo para lavagem de veículos.

Catapreta e Freitas (2008) que também analisaram a implantação do projeto de captação de água de aparelho de ar condicionado num edifício público da Cidade Administrativa de Minas Gerais, sede do governo Estadual, teve como resultado uma redução do consumo de água potável entre os anos de 2014 e 2015 de aproximadamente 1.424.000 litros de água, essa quantidade é suficiente para abastecer cerca de 9.493 pessoas, considerando que cada pessoa utiliza cerca de 150 litros de água por dia.

Não obstante, Inada, Mota e Oliveira (2011) que desenvolveram um projeto para um Colégio de Ensino Médio particular no Município de Umuarama, no Paraná, que consistiu em aproveitamento de água de gotejamento dos aparelhos de ar condicionado das salas de aula, sendo essa água armazenada e utilizada para regar o jardim do Colégio, lavar pano de limpeza e calçadas, diminuindo também a utilização de água potável.

Fortes, Jardim e Fernandes (2015) também visou a instalação de projetos de captação de água de ar condicionado em instituições para o aproveitamento em lavagem e jardinagem. Os resultados foram a obtenção de 44,5 litros por dia útil. Estimou-se a necessidade de dois reservatórios para captação de 100 litros cada. Os custos de implantação do projeto piloto, incluindo material e mão-de-obra foi estimado em R\$ 818,10 com pay back de retorno de aproximadamente 6,76 anos.

Já Bolina et al. (2017) estudaram a viabilidade de aproveitamento de água de aparelho de ar condicionado no Centro de Espaço Físico da Universidade Federal de Goiás para fins não potáveis, tais como: lavagem de passeios, uso de bacias sanitárias ou mesmo para regar jardins, priorizando a redução de água tratada. Desta forma, observou-se que o volume produzido foi relativamente alto, chegando a 1.591 e 2.713 litros na estação seca e chuvosa respectivamente. A economia financeira foi considerada pequena e detectaram amostras de água com presença de sulfeto de hidrogênio acima do permitido pela portaria do Ministério da Saúde MS 2914/11, impossibilitando o uso potável, porém a água poderia ser utilizada em bacias sanitárias.

Também Rocha (2017) que analisou a viabilidade econômica e construtiva de aproveitamento de água condensada no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande de Norte – UFRN que utilização da água de ar condicionado, mostrou-se como uma alternativa sustentável na busca pela conservação dos recursos hídricos. A metodologia envolveu a elaboração de um projeto, análise da qualidade da água, avaliação da eficiência do sistema e os custos de implantação do projeto. A investigação indicou que a oferta mensal produzida pelos aparelhos foi de 17.937,00 litros que equivale a 89,50% da demanda de irrigação do local, considerando o tempo de funcionamento dos aparelhos de 8 horas/dia, viabilizando o projeto.

Já Accardo, Carvalho e Gouveia (2018) propuseram um sistema de reuso da

água condensada de aparelho de ar condicionado, reaproveitando-a de maneira mais nobre para uso em laboratório de química. Desta forma, água poderia ser utilizada como água destilada para uso laboratorial e após o processo de ionização, obter água de qualidade classe – I. O reaproveitamento desta água representou uma oportunidade de reduzir o consumo de água e energia elétrica com um investimento relativamente baixo, ou seja, um custo de R\$ 500,00 com retorno em menos de 2 meses.

Ferreira e Tose (2016) também implantaram um projeto em prédio universitário, no caso o Instituto Federal do Espírito Santo – campus Santa Teresa. O trabalho teve como objetivo realizar levantamento quantitativo da produção de água proveniente de aparelho de ar condicionado e correlacioná-lo com os benefícios econômicos e ambientais que o reuso da água poderia proporcionar a Instituição. A pesquisa constatou que no Instituto há uma produção de 172.780,72 litros de água por ano letivo, suficiente para suprir mais de 40% da demanda de água no local.

Porém, Cagliari e Hermany (2017) investigaram tecnologia para melhorar o aproveitamento dos recursos hídricos e de energia para uma boa produtividade na agricultura, para isso fizeram uso da internet das coisas, tecnologia de *hardware* e *software*, e a plataforma arduino sem necessidade de altos investimentos. Assim, utilizaram sensores e desenvolveram *software* para otimizar a utilização dos recursos em pequenas e médias propriedades rurais. Os resultados obtidos foram a constatação de que a plataforma arduino além de ser uma solução de baixo custo, também capaz de atender a automação de irrigação, fazendo a interação do arduino com plataforma externas e também “serviços em nuvem” para troca e entrega de dados demonstrando o potencial da aplicabilidade da internet das coisas.

Caldas e Camboim (2017) realizaram a implantação de sistema de aproveitamento de água condensada coletada por meio de aparelhos de condicionadores de ar para fins não potáveis num bloco da Universidade de Pernambuco, contribuindo com a redução do consumo de água subterrânea e sustentabilidade dos recursos hídricos da região. Os resultados foram que mesmo não atendendo a demanda de água potável, proporcionaria uma economia financeira e benefícios ambientais.

E, para Rezende (2016) o reuso de água tem se tornado cada vez mais importante, assim águas cinzas vêm se destacando como fonte alternativa de água para fins que não necessitam de água potável. A investigação se deteve em fazer um levantamento das legislações e normas sobre o reuso urbano no Brasil e no mundo. O resultado foi a sugestão de proposta de critérios de qualidade de água de reuso urbano para uso irrestritos e restritos com base em padrões já consolidados internacionalmente e nas recomendações na literatura. O reuso de águas cinzas é uma boa opção no âmbito doméstico, principalmente para irrigação de jardins, lavagem de pavimento de veículos, fins ornamentais, combate a incêndios, construção civil, porém a recomendação foi que deve passar por tratamento químico.

### 3 | METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo realizar levantamento quantitativo da produção de água condensada pelos aparelhos de ar condicionados e relacioná-los com os benefícios ambientais e os financeiros para uma empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação no Amazonas - PRODAM. Assim, a metodologia baseou-se no levantamento da quantidade de aparelhos de ar condicionados, mensuração da vazão pelo método direto e consumo de uso de água tratada para irrigação do jardim, lavagem de pátio e lavagem de aparelhos de aparelho de ar condicionado, o desenvolvimento de um sistema de sensores e aplicativo para smartphone.

O projeto consiste num sistema de drenagem de água de aparelho de ar condicionado composto por tubos e conexões em PVC para a coleta de água condensada dos aparelhos e armazenagem em tanque de 200 litros. O projeto foi implantado numa estrutura física da administração de empresa PRODAM, composto por 9 salas, totalizando 9 aparelhos de ar condicionados com funcionamento de 8 horas/dia e com capacidade variando entre 12 a 48 Btu's e produção de água por condensação entre 3,5 a 20 litros/dia, conforme tabela 1.

<b>Produção de água dos aparelhos de ar condicionados do Prédio Administrativo - (em litros)</b>				
<b>Ord.</b>	<b>Ar condicionado (Btu's)</b>	<b>Local (sala)</b>	<b>Qtd. diária</b>	<b>Qtd. mensal</b>
1	48.000	Gepes - Spdes	20,00	400
2	30.000	Gepes - Spdes	3,60	72
3	48.000	Gefin - Dptes	13,50	270
4	48.000	Gecon	20,00	400
5	48.000	Spape	20,00	400
6	36.000	Spsec	16,40	328
7	36.000	Geadm/Spcpr	16,40	328
8	12.000	Secretaria Diraf	3,50	70
9	30.000	Diraf	5,00	100
Total			118,40	2368

Tabela 1 - Produção de água dos aparelhos de ar condicionados

Fonte: próprio autores (2019)

#### 3.1 Diagnóstico

Para a viabilidade do projeto, foi realizado um estudo de diagnóstico no prédio administrativo da empresa composto de 9 salas comerciais, conforme figura 1, onde estão instalados os aparelhos de ar condicionados.



Figura 1 - Vista de cima do prédio de administração da PRODAM

Fonte: adaptado pelos autores (2019)

O processo de diagnóstico iniciou-se realizando a coleta de água produzida pelos aparelhos de ar condicionados em garraões com capacidade de 20 litros, conforme figura 2.



Figura 2 - Coleta de água dos aparelhos de ar condicionados

Fonte: próprio autores (2019)

Não obstante, para uma medição mais precisa, utilizou-se um recipiente com escala de 5 a 450 mililitros, conforme figura 3.



Figura 3 - Medição da coleta de água dos aparelhos de ar condicionados  
Fonte: próprio autores (2019)

Durante a coleta, constatou-se que houve uma produção de 71 litros de água/dia e 2.130 litros de água/mês, sendo o suficiente para suprir a demanda de água no prédio administrativo para a destinação de lavagem de calçadas, rega de jardins ou até mesmo lavagens de aparelhos de ar condicionados.

Após o levantamento da produção de água, foi realizada medição no entorno do prédio para a estimativa da quantidade de materiais hidráulicos a serem adquiridos, tais como: tubos de PVC, braçadeiras, conexões, parafusos e buchas.



Figura 4 - Medição para estimar a quantidade de materiais hidráulicos  
Fonte: próprio autores (2019)

## 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Montagem do Sistema de Drenagem

Para a montagem do sistema de drenagem dos aparelhos de ar condicionado foram utilizados 18 tubos de PVC de 25mm conectados por 12 conexões tipo “joelho” de 25mm e 6 do tipo “T” de 25mm para receber o fluxo de água das saídas das unidades condensadoras. Para vedação entre os tubos e conexões, foi cola específica para tubulação e para fixação do sistema de drenagem, foram utilizadas 70 braçadeiras do tipo “D” de ¾”, 70 parafusos de 6 mm com bucha e para tampar a extremidade do sistema foi utilizada uma torneira de ¾”, conforme tabela 2.

Relação de Material para o Projeto de Captação de Água de ar Condicionado				
Materiais	Especificações	Qtd.	VL. Unit.	VL. Total
Tambor	Polietileno 200L	1	80,00	80,00
Sensor Ultrassônico	Arduino	1	16,00	16,00
Placa de Circuito	Arduino	1	15,00	15,00
Processador	Arduino	1	48,00	48,00
Cabos	Arduino	10	5,00	50,00
Tubo 25mm	Polietileno Soldavel de 6m	18	12,00	216,00
Joelho 25mm	Polietileno Soldavel	12	0,50	6,00
"T" 25mm	Polietileno Soldavel	6	1,10	6,60
Braçadeira	Tipo "D" chaveta de Ferro 3/4	70	1,75	122,50
Parafuso N°6	Parafuso com Bucha	70	0,20	14,00
Torneira P/ Tambor	Polietileno	1	7,00	7,00
			<b>Total</b>	<b>581,10</b>

Tabela 2 - Relação de material para o projeto

Fonte: próprio autores (2019)

### 3.2.2 Montagem do Sistema de Hardware da Coleta de Dados

Para a criação sistema de coleta de dados, foi utilizado um sensor ultrassônico, figura 5, para a medição da altura do nível de água no tanque, ou seja, para verificar a quantidade de água no tanque. O sensor ultrassônico é um dispositivo muito utilizado na indústria para medição de distância e detecção de posição de materiais granulados, materiais em pó e fluidos. O grande diferencial deste tipo de sensor é que ele pode medir variáveis como enchimento, curvatura e altura sem a necessidade de contato. Podem medir distâncias que variam de 20mm a 20 metros com erro de medição de 1% do valor medido.



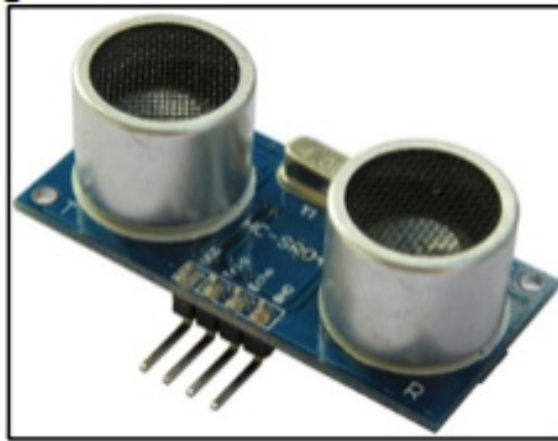


Figura 5 - Sensor ultrassônico  
Fonte: adaptado pelos autores (2019)

O sensor de vazão consegue medir a quantidade de água que passa por um tubo, este sensor ligado a um cano, saberemos se existe um fluxo de água passando por ele. Assim, este foi conectado a um tubo de  $\frac{3}{4}$  " que é considerado a fonte de água na entrada do sensor. O sensor funciona como uma espécie de "encoder", onde existirão pulsos digitais na saída do sensor enquanto houver líquido fluindo. Sua faixa de tensão de operação vai de 4,5 Vdc a 18 Vdc, e sua corrente máxima é de 10 mA em 5 Vdc. Quando alimentado com 5Vdc, o pulso de saída representando nível lógico alto será de 4,5 V, enquanto o nível lógico baixo será de 0,5 V. conforme figura 6.



Figura 6 - Sensor de vazão  
Fonte: adaptado pelos autores (2019)

Para a transmissão de dados coletados pelos sensores, foi instalada uma placa ESP8266 que possui funcionalidade *wifi* utilizada em projetos de internet das coisas que envia dados coletados dos sensores para a "nuvem", que em seguida disponibiliza consultas que podem ser visualizados em aplicativos em smartphone, conforme figura 7.

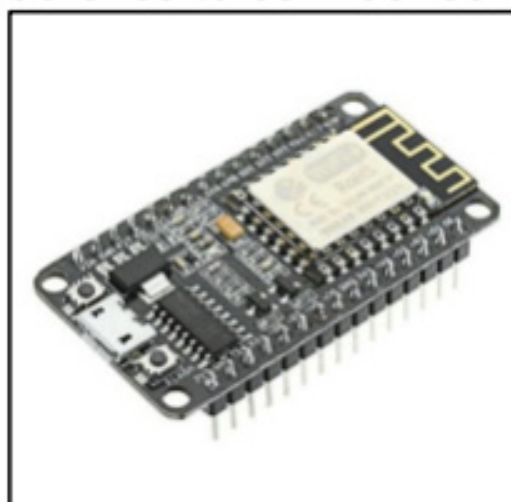


Figura 7 - Placa do circuito com sensores e processador

Fonte: adaptado pelos autores (2019)

#### 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a coleta de água de 9 aparelhos de ar condicionados localizados no prédio administrativo da PRODAM, verificou-se a produção de 118,40 litros/dia e 2.468 litros/mês, sendo possível uma redução no consumo de água tratada de 118,40 litros do total de 120 litros usados no cotidiano para rega de jardins, lavagem de pátio e/ou lavagem de aparelhos de ar condicionados. Em relação ao valor da conta de consumo de água, houve uma redução média de 1,87% mensal e o *pay back* para um investimento de R\$ 581,10, foi de 12 meses.

Também verificou-se que o sistema de coleta de dados através de sensores, transmissão de dados, armazenamento e leitura, conforme as figuras 8 e 9, foram eficientes e funcionou como o esperado.

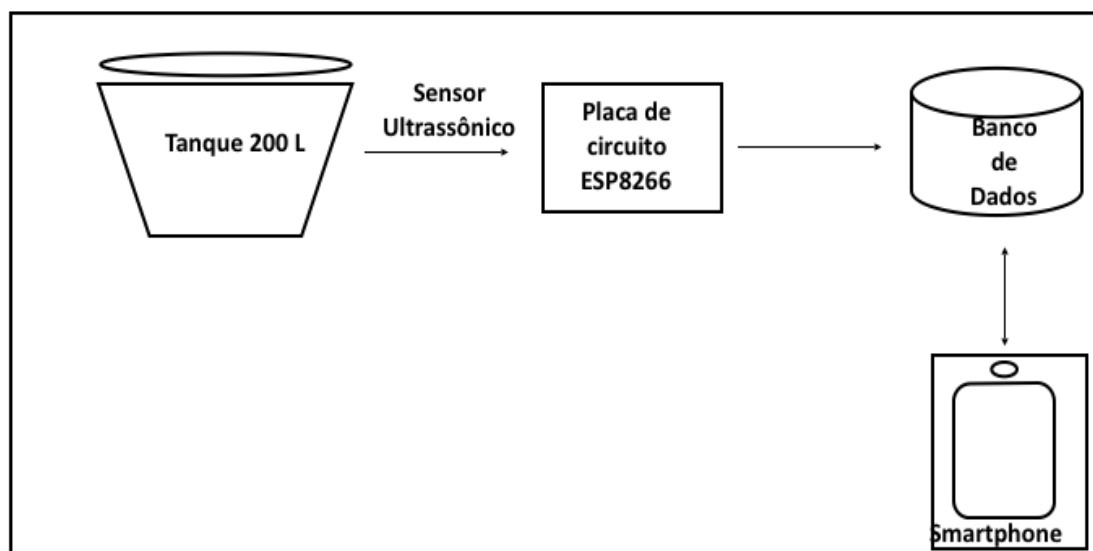


Figura 8 – Fluxograma de coleta, armazenamento e leitura de dados

Fonte: próprio autores (2019)

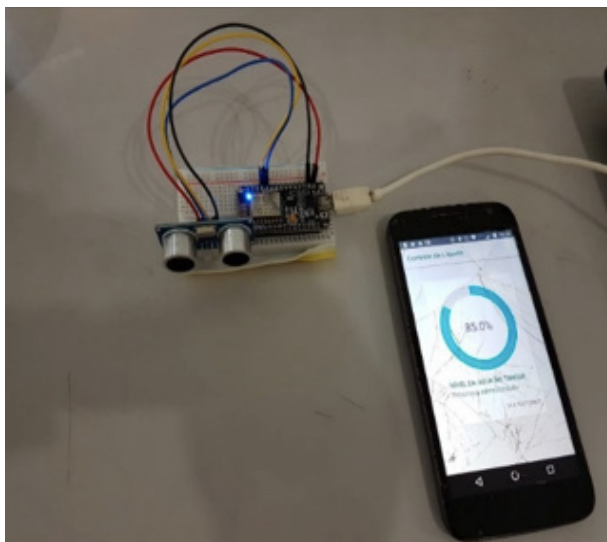


Figura 9 – Sensores de coleta de dados e leitura no Smartphone

Fonte: próprio autores (2019)

## 5 | CONCLUSÃO

Nos últimos anos o mundo tem passado por período de secas, mudanças climáticas e falta de recursos hídricos, em especial nas metrópoles brasileiras que fazem racionamento no abastecimento público de água tratada. Apesar da empresa PRODAM está localizada no “coração da Amazônia” e no Estado do Amazonas onde se localiza o maior rio em volume de água doce, o rio Amazonas, os colaboradores são conscientes que o recurso água potável é limitado e está cada dia mais escasso, e que é necessário despertar atitudes ecologicamente corretas e sustentáveis.

Neste propósito, este trabalho tem como objetivo viabilizar o reuso da água produzida pelos aparelhos de ar condicionados instalados na empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação – PRODAM no prédio da Administração da empresa localizado em Manaus, utilizando como diferencial inovador as tecnologias internet das coisas - IoT e computação em nuvem.

Através das análises realizadas durante a implantação do projeto, verificou-se que é possível utilizar a água produzida pelos aparelhos em jardinagem, lavagem de pátio e lavagem de aparelhos de ar condicionado no prédio onde o projeto foi implantando, com uma redução de consumo de água potável de 118,40 litros/dia.

Sobre a viabilidade financeira, a empresa tem o retorno do investimento total em 12 meses, de acordo como *pay back* calculado. Apesar do tempo de retorno ser longo e financeiramente baixo, o reaproveitamento da água dos aparelhos de ar condicionados não se limita a somente a questão financeira, mas também obter como resultado a conscientização do uso racional da água tratada, aproveitando ao máximo os recursos disponíveis de maneira sustentável.

Um dos diferenciais do projeto é o uso inédito da internet das coisas e computação em nuvem o qual se utilizou equipamentos como sensores e aplicativo

para smartphone. O processo de funcionamento eletrônico e coleta de dados pelos sensores ultrassônicos e de vazão foram eficientes, além disso a placa ESP8266 funcionou sem problemas para o envio dos dados para a nuvem e a apresentação em smartphone facilitando assim a medição, leitura e controle da água armazenada.

Uma vez comprovado que a instalação do projeto de aproveitamento de água produzida pelos aparelhos de ar condicionados seja uma fonte alternativa de captação de água para uso menos nobre, é possível replicá-lo em sua íntegra em outros prédios públicos como secretarias e órgãos estaduais ou comerciais, evitando os desperdícios de água que é descartada diariamente no meio ambiente e propiciando, muitas vezes, a reprodução de vetores de doenças como: *malária urbana, zika, dengue e chikungunya*.

Tendo em vista que se trata de um projeto implantado somente em um dos prédios de uma totalidade de quatro que compõe a infraestrutura da PRODAM, sugere-se que projeto semelhante seja implantado nos demais prédios e demais órgãos governamentais contribuindo com o uso sustentável recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

ACCARDO, Elio; CARVALHO, Conrado O. C.; GOUVEIA, Davi M. **Reaproveitamento da água condensada de aparelhos de ar condicionado para uso em laboratórios de química**. Dignidade Re-Vista, v.3, n.3, julho, 2018.

BOLINA, Cecília de Castro; FÉLIX, Marielle V.; GOMES, Marcelus I. L.; RODRIGUES, Augusto L.; SARDINHA, Gustavo de O. M. **Reuso da água de dreno de ar condicionado para fins não potáveis**. Engevista, ISSN: 1415-7314, ISSN online: 2317-6717, v.19, n.5, p.1387-1400, dezembro, 2017.

BARBOSA, T.; COELHO, L. **Sustentabilidade por meio do reúso da água dos aparelhos de ar-condicionado** da faculdade de tecnologia deputado Waldyr Alceu Trigo – FATEC sertãozinho. **Revista Academus**, v. 4, n. 1, 2016.

CAGLIARI, Aléssio I.; HERMANY, Jonas D. Internet das coisas: **arduino como solução de automação para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos e da energia elétrica na agricultura**. Revista Conexão. n°.1, ISSN 2357-9196, 2017.

CALDAS, Julliana; CAMBOIM, Wil L. L. **Aproveitamento da água dos aparelhos condicionadores de ar para fins não potáveis**: avaliação da viabilidade de implantação em um bloco do UNIPÊ. Interscientia, vol.5, n°.1, 2017.

FORTES, P. D.; JARDIM, Patrick W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado**. XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, v. d, p. 16, 2015.

FERREIRA, Elvis P.; TOSE, Marco. **Uso sustentável da água produzida por aparelhos de ar condicionado** – um estudo de caso. Revista de Engenharia e Tecnologia, ISSN 2176-7270, v.8, n°.3, dez, 2016

GOOGLE Maps, <https://www.google.com.br/maps/@-3.1205055,-60.0145488,74m/data=!3m1!1e3?hl=pt-BR> acesso em 29/08/2019.

INADA, Paulo; MOTA, Thatiane R.; OLIVEIRA, Dyoni M. da. **Reutilização da água dos aparelhos de**

**ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR.** VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica CESUMAR – Centro Universitário de Maringá, Editora CESUMAR, Maringá – Paraná – Brasil, 2011.

ONU. Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> acesso em 17/06/2019.

ROCHA, Débora P. da. **Sistema de reuso de água proveniente de aparelhos de ar condicionados para fins não potáveis:** estudo de caso aplicado ao Centro de Tecnologia da UFRN. Trabalho de Conclusão de Curso –TCC, 19 f., RN/UF/BCZM, CDU 628.179.2, 2017.

REZENDE, Amanda T. **Reuso urbano de água para fins não potáveis no Brasil.** Trabalho final do curso de engenharia ambiental e sanitária, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

SOARES, M. C. D. M.; SILVA, A. F. A. da; SILVA, S. R. da. **Análise de viabilidade do aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionado para fins não potáveis em um prédio público situado no Recife** - PE. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 6, n. 39, p. 16–30, 2018.

## ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS UNIDADES DE UMA REDE SUPERMERCADISTA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PA)

Data de submissão: 10/12/2019

Data de aceite: 09/03/2020

### Danúbia Leão de Freitas

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9655471234872805>

### Yan Torres Dos Santos Pereira

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0448848350291954>

### Douglas Matheus das Neves Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/8865610521814083>

### Danilo Mercês Freitas

Universidade Federal do Pará

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9492621738026447>

**RESUMO:** Este artigo tem como objetivo avaliar a gestão de resíduos sólidos de unidades distintas de uma rede de supermercados localizados na cidade de Belém-PA. Para a realização do trabalho foram visitadas três unidades da Rede, situadas nos seguintes locais, unidade 1 (Augusto Montenegro), unidade 2 (Umarizal) e unidade 3 (Duque), nelas foram aplicados questionários acerca da gestão de resíduos; além das realizadas observações

sobre a presença de lixeiras comuns e lixeiras recicláveis, coleta de resíduos gerados, de pilhas, baterias, e assim comparadas utilizando critérios como localização, tempo de funcionamento e condições do estabelecimento. Com os dados avaliados, foram verificados que as unidades possuem pontos onde se localizam coleta seletiva estando em boas condições, mas que alguns critérios não foram respondidos pelos funcionários por falta de conhecimento sobre. As redes separam seus resíduos e os armazenam para a destinação final, a qual é feita por empresas terceirizadas, porém a gestão de resíduos orgânicos, pilhas e óleos ainda precisam ser aprimorados. A rede entendeu que investimentos que visam reduzir impactos ambientais, como a boa gestão de resíduos sólidos gera lucros e benefícios a empresa, o que a deixa de acordo com a lei e boa imagem, mesmo havendo pontas que possam ser melhoradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos. Rede de Supermercados. Gestão. Coleta. Unidades.

### ANALYSIS OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN UNITS OF A GROCERIE STORE CHAIN IN THE METROPOLITAN AREA OF BELEM

**ABSTRACT:** This article aims to evaluate the solid waste management of different units of a supermarket network located in the city of

Belém-PA. Three units of the network were visited to carry out the work. They were held in the following locations, unit 1 (Augusto Montenegro), unit 2 (Umarizal) and unit 3 (Duque). Questionnaires about waste management were applied; In addition, observations were made on the presence of common and recyclable bins, collection of waste generated, batteries, and thus compared using criteria such as location, operating time and conditions of the establishment. With the evaluated data, it was verified that the units have points where selective collection is located being in good condition, but that some criteria were not answered by the employees for lack of knowledge about. The networks separate their waste and store it for final disposal, which is done by outsourced companies, but the management of organic waste, batteries and oils still needs to be improved. The network understood that investments aimed at reducing environmental impacts, such as good solid waste management generates profits and benefits to the company, which makes it in accordance with the law and good image, even though there are points that can be improved.

**KEYWORDS:** Solid Waste. Supermarket network. Management. Collect. Units.

## 1 | INTRODUÇÃO

O processo de coleta e destinação dos resíduos sólidos gerados por grandes redes de supermercados é apresentado como um dos grandes desafios a serem enfrentados pela Engenharia Ambiental. Segundo Menezes (2013), esta prática de responsabilidade social está se tornando cada vez mais frequente nas discussões das grandes empresas mercadológicas, o que é de suma importância. No entanto, a problemática se agrava pelo crescimento exponencial da população e excessivo consumo da sociedade, na qual se observa uma grande influência midiática em relação ao consumo exacerbado de produtos supérfluos, e assim, aumentando a demanda de procura e produção de resíduos (Pereira, Lira & Cândido, 2009).

Há poucos anos, encontrava-se um pouco da logística reversa em prática no mercado, na qual era possível encontrar, por exemplo, centros de trocas de garrafas retornáveis. De acordo com Kraemer (2005), a compreensão da problemática do lixo e a busca de sua resolução pressupõem mais do que a adoção de tecnologias, ou seja, é preciso refletir sobre o lixo em si, no aspecto material. No Brasil, essa temática ainda é pouco explorada, principalmente quando se atenta para as regiões menos desenvolvidas do país, nas quais verifica-se a necessidade de incorporar à educação do brasileiro essa cultura da reciclagem (PARENTE, 2000).

A questão do lixo e meio ambiente vem sendo principal tópico de vários estudos dentro da área de Engenharia Ambiental. A criação das áreas urbanas e a evolução industrial, trouxeram diversos prejuízos para o meio ambiente, acarretando em várias modificações físicas e biológicas no cenário que compromete o meio ambiente (MUCELIN 2008). Muitos produtos, quando não possuem mais utilidade, são manejados e despejados de forma incorreta, dentre eles são descartados:

resíduos sólidos, orgânicos e metais pesados. Desta forma contamina-se o solo, e até possivelmente as bacias hidrográficas, o que traz diversos problemas à população em geral (KEMERICH 2013).

Partindo deste pressuposto, há também preocupações quanto ao desperdício de material orgânico. Apenas no ano de 2017, estima-se que o setor supermercadista perdeu ao equivalente a R\$ 7 bilhões de reais em alimentos prontos para consumo, produtos que apresentavam algum tipo de dano, aparência ruim ou estava fora do período de validade (Abras, 2018).

Analisando todo esse cenário do gerenciamento de resíduos sólidos nas redes supermercadistas, este artigo teve o objetivo de levantar dados qualitativos e quantitativos sobre o funcionamento desse setor nos supermercados de Belém-PA. A região metropolitana do município em questão possui três principais redes de supermercados, em decisão concisa dos colaboradores, foi escolhida a rede em questão para ser analisada e questionada sobre a política de gerenciamento de resíduos sólidos adotada pela empresa.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foram utilizados como principais fontes de embasamento teórico pesquisas em livros, textos e periódicos sendo realizada uma pesquisa descritiva sobre o tema vigente. Sobre o tema dos resíduos de supermercado utilizou-se os artigos Melo; Alcântara (2015); Neves (2013); Sanches ; Neto (2016); Neto; Guimarães; Junior (2016); Jacobi; Besen, (2011); Menezes; Dapper, (2013). No tocante ao tema resíduos sólidos em geral, usou-se Viana; Silveira; Martinho (2015).

Além disso, com o intuito de adquirir conhecimento especializado, foi realizada uma entrevista com uma docente da Universidade Federal Rural da Amazônia, a mesma é Coordenadora do Programa de Iniciação Científica (PIBIC) da UFRA e possui experiência na área elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Plano de Gestão Municipal de Resíduos Sólidos. A realização da entrevista consistiu em um questionário com pontos pertinentes ao tema proposto.

Para a obtenção de dados, realizou-se pesquisa de campo, que foi realizada nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2018, nos quais foram realizadas visitas nas unidades da Rede de Supermercados na região metropolitana de Belém. Como objeto de estudo, utilizamos as seguintes unidades desta rede de supermercado: unidade 1 (Duque de Caxias - Av. José Bonifácio, 165 - Fátima, Belém - PA, 66063-075), unidade 2 (Augusto Montenegro - Rod. Augusto Montenegro - Parque Verde, Belém - PA, 66645-001) e unidade 3 (Umarizal - R. Curuçá, 580 - Telégrafo, Belém - PA, 66050-080) e

Na primeira unidade visitada (Duque), foi aplicado o questionário aos responsáveis, os entrevistado foi o Gerente Geral da unidade. Utilizamos o mesmo questionário nas outras duas visitas, os entrevistados foram o Gerente Geral e a Nutricionista (Augusto



Montenegro) e a Nutricionista (Umarizal), respectivamente.

Foram realizadas análises e perguntas sobre o funcionamento da gestão de resíduos sólidos em cada unidade de supermercado. As perguntas foram realizadas com os gerentes gerais e as nutricionistas das unidades, por meio de um questionário com nove perguntas que levamos impresso. Em seguida, de acordo com as respostas (sobre os tipos de processos realizados pela unidade) obtidas, pedimos (se possível) para entrarmos no local no qual estes processos são realizados, pois, dessa maneira, estaríamos de fato comprovando a veracidade das informações. Todavia, não foi possível a realização do último pedido, conseguimos apenas fotos do local.

Posteriormente, com o resultado da pesquisa e por meio dos conhecimentos adquiridos bibliograficamente, foram realizadas comparações entre as três unidades do supermercado para obtenção de uma conclusão detalhada de qual a unidade mais sustentável e cumpridora das normas inseridas e, portanto, possui o melhor sistema de gestão de resíduos sólidos da rede de supermercados. Ademais, por meio dos dados coletados e tabulados foram confeccionados gráficos e tabelas, que serviram como subsídio para a defesa e construção do trabalho.

Contudo, devemos levar em consideração que a pesquisa em questão pode apresentar algumas falhas, visto que, deve ser mencionado a possibilidade de questionamento quanto a veracidade das informações emitidas pelo responsável de cada empresa em questão.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Características de diferenciação das unidades avaliadas

Na tabela 1 a seguir é mostrada algumas das diferenças das redes avaliadas, nota-se que a (2ª unidade) Augusto Montenegro é a maior das unidades, em relação a área. Apesar da (1ª unidade) não possuir nem a metade da área da (2ª unidade), ela possui um número bastante elevado de clientes, logo apresentam números semelhantes de funcionários e resíduos gerados. Já em relação as inovações destinadas a geração de um desenvolvimento sustentável, a 2ª e 3ª unidade, por serem as mais atuais, cotam com uma variedade estrutural (Apêndices A e B) para os clientes, como: restaurante, padaria, lanchonete, floricultura e ambiente climatizado, o que pode gerar mais satisfação e conforto aos clientes.

Supermercado(Unidades)	Ano	Tempo que as pessoas ficam no supermercado	Possuem instalações moderna	Possuem um grande aglomerado de clientes	Área por metro quadrado
(1ª Unidade) Duque	1975	20 min a 1 h	Não	Sim	Acima de cinco mil metros quadrados
(2ª unidade) Augusto Montenegro	2011	10-45 min	Sim	Não	24 mil metros quadrados

(3ª unidade) Umarizal	2016	20 min a 1 h	Sim	Não	cinco mil metros quadrados
-----------------------	------	--------------	-----	-----	----------------------------

Tabela1: Características de diferenciação das unidades avaliadas

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

### 3.2 Posições em relação a política verde

As unidades não souberam responder, disseram que deveriam falar com a engenheira ambiental da rede, em relação a esta questão, entretanto, até o presente momento, não obtivemos uma resposta.

Define-se a política verde como a busca por uma sociedade baseada no princípio da sustentabilidade, buscando justiça social e crescimento econômico aliado a preocupação com o meio ambiente. Em um questão mais local como os supermercados analisados, tal política poderia empregar-se na criação um pensamento ecologicamente correto sobre a gerência e consumidores a partir da separação e retorno adequado dos resíduos produzidos para assim promover, por exemplo, menores custos financeiros evitando a necessidade de consumir mais recursos para fabricação de novos produtos e diminuir impactos ambientais e sociais advindos do mal descarte do lixo produzido.

### 3.3 Gerenciamento dos resíduos sólidos

Com relação ao processo de gerenciamento dos resíduos sólidos, as três unidades afirmaram adotar todos os cuidados para a coleta de resíduos. As mesmas possuem lixeiras em cada setor com tampa e pedal, conforme a legislação da vigilância sanitária (ANVISA), que instituiu o decreto - Lei nº 986/1969, com normas básicas para os estabelecimentos onde são fabricados, preparados, beneficiados, acondicionados, transportados, vendidos ou depositados alimentos.

Os lixos são recolhidos sempre que necessário, ou então no fim do expediente, sempre fora do alcance da área de manipulação de alimentos entre outros produtos, a fim de evitar uma possível contaminação.

Os entrevistados afirmaram que dos resíduos produzidos diariamente encontram-se em maior quantidade produtos orgânicos, pela demanda de frutas e hortaliças em geral e em segundo lugar os papelões, plásticos e sacolas, pois, trata-se de uma rede de grande porte, demandando muitas descargas de produtos, conseqüentemente a geração enorme desses materiais. Em contraposto a esta informação, Ceretta e Froemming (2013) consideram que o maior problema não se encontra na quantidade produzida, e sim, nos danos ambientais resultantes do seu descarte, que na maioria dos casos são inadequados para o meio ambiente.

No que se refere ao controle e manipulação do lixo produzido diariamente declararam que o lixo retirado de cada setor é levado para a área de armazenamento atrás da loja (Figura 1), que fica afastada de qualquer local referente a manipulação de alimentos ou produtos. Após a retirada dos resíduos de cada setor do supermercado,

é feita a separação dos lixos orgânicos, plásticos, papelão e não recicláveis (seco e/ou cortante). Em seguida, são acionadas as empresas terceirizadas para realizarem a retirada dos resíduos (Figura 2).



Figura 1: Depósito de armazenamento dos resíduos sólidos (2ª unidade)

Fonte: Dados da pesquisa (2018)



Figura 2: Formas de armazenamento de rejeitos e processo de encaminhamento dos resíduos sólidos para as empresas terceirizadas responsáveis (3ª unidade).

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Em relação aos compostos de matéria orgânica, declararam não possuírem projetos para o reaproveitamento dos resíduos orgânicos e a destinação final desses resíduos fica a cargo da empresa especializada por esse setor. Seria interessante, se possível, que os supermercados locais também tivessem parcerias com instituições filantrópicas para doação destes orgânicos, o que atenderia a um dos objetivos da Lei 12.305/10, que é o estímulo a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, conforme visto em Nascimento et al (2017).

Quanto a coleta seletiva, garantiram possuir lixeiras padronizadas para metais, plásticos, papeis, vidro e orgânicos. Depois de retirados dos postos de coletas pelos funcionários, são separados e armazenados em um depósito dentro da empresa à espera da coleta pela empresa terceirizada responsável. A separação é feita de acordo com a Lei Federal de nº.275/2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

No que concerne a política de reciclagem dos resíduos eletrônicos, afirmaram que ainda não realizam esse tipo de coleta, pois, a demanda é muito baixa. Dessa forma, é inviável financeiramente para a rede adotar essa ação. Contudo, o fato da demanda ser dita como baixa não exime o supermercado de possuir um planejamento adequado para este resíduo tendo em vista que, de acordo com a Lei nº 12.305/2010 - Art. 33 da Política Nacional de Resíduos Sólidos todos os fabricantes, distribuidores, importadores e comerciantes de resíduos eletrônicos são obrigados a estruturar, e implementar sistemas de logística reversa, após o uso de tal produto pelo consumidor e seu recolhimento pela empresa, de modo que independe do número demandado de recolhimento destes produtos pelas unidades de distribuição de serviços. Além disso esses materiais em sua maioria possuem metais pesados em sua estrutura e esses elementos caso sejam mal descartados podem acabar por serem dirigidos a diversos pontos (lençóis freáticos, solo, regiões com vegetação), infligindo danos ao meio ambiente e ao ser humano, ressaltando a partir disso a importância do seu descarte adequado.

Através dos dados coletados de cada rede, ficou evidente que o processo de gestão dos resíduos e gerenciamento não é algo que ocorre em unidades isoladas, mas sim, na rede supermercadista em geral, apresentando coletas diariamente, ao final do expediente, possuindo áreas para depósito dos resíduos nas redes e esperando a coleta pela empresa terceirizada da área. Um ponto negativo, é que como todas as unidades são interligadas em relação a estes processos, nenhuma das 3 unidades apresentam coleta ou separação de resíduos eletrônicos, óleos e orgânicos.

### **3.4 Em relação ao cumprimento da Política Nacional de Meio Ambiente**

Podemos notar, a seguir (ver Figura 3) que as reciclagens e coletas seletivas das unidades estão em 70% pois, reciclam e coletam os plásticos, vidros, papelões e alumínio. Já a separação inadequada consta 30% com razão da não reciclagem ou coleta de resíduos orgânicos (comida), óleos e principalmente os produtos eletrônicos (pilhas e baterias). Com relação ao último critério analisado, consta 80% uma vez que, não cumpre todos os requisitos para um descarte adequado.

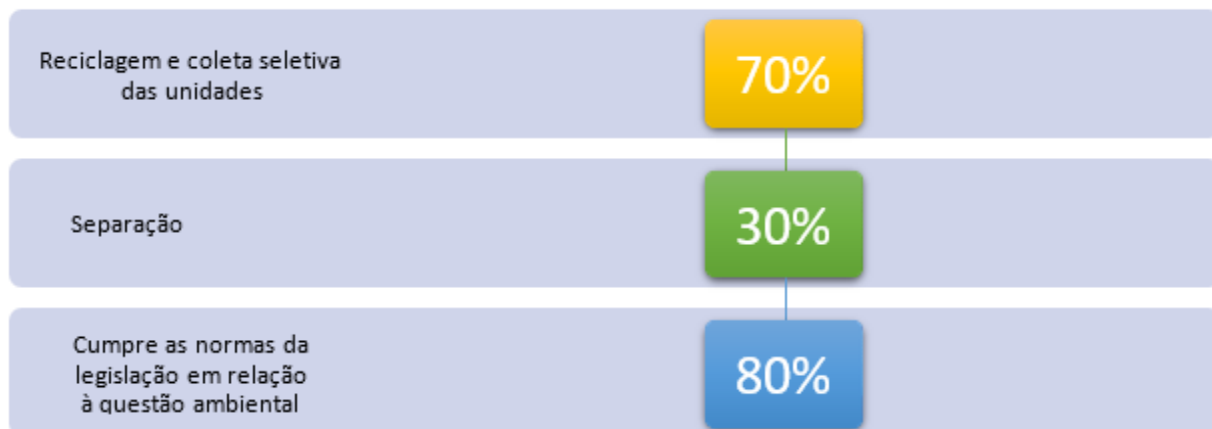


Figura 3: Gráfico em razão do funcionamento da coleta seletiva em relação ao cumprimento da legislação

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Segundo o Art 2º da Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 a Política Nacional do Meio Ambiente possui como objetivo “A preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendendo aos princípios”.

### 3.5 Lucratividade e reciclagem

É preciso salientar que a rede supermercatista, após a separação nas unidades, vendem os produtos recicláveis (plásticos, vidros, papeloes e alumínio) para empresas terceirizadas gerando lucros para a empresa no processo do descarte de seus resíduos. Os papelões são os maior número, mas também os alumínio e plástico são bastante lucrativos para a rede. O processo de descarte final dos resíduos fica totalmente à encargo de empresas terceirizadas de cada área.

### 3.6 Identificação das características das três unidades, através das observações ao entorno: identificação de objetos relacionados ao descarte consciente e adequado

Na visitação a 1ª unidade, por se tratar da mais antiga, visualizamos um ambiente sem muitas inovações, entretanto, não deveria ser necessariamente o mais desorganizado e sujo. Em relação à questão ambiental, identificamos lixeiras com separação (figura 4), além de coleta de plasticinas usadas (figura 6).

Em relação a 2ª unidade, visualizamos de imediato um ambiente amplo extremamente organizado e limpo, apresentando varias inovações como padarias, restaurantes, lanchonetes, confeitarias e floricultura. Com relação ao armazenamento do lixo, identificamos lixeiras com separação (figura 4) e recipiente para armazenamento especificamente de plásticos (figura 6).

Já a 3ª unidade se difere da 2ª somente em relação ao tamanho, mas nos quesitos organização, limpeza e inovações, são equiparáveis. Podemos visualizar as lixeiras recicláveis na (figura 4). Um ponto que merece ser ressaltado é que na 3ª unidade, identificamos com grande frequência as várias formas de armazenamento para separação de papelões, destinados ao empreensamento, além da frequente limpeza do local pelos funcionários (figura 5).

Pode-se observar que as unidades possuem um espírito de conscientização com seus clientes, um posicionamento sustentável por parte da sociedade, anunciando em seus depósitos de resíduos sólidos (figura 5 e 6) “estação consciência verde: ajude a preservar a natureza com atitudes sustentáveis” e “100% dos plásticos se reciclam em soluções inteligentes!”. Entretanto, poderiam fazer mais, como a inserção de sacolas biodegradáveis em suas redes.



Figura 4: lixeiras com separação recicláveis, local área externa: (unidade 1, unidade 2 e unidade 3), repectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

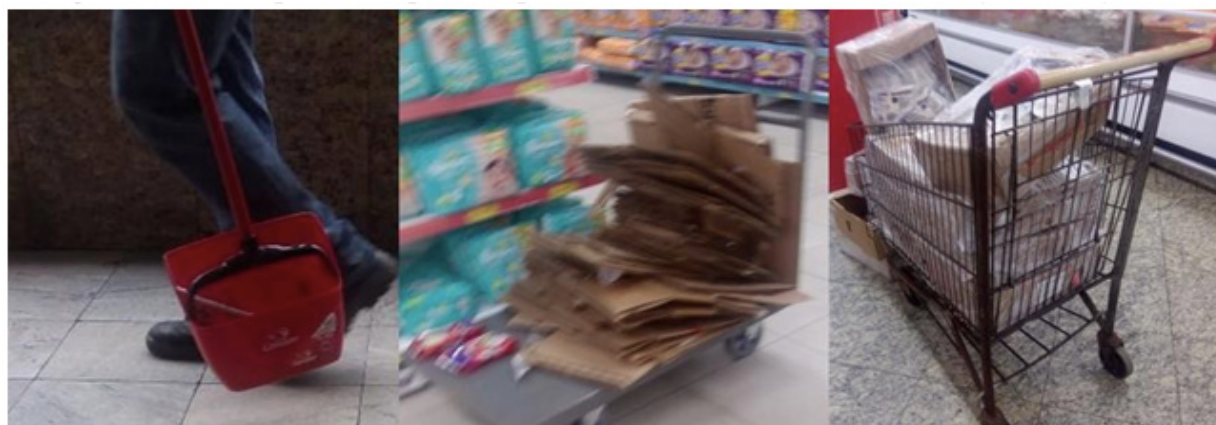


Figura 5: Técnicas para o transporte e separação dos resíduos e resíduos sólidos (3ª unidade)

Fonte: Dados da pesquisa (2018)



Figura 6: Lixeira para armazenamento de plásticos (1ª unidade) e recipientes para descarte de plasticinas usadas (2ª unidade), respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

### *3.6.1 Análise dos recipientes por tipo de área*

Através de observações nas três unidades, constatamos que, apesar dos cuidados com a separação do lixo de maneira adequada nas unidades, as lixeiras recicláveis são encontradas apenas nas áreas externas (estacionamento) e apenas uma, para cada unidade, possuindo também nesta mesma área, lixeiras não padronizadas (Apêndice C). Já na parte interna predomina as não padronizadas e sem separações (Apêndice C), existindo uma quantidade irrisórias de lixeiras sustentável na parte interna.

Através das observações vislumbradas nos supermercados, podemos afirmar que a separação dos resíduos sólidos, pelos próprios clientes poderia ser mais eficiente se tivessem à sua disposição mais lixeiras sustentáveis, não somente na parte externa, pois, nem todas adentram este local, mas sim, prioritariamente na área interna na qual perpassam todos os clientes de cada unidade. Caso isso viesse a ocorrer, os funcionários teriam menos trabalho para a separação destes resíduos nas unidades.

## **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do que foi discutido ao longo deste artigo, é possível considerar que as unidades da rede supermercadista em questão possuem algumas políticas para a redução e o descarte adequado de seus resíduos sólidos, respondendo os objetivos da pesquisa, levando em consideração o referencial teórico. Entretanto, as unidades se diferenciam umas das outras, com relação aos quesitos discutidos ao longo do

artigo. Além de possuírem deficiência no descarte dos resíduos orgânicos, eletrônicos e óleos, também citados. Apesar disso, este tema é bastante amplo e não foi explorado em sua totalidade, não se esgotando. Podendo ser realizadas outras pesquisas, a partir desta, com relação as medidas para a diminuição dos danos ao meio ambiente por esta rede.

## REFERÊNCIAS

ABRAS. Associação Brasileira de Supermercados. Disponível em: -. Acesso em: 25.02.2018

BRASIL- Resolução CONAMA Nº 275/2001 de 25 de abril de 2001. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF, 2010.

BRASIL- SNUC. Lei nº 12.305/2010 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, 2010.

BRASIL- SNUC. Lei nº 986/1969 de 21 de outubro de 1969. **Institui Normas Básicas Sobre Alimentos**. Brasília, DF, 1969.

BRASIL- SNUC. Lei nº 6.938/1981 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, DF, 1981.

CERETTA, S. B.; FROEMMING, L. M. S. **O papel dos supermercados na etapa da geração e descarte do lixo e o reflexo na questão ambiental**. Desenvolvimento em Questão, v. 11, n. 24, p. 235-259, 2013.

KEMERICH, PEDRO DANIEL DA CUNHA et al. **Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo**. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, v. 10, n. 2, 2013.

LRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **A questão ambiental e os resíduos industriais**. XXV ENEGEP, 2005.

Menezes, D. C., Dapper, D. **Percepção dos consumidores sobre programa de descarte de resíduos recicláveis em redes supermercadistas de porto alegre**. Revista de gestão ambiental e sustentabilidade. V.2, Nº 2. P – 154-176. JUL/DEZ. 2013.

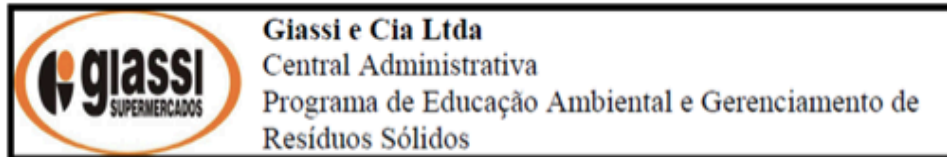
MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano**. **Sociedade & natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

Nascimento, T. L., Abreu, L. M., Ribeiro, E. N. **Análise da gestão de resíduos sólidos gerados em supermercados de planaltina/df**. 10 f. Artigo Acadêmico. Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

PARENTE, J. **Varejo no Brasil: gestão e estratégia**. São Paulo: Atlas, 2000.

Pereira, E. R. S., Lira, W. S., Cândido, G. A. **Diagnóstico das práticas da responsabilidade socioambiental no setor de supermercado**. GEPROS. Gestão da produção, operações e sistemas – ANO 6, Nº 1, JAN-MAR/2011, P. 119141.





Setor: Central Administrativa

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

#### Dados pessoais:

Nome:

Unidade:

- A) Sexo: Feminino ( ) Masculino ( )
- B) Idade: \_\_\_\_\_
- C) Grau de escolaridade:
  - Ensino Fundamental ( )
  - Ensino Médio ( )
  - Ensino Superior Incompleto ( )
  - Ensino Superior Completo ( )
- D) Setor de Trabalho: \_\_\_ Função: \_\_\_\_\_
- E) Tempo de serviço na empresa: \_\_\_

- 1- Como ocorre o processo de gerenciamento dos resíduos sólidos nessa unidade?
- 2- O lixo que vocês produzem vai para onde?
- 3- O que é mais encontrado no lixo produzido diariamente?
- 4- Como é armazenado o lixo diariamente?
- 5- Qual é o processo final desses resíduos?
- 6- Existe algum tipo de coleta seletiva? Se não, qual destino final de todo o lixo gerado?
- 7- Vocês possuem alguma política de reciclagem dos resíduos eletrônicos? Se não, qual o destino final?
- 8- Existe algum tipo de projeto, para o reaproveitamento dos resíduos orgânicos? Se não, qual o destino final?
- 9- Qual é a posição da empresa sobre a política verde?

#### Anexo A: Questionário

Fonte: Dados da internet (2007)



Lanchonete (2ª unidade)



Restaurante e lanchonete (3ª unidade)

#### Apêndice A e B: Unidades Modernas

Fonte: Dados da pesquisa (2018)



Apêndice C: Lixeiras não padronizadas na interna (3ª unidade) e externa (2ª unidade), respectivamente

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

## ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINADAS A MATÉRIA ORGÂNICA E A SATURAÇÃO POR BASE COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM AGROECOSSISTEMA

Data de aceite: 09/03/2020

**Eduarda Costa Ferreira**  
(UEPA)

**Vanessa Silva Oliveira**  
(UEPA)

**Kelvis Nunes da Silva**  
(UEPA)

**Jonathan Matheus Mendes**  
(UEPA)

**Gleudson Marques Pereira**  
(UEPA)

**Thamires Oliveira Gomes**  
(UEPA)

**Rodolfo Pereira Brito**  
(UEPA)

**Seidel Ferreira dos Santos**  
(UEPA)

**Gleicy Karen Abdon Alves Paes**  
(UEPA)

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações na fertilidade e na dinâmica dos compartimentos da matéria orgânica e a saturação por base na camada superficial do solo em agroecossistema de pastagem. O estudo foi realizado em um lote de um Projeto de Assentamento localizado no sudeste do Pará, em um solo classificado como Argilossolo Vermelho-Amarelo. A metodologia aplicada

para a coleta de amostras foi o delineamento casualizado e as análises de parâmetros químicos foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental. Em relação ao teor médio de Matéria Orgânica do Solo (MOS), as áreas com tempos de tratamentos próximos tiveram pouca diferença, enquanto a de tempo mais longo obteve valores maiores, já em relação à média de Saturação por Base (V), os valores foram um pouco mais distintos entre as áreas. O tipo de manejo realizado na reforma de pastos e o declínio do terreno podem influenciar no teor de MO e V, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Solo; Degradação; Manejo.

### INTRODUÇÃO

O processo de degradação do solo decorre do seu uso incorreto, resultado do desmatamento, queimada, negligência no manejo da pastagem, compactação e erosão (CUNHA et al., 2008 apud NEVES NETO et al., 2013). A expansão da pecuária é a principal causa do acelerado processo de desmatamento da Amazônia (MATTEDI, 2007 apud SCHLICKMANN; SCHAUMAN, 2007).

Segundo Rivero et al. (2009), baseado nos estudos de Pikkety et al. (2003) e Rodrigues

(2004), no histórico recente da ocupação da Amazônia, a atividade pecuária tem se expandido continuamente, além de ser o uso do solo mais importante em todos Estados da Amazônia, o que torna a criação de gado a atividade econômica de maior impacto em toda região.

De acordo com Dias-Filho (2006); Cerri et al. (2008) citados por Silva Neto et al. (2012, p.41), nos ecossistemas nativos, a matéria orgânica do solo (MOS) apresenta-se em equilíbrio dinâmico onde as entradas e saídas se compensam. No entanto, percebe-se que o equilíbrio dinâmico é quebrado quando os ecossistemas nativos são utilizados para a criação de gado, e geralmente ocorrem quedas na quantidade de MOS, já que as entradas se tornam menores que as saídas.

Nos agroecossistemas, os estoques de MOS podem ser influenciados por diversas práticas de manejo. As alterações na MOS têm consequências sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e se mostram dependentes das condições do solo, do clima e das práticas culturais adotadas (LAL, 2004; RANGEL et al., 2008; CARIDE et al., 2012 apud COSTA; SILVA; RIBEIRO, 2015).

Desse modo, a MOS bem como outros atributos do solo, determinam o impacto da atividade pecuária no meio ambiente variando com tempo e também no espaço, razão pelo qual o conhecimento da sua variabilidade espacial e temporal se torna relevante, sobretudo para o ajuste fino das práticas de manejo e avaliação dos efeitos da criação de gado sobre a qualidade ambiental (CAMBARDELLA et al., 1994 apud SILVA NETO et al., 2012).

Além da MOS, a saturação por base é outro atributo que pode ser considerado como indicador de sustentabilidade, uma vez que ela, segundo a AGEITEC (2018) refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH7. A expressão alta saturação se aplica a solos com saturação por base igual ou superior a 50% (Eutrófico) e baixa saturação para valores inferiores a 50% (Distrófico). Essa característica se relaciona diretamente à fertilidade natural do solo onde os atributos: eutrófico (alta fertilidade) e distrófico (baixa fertilidade), indicam a necessidade ou não da adubação agrícola.

As práticas da atividade pecuária são consideradas concomitantes para a perda da MO e V no solo. Estudos relacionados às alterações no solo podem fornecer subsídios para reduzir os impactos causados pela pecuária. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar as alterações na fertilidade e na dinâmica dos compartimentos da matéria orgânica e a saturação por base em um Argissolo Vermelho-Amarelo na camada superficial do solo em agroecossistema de pastagem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no Lote 102 do Projeto de Assentamento São Francisco, no Município de Eldorado dos Carajás (PA), localizado à latitude 05°55'21" (S), longitude

49°11'52,9" (W) (Figura 01) e altitude média local de 140 m. De acordo com a classificação de Koppen, a região apresenta clima do tipo quente e úmido com temperatura média anual de 26,5°C, e a precipitação média anual de aproximadamente 1.757 mm. O solo do local foi classificado como Argilossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com textura média/argilosa, de acordo com a metodologia da Embrapa (2007).



Figura 01 – Localização da área escolhida para a realização das coletas de amostras de solo.

Fonte: Autores, 2018.

Para a coleta das amostras de solo, o delineamento utilizou-se o inteiramente casualizado, com quatro parcelas (repetições) em cada sistema de manejo e uso do solo (talhões). Dentro de cada área de sistema de uso da terra realizou-se amostragem, por meio da coleta com auxílio do trado, coletou-se uma amostra na profundidade 0-5 cm. Coletou-se 20 sub-amostras aleatórias dentro de cada parcela, perfazendo uma amostra composta, isto é, uma amostra composta por parcela, esta última escolheu-se através de sorteio (casualização). Ao serem coletadas, as amostras foram imediatamente acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. No total coletaram-se 60 amostras, as quais submeteram-se às análises de parâmetros químicos do solo no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Nas amostras coletadas determinou-se o atributo químico teor de matéria orgânica, conforme metodologia empregada pela EMBRAPA (1997), determinado pelo método de Walkey & Black, além de cálculo de saturação por bases (V). Os dados foram submetidos à análise de variância, e, quando significativos, analisados pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (SISVAR). Além disso, realizou-se análise de correlação de Pearson em função do tempo de a reforma de pasto e os dois atributos químicos do

solo adotado no trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao teor médio de matéria orgânica, as análises demonstraram (Tabela 01) que o pasto mais antigo (30 anos sem reforma) obteve média de teor de matéria orgânica bem superior (57,035), em relação aos demais, que obtiveram valores bem próximos (42,420 e 40,69, respectivamente: pasto de 1 ano sem reforma e 2 anos sem reforma). Isso concorda com os estudos realizados na Região Amazônica (mesma classificação de solo do presente estudo) por Muller et al., (2001), que não observou diferenças importantes de teor de matéria orgânica, na camada superficial do solo, entre as pastagens com tempos próximos de reforma, entretanto, o valor da pastagem de 30 anos esteve próximo ao da área de mata nativa estudada pelos autores.

TRATAMENTO	MO	MÉDIA (MO)	V%	MÉDIA (V%)
30 anos	52,47	57,035a	50,06	50,52b
	62,03		50,82	
	57,03		50,52	
	56,61		50,56	
01 ano	39,64	42,420b	41,97	38,58c
	39,93		38,34	
	44,82		35,41	
	45,29		38,58	
02 anos	36,02	40,695b	59,48	59,62a
	44,08		58,99	
	42,94		64,04	
	32,74		55,95	
	CV (%)=7,59			CV (%) = 5,00
	(r)=0,91*			(r)=0,10**

<sup>1</sup> Médias de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Correlação de Pearson entre matrizes;(\*): Idade de reforma de pasto e matéria orgânica, correlação muito forte.

(\*\*): Idade de reforma de pasto e Saturação por Base, correlação desprezível.

TABELA 01 – Valores de Matéria Orgânica (MO) e Saturação por Base (V%), submetidos a diferentes tempos de tratamento.<sup>1</sup>

Fonte: Autores, 2018

As análises de média de saturação por base (V%) demonstraram que a pastagem de um ano obteve média bem inferior (38,58) que a de dois anos (59,62), enquanto a pastagem de 30 anos (50,52) se aproxima mais com a de dois anos. Isso discorda com as observações de Jakelaitis et al. (2008) que verificou médias de saturação por base entre pastagens bem próximas, entre 53 e 57, enquanto que, outros tipos de área estudadas pelo autor, como áreas de cultivo de milho direto e mata nativa, demonstraram grandes médias de saturação que devem ser consideradas pela maior

contribuição da matéria orgânica e das adubações.

Souza et al. (2008) analisando mapas de distribuição espacial, observou o atributo V (%) semelhantes em regiões com alta e baixa concentração. Uma vez que a declividade do terreno pode influenciar o valor médio de saturação por base, já que ela favorece o arraste superficial de partículas do solo no escoamento da água de chuva, que é intensificado por uma cobertura vegetal pouco desenvolvida e por um solo exposto.

Para a recuperação das pastagens degradadas, Dias et al. (2006) citado por Rocha Junior; Silva e Guimarães (2013) afirmam que o consórcio entre pastagens e espécies arbóreas podem promover benefícios com o aumento da biodiversidade em áreas de pastagens. Os autores Rocha Junior; Silva e Guimarães, ainda no seu estudo de recuperação de pastagens brasileiras degradadas, reiteram que as práticas de caráter vegetativo, como a utilização de cordões de vegetação permanente podem contribuir com a redução das perdas de solo, além de incrementar a alimentação do animal. Outra vantagem da associação de leguminosas e gramíneas, principalmente em áreas degradadas, é a elevação dos teores de MOS e na Capacidade de Troca de Cátion - CTC.

## CONCLUSÃO

A implantação do agroecossistema de pastagem provocou mudanças no comportamento das substâncias húmicas. As reformas de pastos realizadas em períodos mais recentes adotadas pelo proprietário da área em estudo revelam que a MOS não teve bom desenvolvimento, mas que se deixada sem reformas por longos períodos, o teor de MOS aumentaram; A saturação por base indicou que a pastagem de 1 ano sem reforma possui baixa fertilidade sendo necessário alguma técnica de correção e a de 30 anos encontra-se em valor superior em relação ao de reforma mais recente, o que indica tendência de recuperação natural do solo, esse resultado deve ser levado em conta às diferenças de declividade do terreno; No que se referem às técnicas de recuperação de pastagens degradadas, as práticas de caráter vegetativo podem ajudar a promover a recuperação, além de somar na alimentação animal.

## REFERÊNCIAS

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore de Conhecimento – Saturação por Base**. Disponível em: <[http://http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_21\\_2212200611544.html](http://http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_21_2212200611544.html)>. Acesso em: 19, abr., 2018.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. v.9, n.17; p. 1842. Goiânia: 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações de Adubação e**

**Calagem para o Estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

JAKELAITIS et al. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagem e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** v.38, n.2, p. 118-127. Goiânia: 2008.

MULLER et al. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.36, n.11, p.1409-1418. Brasília: 2001.

NEVES NETO et al. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.17, n.9, p.995-1004, Campina Grande: 2013.

RIVERO et al. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia.** v.19, n.1, Belo Horizonte: 2009.

ROCHA JUNIOR, P.R.; SILVA, V.M.; GUIMARÃES, G.P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia Biosfera,** Centro Científico Conhecer. v.9, n.17, p.952. Goiânia: 2013.

SCHLICKMANN, H.; SCHAUMAN, S.A. Pecuária, desmatamento e desastres ambientais na Amazônia. **Revista Ciências do Ambiente OnLine.** v.3, n.2, 2007. Disponível em: <<http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/links/opinioes/RCA-OL-2017-113.pdf>>. Acesso em: 14, abr., 2018.

SILVA NETO et al. Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramínea em pastagens de Capim-Marandu. **Bioscience Journal.** v.28, n.1; p.41-53, Uberlândia: 2012.

SOUZA et al. Variabilidade espacial de atributos químicos em um argilossolo sob pastagem. **Acta Sci. Agron.** v.30, n.4, p. 589-596. Maringá: 2008.



## ANÁLISE DOS DESDOBRAMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS (RENOVABIO) NO CENÁRIO BRASILEIRO

Data de submissão: 26/01/2020

Data de aceite: 09/03/2020

### Uonis Raasch Pagel

Mestre em Engenharia e Desenvolvimento  
Sustentável

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
Vitória - ES

<http://lattes.cnpq.br/5826824902607465>

### Adriana Fiorotti Campos

Doutora em Planejamento Energético

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
Vitória - ES

<http://lattes.cnpq.br/8272405462162388>

### Jaqueline Carolino

Doutoranda em Propriedade Intelectual e  
Inovação

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
Vitória - ES

<http://lattes.cnpq.br/5515884948603668>

**RESUMO:** Com a promulgação da Lei nº 13.576/2017, o Brasil estabeleceu a criação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), parte integrante da política energética nacional, cujo principal objetivo inclui o reconhecimento do papel estratégico e a adequada expansão da produção e uso dos biocombustíveis na matriz energética brasileira,

em relação à segurança energética e à mitigação das emissões dos gases causadores do efeito estufa no setor de combustíveis, no curto, médio e longo prazos. Neste sentido, o presente trabalho, elaborado a partir de múltiplas fontes de informações com ênfase ao uso de dados secundários, como pesquisas bibliográfica e documental, e de cunho qualitativo, objetiva elencar os principais desdobramentos decorrentes do estabelecimento da RenovaBio até o atual estágio, possibilitando a análise de impactos econômicos, sociais e ambientais associados. Os resultados preliminares apontam que, em sentido econômico, as negociações dos créditos de descarbonização realizadas em mercados organizados e leilões, fomentam ainda mais a economia do país, uma vez que não propõem imposto sobre carbono, geram ativos e alteram as perspectivas das importações brasileiras com relação aos derivados do petróleo. Em sentido ambiental, evidenciam-se incentivos e benefícios, em consequência, fundamentalmente, do aumento na comercialização e utilização dos biocombustíveis no mercado, que tem propiciado a redução significativa das taxas de emissões de gases causadores do efeito estufa. Por conseguinte, em sentido social, a recente política tem permitido empregar vários trabalhadores na área de construção e operação da nova capacidade produtiva do

setor energético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocombustíveis, RenovaBio, Política Pública, Segurança Energética, Sustentabilidade.

## ANALYSIS OF THE DEVELOPMENTS OF THE NATIONAL BIOFUELS POLICY (RENOVABIO) IN THE BRAZILIAN SCENARIO

**ABSTRACT:** With the enactment of Law nº 13.576/2017, Brazil established the creation of the National Biofuels Policy (RenovaBio), an integral part of its national energy policy, whose main objective includes the recognition of the strategic role and the appropriate expansion of production and use of biofuels in the Brazilian energy matrix, in relation to energy security and mitigation of greenhouse gas emissions in the fuel sector in the short, medium and long term. In this sense, the present work, elaborated from multiple sources of information with emphasis on the use of secondary data, such as bibliographic and documentary research, and of qualitative nature, aims to list the main developments resulting from the establishment of RenovaBio until the current stage, enabling the analysis of associated economic, social and environmental impacts. Preliminary results point out that, in an economic sense, negotiations on decarbonization credits carried out in organized markets and auctions further stimulate the country's economy, as they do not propose carbon taxes, generate assets and alter the prospects of Brazilian imports with relation to petroleum derivatives. In the environmental sense, there are incentives and benefits, mainly due to the increase in the commercialization and use of biofuels in the market, which has led to a significant reduction in greenhouse gas emission rates. Therefore, in the social sense, the recent policy has allowed to employ several workers in the area of construction and operation of the new productive capacity of the energy sector.

**KEYWORDS:** Biofuels, RenovaBio, Public Policy, Energy Security, Sustainability.

### 1 | INTRODUÇÃO

Com a promulgação da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), o Brasil estabeleceu a criação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), cujo principal objetivo inclui o reconhecimento do papel estratégico e a adequada expansão da produção e uso dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, em relação à segurança energética e à mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE<sup>1</sup>) no setor de combustíveis, no curto, médio e longo prazos. A Política tem por princípio impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação para aumento da competitividade dos biocombustíveis (sendo eles o etanol, o biodiesel, o biogás

1 Principais GEE e percentuais de contribuição para o aquecimento global: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 60%; Metano (CH<sub>4</sub>) 20%; Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) 6%; e demais gases como Clorofluorcarbono (CFC); Perfluorcarbono (PFC); Hexanofluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>); Halogenados sintéticos; Ozônio troposférico (O<sub>3</sub>); e Aerossóis ou partículas finas, juntos somam 14% (RIEDACKER; MIGLIORE, 2012).

e o bioquerosene de aviação), bem como, a inserção de combustíveis avançados e novos biocombustíveis (biometano, biocombustíveis avançados ou lignocelulósicos) na matriz energética brasileira (FGV, 2017).

O RenovaBio, tem se delineando como uma política pública que aperfeiçoa outras políticas para biocombustíveis já existentes no mundo atualmente, a exemplo da *Low Carbon Fuel Standard* (LCFS) e do *Renewable Fuel Standard* (RFS), ambas nos Estados Unidos, e da *Renewable Energy Directive* (RED), na União Europeia (SCARLAT et al., 2015). Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME, 2018b, p. 1):

Essa política consiste em um conjunto de ações cujo objetivo é garantir a expansão da produção de biocombustíveis no país com base na previsibilidade, sustentabilidade ambiental, econômica e financeira, e compatível com os compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris para o clima.

Assim, o RenovaBio, baseia-se na previsibilidade, pois toda energia gerada a partir dos biocombustíveis é previsível. É uma política ambientalmente sustentável em relação ao solo, ao ar e à água. É economicamente sustentável com relação à composição do sistema produtivo e à geração de lucro. É financeiramente sustentável em relação ao gerenciamento das finanças e à gestão do dinheiro. E, por fim, é um programa compatível com as metas estabelecidas no Acordo de Paris em função da redução das emissões de GEE (ABBM, 2016; MME, 2017c).

Desse modo, o RenovaBio, como parte integrante da Política Nacional Energética e que tem como instrumentos básicos a certificação da produção de biocombustíveis; o estabelecimento de metas de redução de emissões para a matriz de combustíveis; e os incentivos fiscais, financeiros e creditícios, se consolida com a criação do Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis (CBIO). O CBIO é um ativo financeiro, negociado em bolsa, emitido pelo produtor de biocombustível a partir da comercialização de sua produção (com emissão de nota fiscal). O produtor, após comercializar quantidade mínima (determinada em regulação específica) do biocombustível certificado, tem o direito de emitir o CBIO. Desse modo, outros agentes (pessoas físicas e jurídicas (distribuidoras)) compram e vendem os CBIO's na bolsa, como forma de trazer maior liquidez a esse mercado (MME, 2017b; ANP, 2018).

Ao mesmo tempo em que se estimula o uso dos biocombustíveis e o aumento da participação destes na matriz energética brasileira, garante-se a sustentabilidade energética do país. No entanto, questiona-se: *quais têm sido os principais desafios e oportunidades gerados no cenário brasileiro, a partir da implementação dessa política pública?* Em atendimento a este questionamento, o objetivo deste trabalho é elencar os principais desdobramentos decorrentes do estabelecimento do RenovaBio até o atual estágio, permitindo, assim, a análise de impactos econômicos, sociais e ambientais associados.

## 2 | METODOLOGIA

Para o alcance do objetivo proposto, o presente trabalho, de cunho qualitativo, empreendeu uma revisão bibliométrica em periódicos, livros e dissertações, e em pesquisa documental – relatórios e legislação – que tratam da temática, objetivando elencar os principais desdobramentos decorrentes do estabelecimento da RenovaBio até o atual estágio e permitindo, assim, a análise de impactos econômicos, sociais e ambientais associados.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Historicamente, o Brasil possui uma inquestionável experiência na inserção de biocombustíveis em sua matriz energética e, em especial, no desenvolvimento de seus mercados e no estabelecimento de regras de comercialização (arcabouço legal) dos subprodutos desse setor (EPE, 2017). Não obstante, apesar da recente implementação da política do RenovaBio e do país já contar com arranjos institucionais e procedimentos que constituem uma significativa base para superação de obstáculos desse setor, ainda há desafios específicos a serem superados.

Neste campo, citam-se como principais desafios: (i) o nível de conscientização do funcionamento da cadeia produtiva dos biocombustíveis e em como o mercado de ações impacta as empresas do setor, posto que, envolve a ação simultânea de diversos agentes públicos e privados; (ii) a desregulamentação, haja vista que a implantação do Programa deve ter aparato governamental, mas sua continuidade deve ser garantida pelas regras do mercado; (iii) a promoção de ganhos em inovação e competitividade, permitindo ao setor medir e avaliar os rendimentos das emissões de gases de efeito estufa ao longo da cadeia produtiva dos biocombustíveis; (iv) a ampliação da participação dos atuais biocombustíveis na matriz energética; (v) o alto endividamento de parte das empresas do setor de biocombustíveis, o que tem dificultado não apenas os investimentos em novas usinas, mas também na expansão das usinas existentes, afetando os parâmetros de produtividade e rendimento da indústria; (vi) a rede de infraestrutura e malha de transporte nacional precárias, o que dificulta o acesso do biocombustível em regiões remotas; (vii) a possibilidade de comprometimento da produção de alimentos em certas regiões, frente a um provável acréscimo na produção de oleaginosas e de cana-de-açúcar, tradicionalmente empregadas na produção dos biocombustíveis, criando assim, concorrência ao uso da terra e limitando a produção para fins energéticos; (viii) situações de possível redução da disponibilidade de biocombustíveis, o que culminaria em riscos de desabastecimento e elevação de custos ao consumidor, seja a partir do atendimento alternativo com combustíveis fósseis ou por importação complementar; dentre outros (EPE, 2017; FGV, 2017; PAGEL, 2017; CASTILLA, OLIVEIRA, 2018).

Por outro lado, citam-se como principais oportunidades aquelas que vêm

gerando impactos econômicos, ambientais e sociais positivos ao país. Em sentido econômico, os resultados apontam que as negociações dos CBIO's realizadas em mercados organizados e leilões, fomentam ainda mais a economia do país, uma vez que não propõem imposto sobre carbono, geram ativos e alteram as perspectivas das importações brasileiras com relação aos derivados do petróleo (EPE, 2019).

Além disso, de acordo com a estimativa feita pelo MME (2018a), a redução em até 10% da Intensidade de Carbono (IC) da matriz de combustíveis até 2028, possibilitará maior participação dos biocombustíveis na matriz energética, passando dos atuais 20% para 28,6%. A variação da demanda de derivados do petróleo, conseqüentemente, cairá, passando dos atuais 80% para 71,4%, e a dependência externa em combustíveis, diminuirá, passando dos atuais 11,5% para 7%. De mesmo modo, o impacto financeiro causado nos preços de aquisição dos combustíveis, também permitirá mudanças, com uma margem de variação no percentual compreendida entre +1,6 (Etanol Anidro) e -2,4 (Gasolina C), conforme visualizado na Tabela 1. Ainda segundo o MME (2018a), essa expansão da oferta de biocombustíveis irá gerar o equivalente a R\$ 1,4 trilhão de investimentos.

<b>Tipo de combustível</b>	<b>Impacto nos preços até 2028</b>
Gasolina A	+ 0,7%
Diesel A	+ 1,1%
Etanol Anidro	+ 1,6%
Etanol Hidratado	- 2,3%
Biodiesel	- 2,1%
Gasolina C	- 2,4%
Diesel B	+ 0,6%

Tabela 1 – Impactos causados pelo RenovaBio nos preços de aquisição dos combustíveis

Fonte: Elaboração própria a partir de MME (2018a).

Em sentido ambiental, com a implantação do RenovaBio, evidenciam-se incentivos e benefícios, em consequência, fundamentalmente, do aumento na comercialização e utilização dos biocombustíveis no mercado, que tem propiciado a redução das taxas de emissões de GEE, fundamentalmente, do carbono<sup>2</sup>. Segundo dados da EPE (2019), as emissões evitadas com biocombustíveis no Brasil em 2018, totalizaram o equivalente a 66,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, sendo que deste total, 22,5 milhões de toneladas correspondem ao etanol hidratado, 26,2 milhões de toneladas ao etanol anidro, 15,0 milhões de toneladas ao biodiesel e 2,6 milhões de toneladas à bioeletricidade.

Além disso, de acordo as Portarias no 218/2019 (MME, 2019) e nº 791/2019 (ANP,

<sup>2</sup> É válido destacar que as metas de redução de emissões do RenovaBio visam, através do aumento da participação dos biocombustíveis e de ganhos em eficiência, a redução da IC da matriz brasileira de combustíveis, mas, não tem por objetivo definir demandas volumétricas por combustíveis (MME, 2017a).

2019b), que dispõem sobre as metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis, respectivamente, para o ciclo de 2020 a 2029, e no âmbito do RenovaBio, estima-se uma redução de até 10,1% da IC para o ano de 2028, por parte das distribuidoras brasileiras de combustíveis, passando dos atuais 74,25 gCO<sub>2</sub>/MJ emitidos em 2017, para o previsto de 66,75 gCO<sub>2</sub>/MJ em 2028, conforme visualizado nas Figuras 1 e 2.



Figura 1 – Redução Nacional da Intensidade do Carbono (IC), em %

Fonte: MME (2018a).

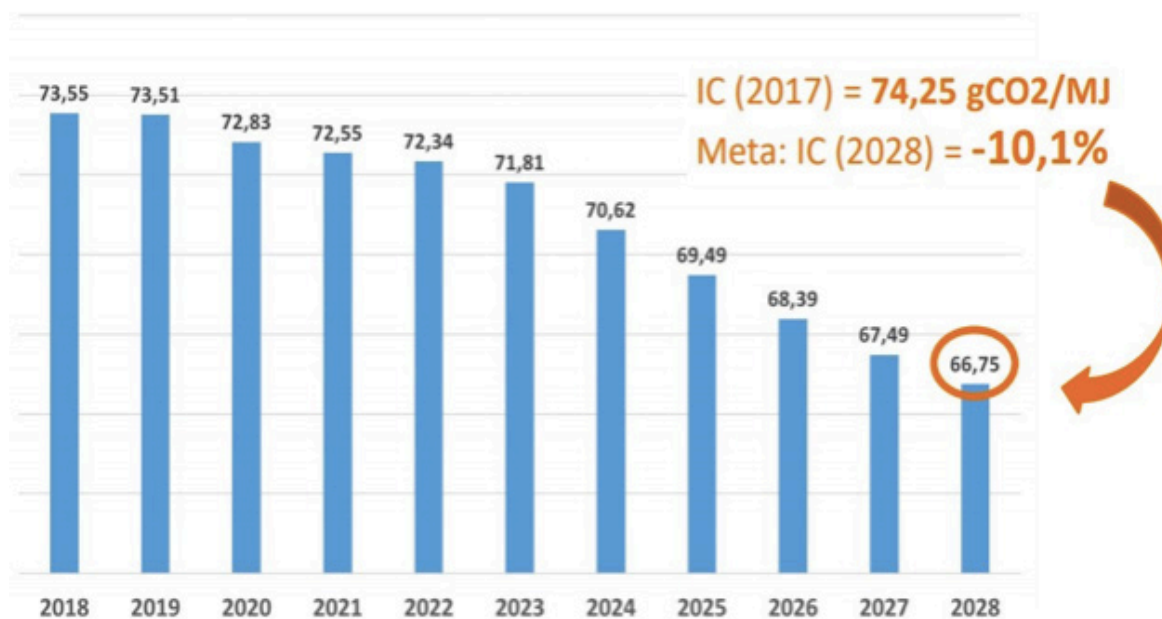


Figura 2 – Redução Nacional da Intensidade do Carbono (IC), em gCO<sub>2</sub>/MJ

Fonte: MME (2018a).

Ressalta-se que, para o cálculo da IC do biocombustível, culminou-se no

desenvolvimento tecnológico da ferramenta *RenovaCalq*<sup>3</sup>, que usa como base a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), combinando informações técnicas sobre os processos produtivos, com dados da pegada de carbono e fatores de emissão de cada item utilizado na fabricação do biocombustível. O cálculo da diferença em relação à IC do combustível fóssil equivalente, resulta na Nota de Eficiência Energético-Ambiental, que combinada ao volume de biocombustível produzido, permite a emissão dos CBO's (ANP, 2019a). Dessa forma, verificam-se *prós* tanto em eficiência energética, quanto em inovação tecnológica para o país.

Por conseguinte, em âmbito social, a recente Política tem permitido empregar trabalhadores na área de construção e operação da nova capacidade produtiva do setor energético. As novas vagas refletem também a movimentação de empresas na reforma de equipamentos. Segundo o Sindicato da Indústria do Açúcar no Estado de Minas Gerais (SIAMIG, 2018), só entre os meses de janeiro a abril de 2018, regiões fornecedoras de bens e serviços para o setor sucroenergético do interior de São Paulo, por exemplo, registraram alta de mais de 23 mil vagas no mercado formal de trabalho.

Neste campo, um estudo feito por Neves (2017), mostra que a adoção do RenovaBio no setor sucroenergético em especial, irá gerar até 2030, 80 mil empregos diretos e 240 mil indiretos, com a adoção de tecnologias por 80 usinas no país, promovendo a geração descentralizada de renda. Isso propiciará um salto na geração de impostos para a União, passando dos atuais US\$ 8,5 bilhões/ano, para US\$ 19,2 bilhões/ano. Ainda segundo o estudo, a produção de cana-de-açúcar necessária para atender ao Programa, irá dobrar, permitindo agregar valor às cadeias produtivas de biocombustíveis de base rural, possibilitando o aumento do uso da mão-de-obra nos campos, e conseqüentemente, gerando empregos aos agricultores e receitas no país.

Paralelamente, um levantamento feito pelo MME (2017c), estima a geração aproximada de 1,4 milhão de empregos na cadeia produtiva de biocombustíveis com a ampla difusão do RenovaBio no mercado, considerando, desde as vagas geradas nos campos de lavoura (fase agrária da produção), passando pelas unidades de processamento (etapa industrial), até a distribuição final dos biocombustíveis.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição pretendida pelo Governo Federal para o RenovaBio era a definição de uma regulação específica para o setor dos biocombustíveis, com regras claras e mecanismos que garantissem a previsibilidade necessária para atrair investimentos. E assim, foi deliberada. Atualmente, o Programa encontra-se implementado e em fase de difusão no mercado, com metas individuais compulsórias já definidas pela ANP para a redução das emissões por parte das distribuidoras de

3 A *RenovaCalq* calcula a IC do biocombustível (em gCO<sub>2</sub>/MJ), para um período mínimo de 10 anos, comprovando o bom desempenho energético e ambiental das usinas participantes do RenovaBio (EPE, 2019).

combustíveis<sup>4</sup>.

Além de ser caracterizado como uma solução de mercado, sem alteração de tributos e com efeitos positivos na arrecadação global de impostos e no crescimento econômico, sem subsídios ou qualquer outra forma de oneração das contas públicas, observa-se que, o RenovaBio tem possibilitado ao Brasil aprimorar a eficiência energética no uso dos biocombustíveis e a criar condições para a retomada do protagonismo na produção e uso da bioenergia.

Evidenciou-se, neste sentido ainda, perceptíveis mudanças no comportamento do mercado de biocombustíveis e nos efeitos causados a partir da implementação do Programa. As externalidades positivas geradas incluem desde a geração de empregos, o aumento da renda e do desenvolvimento tecnológico, até a redução dos impactos do clima e na saúde pública humana, mesmo frente aos desafios específicos mencionados, como a desregulamentação, a fim de que a continuidade do Programa seja garantida pelas regras do mercado; o nível de conscientização de funcionamento da cadeia produtiva dos biocombustíveis; ou ainda, o alto endividamento das empresas desse setor.

Por fim, dado ao estágio atual e possíveis mudanças mercadológicas em percurso, menciona-se que a análise dos resultados do RenovaBio ainda é embrionária e, portanto, necessário é que, um levantamento de futuras pesquisas sobre o mercado de biocombustíveis, associado a um estudo da volatilidade desse setor, seja realizado nesse sentido, a fim de aprofundar ainda mais este debate.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução Normativa nº 758, de 23 de novembro de 2018**. Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras. Rio de Janeiro: ANP, 27 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **RenovaBio**. Rio de Janeiro: ANP, 2019a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/renovabio>>. Acesso em: 10 set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa nº 791, de 12 de junho de 2019**. Dispõe sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Rio de Janeiro: ANP, 14 jun. 2019b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOGÁS E METANO (ABBM). **RenovaBio – Biocombustíveis 2030**. Santa Cruz do Sul (RS): ABBM, 2016.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 27 dez. 2017.

CASTILLA, L. R. C.; OLIVEIRA, B. G. Desafios da Implantação do Programa RenovaBio: insights

4 Ver em: <https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/regulacao/anp-metas-renovabio-reducao-emissoes-distribuidoras-combustiveis-290718>.



brasileiros para a descarbonização do setor de transporte. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO AMBIENTAL E MEIO AMBIENTE (ENGEMA), 20., 2018, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **RenovaBio**: Biocombustíveis 2030. Nota Técnica: Regras de comercialização. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

\_\_\_\_\_. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis**. Ano base 2018. Rio de Janeiro: EPE, 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Cadernos FGV Energia, a. 4, n. 8, 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Apresentações RenovaBio**. Brasília: MME, 2017a. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/documentos/apresentacoes>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Proposta de Aprimoramento do Marco Legal de Biocombustíveis**. Versão Revisada. Brasília: MME, 2017b.

\_\_\_\_\_. **RenovaBio 2030** – Diretrizes Estratégicas para Biocombustíveis. Brasília: MME, 2017c.

\_\_\_\_\_. **Proposta de Metas Compulsórias Anuais de Redução de Emissões de Gases Causadores do Efeito Estufa para Comercialização de Combustíveis**. Brasília: MME, 2018a. Disponível em: <<https://ubrablo.com.br/wp-content/uploads/2018/05/Marlon-Arraes-MME-Debates.pdf>>. Acesso em 10 set. 2019.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica nº 12/2018/DBIO/SPG**. Brasília: MME, 2018b.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 218, de 29 de abril de 2019**. Dispõe sobre as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, para o ciclo de 2020 a 2029. Brasília: MME, 30 abr. 2019.

NEVES, M. F. **O Setor Sucroenergético em 2030**: dimensões, investimentos e uma agenda estratégica. São Paulo: FEA/USP, 2017.

PAGEL, U. R. **Análise da Produção de Energia Elétrica e de Biocombustíveis a partir de Resíduos Sólidos Agropecuários no Brasil**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

RIEDACKER, A.; MIGLIORE, S. Avaliação ambiental integrada do ciclo de vida para o desenvolvimento sustentável. In: LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. (Coords.). **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2012, v. 2, cap. 15, p. 908-1029.

SCARLAT, N.; DALLEMAND, J. F.; FERRARIO, F. M.; NITA, V. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: policies and facts. **Environmental Development**, v. 15, p. 3-34, 2015.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR NO ESTADO DE MINAS GERAIS (SIAMIG). **RenovaBio já colabora com a geração de empregos em Sertãozinho e Piracicaba**. 2018. Disponível em: <[siamig.com.br/noticias/renovabio-ja-colabora-com-a-geracao-de-empregos-em-sertaozinho-e-piracicaba](http://siamig.com.br/noticias/renovabio-ja-colabora-com-a-geracao-de-empregos-em-sertaozinho-e-piracicaba)>. Acesso em: 12 set. 2019.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Helenton Carlos da Silva:** Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento de água 10, 11, 12, 18, 20, 28, 29, 33, 35, 39

Agências reguladoras 10, 14, 15, 16, 18

Água tratada 12, 39, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98

Amazônia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 31, 40, 59, 61, 65, 98, 101, 103, 114, 115, 116, 119

Análise filosófica 1

Avaliação 15, 16, 20, 21, 24, 28, 31, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 78, 79, 81, 90, 99, 115, 126, 128

### C

Clima 6, 59, 115, 116, 122, 127

Coleta 15, 21, 24, 33, 43, 44, 46, 84, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 105, 107, 108, 114, 116

CONAMA 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 107, 111

Crise ambiental 1, 5, 20

### D

Degradação 3, 20, 23, 30, 31, 33, 35, 36, 38, 39, 64, 114, 119

Desastres 66, 67, 68, 73, 75, 82, 83, 84, 86, 119

### G

Gestão 12, 20, 21, 39, 65, 68, 70, 73, 84, 86, 89, 99, 101, 103, 104, 107, 111, 122, 128, 129

### I

Impactos de eventos climatológicos intensos 67

Instabilidade global 1

### M

Manejo 64, 114, 115, 116

Matéria orgânica 30, 36, 106, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Modelo PER 20

### P

Protuberâncias 49

### Q

Qualidade da água 23, 31, 38, 39, 41, 42, 47, 90

### R

Rede de Supermercados 101, 103, 104

Redução do Risco de Desastres 66, 67, 68, 73, 82

Regulação 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 122, 126

Resíduos Sólidos 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 128

Resiliência 66, 67, 79, 81, 82, 83, 84, 85

Reuso 87, 88, 90, 91, 98, 99, 100

Rugosímetro 49, 54, 55

## S

Saneamento básico 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 28, 39, 40

Sensoriamento remoto 59, 60, 65

Solo 6, 36, 47, 67, 75, 103, 107, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 122

Superfícies 49, 50, 51, 54, 55

Sustentabilidade 1, 5, 7, 8, 9, 20, 21, 23, 29, 37, 38, 39, 40, 87, 89, 91, 99, 105, 111, 114, 115, 121, 122, 129

## T

Tratamento 20, 28, 33, 34, 35, 46, 65, 91, 117

## U

Unidades 33, 34, 95, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 126

Usina Hidrelétrica 41, 46, 47

 **Atena**  
Editora  
**2 0 2 0**