

# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País**

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País**

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
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  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás

Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
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. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Francisco Odécio Sales

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-602-7

DOI 10.22533/at.ed.027201712

1. Geociências. 2. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.  
CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado Integração e Necessidades do País” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus dezoito capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos pesquisas relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

O objetivo da obra é apresentar de forma clara e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado às Ciências Naturais tecnologia da informação ensino de ciências e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são deste modo discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação tecnologia ensino de ciências e afins. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos físicos econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado Integração e Necessidades do País apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TIC NO ENSINO FUNDAMENTAL DIECIONADO A EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

Cátia Regina Conceição dos Santos

Igor Santos Goes

Janille Costa Pinto

Veronica Bastos Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.0272017121**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **ANÁLISE DE MATERIAIS PARA DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO**

Daniele dos Santos Martins

Lidiane Kist

Cláudio Trindade Scherer

Marcus Daniel Friederich dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.0272017122**

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **APLICATIVO MÓVEL I REDE SOCIAL: CINE-/ON/**

Fábio Freire Torres

Lucilena de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.0272017123**

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### **APLICAÇÃO DE AÇÕES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA EMPRESA DO SETOR METALMECÂNICO**

Debora Simon

Fabiana Cunico

Sabrina Rafaela de Lima

Francieli Dalcanton

Josiane Maria Muneron de Mello

Sideney Becker Onofre

Eduardo Roberto Batiston

Gustavo Lopes Colpani

**DOI 10.22533/at.ed.0272017124**

### **CAPÍTULO 5..... 47**

#### **APLICAÇÃO DO NDVI NO MONITORAMENTO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO TAMANDUÁ – PR UTILIZANDO IMAGENS SENTINEL-2 2016-2018**

Vinícius Fernandes de Oliveira

Mara Rubia Silva

Gabriel Lucas dos Santos de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.0272017125**

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>54</b>
<b>APLICAÇÃO DO NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE PRIMEIRA ORDEM NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS</b>	
Jorge Felipe Euriques	
Claudia Pereira Krueger	
Fabiano Peixoto Freiman	
Évelin Moreira Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>66</b>
<b>COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS AM</b>	
João Cleber Cavalcante Ferreira	
Aristóteles de Jesus Teixeira Filho	
João Victor Góes Barbosa	
Dérick Alberto Arruda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017127</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>77</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS EM CENOURA E FEIJÃO-VAGEM POR GC-MS/MS</b>	
Larissa Meincke Eickhoff	
Arthur Mateus Schreiber	
Liege Goergen Romero	
Alessandro Hermann	
Anagilda Bacarin Gobo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017128</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>83</b>
<b>ECO QUEST GAME</b>	
Érica de Jesus Soares Scheffel	
Claudia Lage Rebello da Motta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017129</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>93</b>
<b>EFICIÊNCIA DE GEOTECNOLOGIAS LIVRES PARA A DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DA REDE DE DRENAGEM E MORFOMETRIA DE UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA</b>	
Luan da Silva Figueroa	
Antônio Amador de Sousa	
Mellina Nicácio da Luz	
Roberta Patrícia de Sousa	
Sérvio Túlio Pereira Justino	
Felipe Silva de Medeiros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171210</b>	

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>106</b>
ESPECIFICAÇÃO DO NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO ACÚSTICA PERANTE MULTICRITÉRIOS DE SUA DEFINIÇÃO	
Victor Mourthé Valadares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171211</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>119</b>
ESTUDO DA ÁREA DA INFLUÊNCIA DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA SOBRE OS ACIDENTES DE TRÂNSITO COM VÍTIMAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB	
Erivaldo de Araujo Silva	
Félix Araújo Neto	
Sônia Eliane Gonçalves dos Santos	
Wanessa Isthéwany de Albuquerque Wanderley	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171212</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>132</b>
GRUTA DA MOITA DOS PORCOS CAETITÉ – BA E O PROBLEMA DO REGISTRO DE SÍTIOS ESPELEOLÓGICOS COM PERFIL ARQUEOLÓGICO	
Elvis Pereira Barbosa	
Márcio Santana Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171213</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>142</b>
INTEGRAÇÃO SISTÊMICA ENTRE SOCIEDADE E AMBIENTE: UM ESTUDO DO BAIXO RIO JUNDIAÍ NO MUNICÍPIO DE INDAIATUBA SP	
Osmar da Silva Laranjeiras	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>154</b>
ISOLAMENTO ACÚSTICO LEGAL NORMAL OU REAL: QUAL ADOTAR?	
Victor Mourthé Valadares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>167</b>
MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A DESLIZAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO PARANÁ COM A APLICAÇÃO DO MODELO SHALSTAB	
Ney Lyzandro Tabalipa	
Leonardo Disperati	
Alberto Pio Fiori	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>178</b>
MODELO DE CONSTRUÇÃO DE AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DE GASTRONOMIA	
Alan Rodrigo Schiles	
Thiago Bergler Bitencourt	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171217</b>	



<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>191</b>
<b>TOPOLOGICAL VALIDATION: A STUDY APPLIED FOR HYDROGRAPHIC FEATURES OF A WATERSHED</b>	
Leandro Luiz Silva de França	
Joel Borges dos Passos	
Jose Luiz Portugal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171218</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>208</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>209</b>

# CAPÍTULO 1

## O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TIC NO ENSINO FUNDAMENTAL DIRECIONADO A EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO

*Data de aceite: 01/12/2020*

### **Cátia Regina Conceição dos Santos**

Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC  
Centro de Estudos e Pesquisas em Educação e  
Ciências Humanas - CEPHEC  
Movimentos Sociais e Educação do Campo  
da GEPEMDEC/ UESC/UESB ambos com  
registro no CNPq.  
<http://lattes.cnpq.br/210521472124122>.

### **Igor Santos Goes**

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC.  
Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia da Bahia – IFBA. Membro do grupo  
de pesquisa GEPEMDECC.  
<http://lattes.cnpq.br/6806788124890933>

### **Janille Costa Pinto**

Universidade Autônoma de Assunção – UAA.  
Grupo de Estudos Movimentos Sociais  
Diversidade Cultural e Educação Do Campo e  
da Cidade (GEPEMDECC- UESB) com registro  
no CNPQ.  
<http://lattes.cnpq.br/3170771425776045>

### **Veronica Bastos Nascimento**

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC  
Faculdade de Ilhéus – CESUPI. Especialista  
Programa Educacional de Resistência às  
Drogas na 68ª CIPM/Ilhéus.  
<http://lattes.cnpq.br/5601483433376030>

**RESUMO:** O presente artigo discute sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs na educação para o trânsito no contexto da escola de ensino fundamental. Problematicamos

dessa forma de modo mais específico como as mídias educacionais especialmente games podem ser utilizadas no contexto escolar. Objetivamos assim de maneira geral compreender como as TICs são trabalhadas no ambiente escolar. Para tanto buscamos realizar um projeto de intervenção dando ênfase à mídia games com temática voltada à educação para o trânsito. Nosso aporte teórico-crítico se deu na crítica especializada quanto ao tema de estudo bem como a base metodológica deste artigo centrou-se na abordagem qualitativa nos métodos de coletas de dados da análise documental e no estudo de caso a partir do estudo realizado numa escola pública da cidade de Ilhéus – BA com educação voltada para as séries finais do Ensino Fundamental II. Nessa direção após o levantamento das TICs no ambiente escolar foi elaborada uma proposta pedagógica direcionada à mídia games desenvolvida com os educandos do 7º ano Ensino Fundamental da escola objeto de estudo. Como conclusões evidenciamos a necessidade de maior inserção das TICs em contexto escolar bem como a receptividade dos estudantes quanto ao trabalho com games relativos à educação para o trânsito.

**PALAVRAS - CHAVE:** Games. Mídia-educação. Educação para o trânsito. Ensino-aprendizagem.

### THE USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES - ICT IN FUNDAMENTAL EDUCATION SCHOOL DIRECTED TO TRAFFIC EDUCATION

**ABSTRACT:** This article discusses the use of Information and Communication Technologies -

ICT in traffic education in the context of the elementary school. We problematize in this way in a more specific way how educational media especially games can be used in the school context. Thus we aim in general to understand how ICTs are worked in the school environment. To this end we seek to carry out an intervention project with an emphasis on media games with a theme focused on traffic education. Our theoretical-critical contribution was made in the specialized criticism regarding the study theme as well as the methodological basis of this article focused on the qualitative approach on the methods of data collection of the document analysis and on the case study based on the study carried out in a public school in the city of Ilhéus - BA with education focused on the final grades of Elementary School II. In this sense after the survey of ICTs in the school environment a pedagogical proposal directed to the media games was developed developed with the students of the 7th year of elementary school of the school object of study. As conclusions we highlight the need for greater insertion of ICTs in the school context as well as the receptivity of students regarding working with games related to traffic education.

**KEYWORDS:** Games. Media education. Traffic education. Teaching-learning.

## 1 | INTRODUÇÃO

As mudanças educacionais que têm ocorrido ao longo dos anos e a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs na escola mesmo que a passo lento trouxeram importantes reações no/ao processo de ensino aprendizagem. Um dos principais mecanismos que favoreceu a transformação está intimamente ligado ao uso dos recursos tecnológicos no âmbito educacional. Entretanto a inserção das TICs apresenta ainda inúmeros desafios tanto no que concerne ao uso e mediação por parte dos(as) professores quanto no que se refere aos discentes dado que muitos não visualizam o aparato tecnológico como ferramenta de aprendizagem. Há ainda a falta de estrutura básica nas escolas públicas em sua maioria as quais carecem de melhor aparato tecnológico e formação continuada sobre as TICs para efetivamente implementar um processo de ensino e aprendizagem mediado pela tecnologia.

As experiências da atualidade contudo sinalizam que o ensino mediado pelas tecnologias é uma realidade incontornável sendo necessário cada vez mais explorar o uso de mídias digitais na sala de aula. É justamente a partir desse contexto que surge o tema central do presente estudo: O uso das TICs no Ensino Fundamental direcionado à Educação para o Trânsito. Com base em estudos realizados sobre Mídias e Tecnologias buscamos desenvolver uma pesquisa relacionada à promoção da educação para o trânsito a partir de jogos digitais – games – com alunos do Ensino fundamental mais especificamente de uma turma de sétimo ano.

Para tanto a proposta metodológica do estudo foi baseada na abordagem de natureza qualitativa estudo de caso ao buscar descrever e explicar o fenômeno estudado e as relações e desafios que o homem contemporâneo tem como a sua própria história e com o conhecimento que produz. A interpretação dessa realidade vivida importa-nos

observar e analisar como bem observado por Bogdan e Birklen (1982) ao favorecer construir novos conhecimentos dentro do universo analisado. O trabalho de campo por sua vez centrou-se tanto na observação de documentos escolares como na elaboração/aplicação de uma atividade de intervenção junto aos estudantes do 7º ano – um game relacionado à educação para o trânsito. A intervenção foi realizada numa escola pública de Ilhéus – BA que nos permitiu discutir as contribuições do uso de games no processo de educação para o trânsito.

Objetivamos assim de maneira geral compreender como as TICs são trabalhadas no ambiente escolar e traçamos como objetivos específicos: identificar as TICs na escola analisar os entraves de seu uso e aproximar a prática pedagógica à vivência do aluno. Para tanto o esforço estava na tentativa de confirmar essa aproximação ao questionar a ação de sair de casa e voltar de forma segura e em defesa da vida. A intenção além de discutir era mostrar para os educandos que essa simples tarefa assume uma importante significação dentro do convívio social.

## 2 | AS TICS COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Bévort e Belloni (2009) discutem que a mídia-educação é um campo relativamente novo com dificuldades para se consolidar entre as quais a mais importante é sem dúvida a pouca formação inicial e continuada de profissionais da educação. Segundo eles:

A integração das TIC na escola em todos os seus níveis é fundamental porque estas técnicas já estão presentes na vida de todas as crianças e adolescentes e funcionam – de modo desigual real ou virtual – como agências de socialização concorrendo com a escola e a família. Uma de suas funções é contribuir para compensar as desigualdades que tendem a afastar a escola dos jovens e por consequência a dificultar que a instituição escolar cumpra efetivamente sua missão de formar o cidadão e o indivíduo competente. Por isso é importante considerar esta integração na perspectiva da mídia-educação em suas duas dimensões inseparáveis: *objeto de estudo e ferramenta pedagógica* ou seja como educação para as mídias com as mídias sobre as mídias e pelas mídias. ( p. 1082)

Negar estas concepções tornou o trabalho desenvolvido na escola divergente dentro da não aproximação da linguagem tecnológica que permeia o conhecimento e realidade em se tratando de educandos nativos digitais. Ao contrariar a ordem encontramos professores(as) ainda em um processo de alfabetização tecnológica principalmente em seu manuseio e de como inserir as mídias em suas práticas pedagógicas. As mídias assumem uma ponte que leva a vários caminhos e os entraves estão em que a escola e as mídias possam de fato alicerçar o processo educacional.

A cultura digital não pode estar mais dissociada da realidade vivida no contexto escolar. Essa dissociação encontrada coloca a escola em desvantagem pois os novos espaços interativos são mais atraentes do que a escola. Essa interação própria da linguagem digital

analisa a modernização do conhecimento e dos desafios que a escola vem enfrentando ao se deparar com paradigmas relacionados às TICs. O que colabora com o pensamento de Bévort e Belloni (2009) ao teorizarem sobre a evolução das tecnologias educacionais destacam:

a necessidade de ações e políticas de mídia-educação como componente básico e condição *sine qua non* da formação para a cidadania. Mídia-educação é definida como uma formação para a compreensão crítica das mídias mas também se reconhece o papel potencial das mídias na promoção da expressão criativa e da participação dos cidadãos pondo em evidência as potencialidades democráticas dos dispositivos técnicos de mídia. (p. 1087)

Se nessa perspectiva a mídia-educação é um caminho para a cidadania devemos antes entender o que vem a ser as Tecnologias da Informação e Comunicação. Para Santos (s/d.):

as Tecnologias de Informação e Comunicação consistem em dispositivos produzidos pelo engenho humano com a finalidade de obter armazenar e processar informações bem como estabelecer comunicação entre diferentes dispositivos possibilitando que tais informações sejam disseminadas ou compartilhadas. Santos ( p. 15).

Desse modo ao se compreender o que são as TICs pôde-se visualizar a presença de aparelhos eletrônicos como câmeras televisores projetores de imagem copiadoras impressoras calculadoras aparelhos de rádio telefones celulares tablets computadores e mais uma infinidade de dispositivos e equipamentos que geram processam e armazenam dados. Tais aparelhos nesse sentido são utilizados de modo a facilitar o funcionamento e andamento do ambiente escolar.

As TICs todavia não estão presentes apenas no ambiente escolar tais tecnologias se encontram em diversas relações sociais dos indivíduos seja em casa ou no trabalho. Segundo a Pesquisa Nacional por amostra de domicílios Contínua (IBGE 2018) no ano de 2017 cerca de 93 2% dos domicílios brasileiros possuíam pelo menos um telefone celular sendo uma das TIC mais presentes nos domicílios dos brasileiros atrás apenas dos televisores que estão presentes em 96 7 % das residências nacionais.

Mesmo com a presença das TICs nos trabalhos domicílios e escolas e isso facilitar o funcionamento da instituição e o processo de aprendizagem uma porcentagem significativa dos educadores tem dificuldade de trabalhar com as TICs de modo a usá-las de maneira pouco efetiva. Tal situação é resultado de fatores diversos desde inabilidade do professor(a) a falta de materiais defeito nos equipamentos entre outros.

Nessa perspectiva direcionamos nosso olhar à arquitetura escolar em consonância a Kowaltowski (2011) para quem o processo de ensino e aprendizagem está diretamente ligado à sua arquitetura. O espaço físico assume importância para visualizar se as instalações são adequadas para atender às especificidades das TICs. O posicionamento de Kowaltowski (2011) ressalta que:



A tecnologia faz parte da nossa vida e não pode ser ignorada no ambiente escolar pois é usada para a comunicação para descobrir o mundo jogar brincar colaborar com os outros para escrever criar objetos ler e organizar a própria vida por isso não pode ser restringida ao laboratório ou sala de computação: deve estar presente em grande parte dos espaços escolares a área da escola deve ter um sistema wireless para permitir o acesso à informação na escola toda. (p. 181-182).

A presença de um sistema de conexão wireless (sem fio) permite o acesso à informação de maneira rápida e direta o que pode possibilitar que o aluno(a) desenvolva sua criatividade se comunique e disponha das possibilidades que a internet provê. Para tanto Kowaltowski (2011 p. 182) sugere que as TICs sejam ampliadas através de estúdios de música e vídeo estação de rádio com emissão para a comunidade rede sem fio projetores móveis e fixos para apresentação de trabalhos dos educandos. Todavia deve-se salientar a importância de a escola impor restrições ao uso dessa tecnologia de modo que não permita que ela seja usada de maneira imprópria.

## 2.1 Games e a educação para o trânsito

Para compreender a relação dos games com a educação é necessário entendê-los como uma tecnologia educacional. A criação dos jogos eletrônicos está intimamente ligada a outra TIC sendo uma das mais importantes já criadas o computador. Em Batista e colaboradores (2007) encontramos um estudo sobre a história dos jogos eletrônicos o qual afirma que o primeiro foi *Tennis Programming* (Programação de Tênis) mundialmente conhecido com *Tennis for Two* (Tênis para Dois) desenvolvido em 1958 pelo físico americano do Laboratório Nacional de Brookhaven William Higinbotham que era processado em um computador e jogado em um osciloscópio utilizando-se de dois controles.

A criação de *Tennis Programming* como propósito de entretenimento dos visitantes do Laboratório que Higinbotham trabalhava permitiu o desenvolvimento de uma nova e revolucionária tecnologia com propósito de entretenimento e diversão. A partir de *Tennis for Two* os games evoluíram de maneira acelerada acompanhando a evolução do computador plataforma na qual eram criados. Graças ao aumento da complexidade e qualidade de processamento de dados os jogos puderam obter uma maior variedade e densidade de conteúdo.

Essa crescente evolução dos games exigiu a criação de aparatos específicos para se jogar *a priori* os fliperamas e posteriormente os consoles começaram a se popularizar entre as décadas de 70 e 80 em grande parte do mundo. A partir da propagação dos seus aparatos os games firmaram presença na vida das pessoas de modo a alcançar primeiramente aqueles que detinham poder aquisitivo maior e posteriormente se espalharam entre a classe média e outras classes menos abastadas.

Apoiada na crescente complexidade e popularização iniciou-se a produção de games com cunho educativo. Estes eram baseados na percepção de que habilidades desenvolvidas para jogar como concentração e raciocínio lógico também são necessários

no processo de aprendizagem. Nesse sentido:

aqueles que acreditam no uso de games em educação geralmente partem de algumas concepções gerais. Eles observam que os jogadores exibem regularmente elementos como persistência assumem riscos atenção a detalhes assim como a habilidade de se resolver problemas. Elementos esses que se acredita serem ideais se demonstrados regularmente no ambiente escolar. Eles também entendem que ambientes de jogos eletrônicos permitem ao jogador a construção de entendimento ativo no ritmo de cada um e que jogos bem desenvolvidos permitem ao aluno avançar por diferentes caminhos de diferentes formas em sintonia com os interesses e habilidades de cada jogador enquanto fomentam a colaboração e aprendizagem em tempo real. (KOPFLER et al. 2008 *apud* ABREU 2012 p. 33).

A mesma evolução que permitiu o uso dos games na educação promoveu também uma barreira etária no relacionamento de educador-game-aluno. Isso porque grande parte dos educadores teve contato com os games em sua infância e adolescência e diminuiu ou até cessou o relacionamento com estes ao chegar à fase adulta ou sequer entrou em contato com este tipo de TIC na vida.

O uso de games na educação tem se tornado um empecilho aos educadores visto que uma grande parte não domina a linguagem e as habilidades necessárias para ambientação e o uso pois os games atuais possuem complexidade maior do que o educador conheceu. Na visão de Silva Neto e colaboradores (2013 *on-line*) “Os alunos da atualidade estão envolvidos em ambientes colaborativos e cooperativos. Dessa maneira cabe a escola reformular certas práticas para atingir esse novo perfil de aluno”. Quanto mais próximos da linguagem digital maior o afastamento do educando com o contexto educacional no qual os recursos estão direcionados à fala do professor quadro (lousa) caderno e livro.

Para Abreu (2012) aspectos sociais culturais e biológicos reforçam a ideia de que os educandos considerados “nativos digitais” podem ter expectativas diferenciadas quanto ao seu processo de aprendizagem. Nessa correlação entre jogos e os jogos para fins educacionais nos apoiamos em Freire (1967 p. 60) quando abre prerrogativas para analisar a existência humana e considera que para tal implica em um eterno diálogo entre os homens do homem com o mundo do homem com seu criador. Posto em círculos “nativos digitais” e “inclusos digitais” devem ampliar a visão dessa interação onde ambos aprendem juntos o que pode favorecer a aproximação da linguagem evitando o distanciamento que acontece no cotidiano escolar.

Frente a essa discussão Ghensev (2010 p. 10) ao evidenciar games e a educação diz que:

Os *games* voltados a educação não são exclusivos para jovens e crianças se bem aplicados podem ser utilizados para pessoas de todas as idades atingindo resultados satisfatórios. Mas os jovens e crianças por terem maior interesse e facilidade no manuseio das tecnologias e por estarem no auge de sua fase de construção intelectual e social tornam-se o público alvo.

Em todo o artigo 1º do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) vemos uma postura de esclarecimento a que tipo de trânsito o código se refere o conceito e em que condições as vias devem ser utilizadas e quem são os responsáveis por propor e manter a condição de um trânsito seguro e em defesa da vida.

Art. 1º. O trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional abertas à circulação rege-se por este Código. § 1º Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga. § 2º O trânsito em condições seguras é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito. § 3º Os órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito respondem, no âmbito das respectivas competências, objetivamente, por danos causados aos cidadãos em virtude de ação, omissão ou erro na execução e manutenção de programas, projetos e serviços que garantam o exercício do direito do trânsito seguro. [...] § 5º Os órgãos e entidades de trânsito pertencentes ao Sistema Nacional de Trânsito darão prioridade em suas ações à defesa da vida, nela incluída a preservação da saúde e do meio-ambiente. (BRASIL, 1997, *on-line*).

As condições seguras dadas à mobilidade do cidadão recaem na educação para o trânsito, que se encontra garantida em marcos legais, como a Constituição Federal (1988) em seu artigo 23, inciso XII, e traz as competências dos entes federados na responsabilidade de estabelecer e implantar uma política de educação e segurança do trânsito. Paulo Springer de Freitas (s/d, *on-line*) ao teorizar sobre a regulamentação deste artigo e inciso diz:

A última competência estabelecida no inciso XII trata da implementação de uma política de educação para a segurança do trânsito. A competência deve ser predominantemente municipal, pois os problemas relacionados à segurança de trânsito devem depender fortemente do tamanho do município e da condição das vias públicas locais. Devem ser feitos convênios, sobretudo com os Estados e, marginalmente, com a União, que participariam fornecendo material e capacitando mão-de-obra. Freitas (s/d, *on-line*).

De volta ao CTB encontramos a educação para o trânsito no Capítulo VI do artigo 74 ao 79, que a constitui como dever prioritário dos órgãos e entidades de trânsito, e deixar claro que os mesmos, em suas respectivas competências, podem fazer planejamentos e ações coordenadas para todas as etapas e modalidades de ensino. E nesse caso, constrói uma relação mais intrínseca com a educação, quando propõe buscar um partilhamento consciente da vida pública, em que as normas de circulação sejam cumpridas a nível de emancipação do sujeito, um dos seus maiores desafios de convivência na sociedade.

As ações desenvolvidas e pensadas em relação ao trânsito, dificilmente estão voltadas a educação, na maioria das vezes, as ações promovidas pelos órgãos e entidades

de trânsitos são mais próximas a fiscalização do que educacional. Isso implica dizer que as ações coordenadas não atingiram os seus objetivos face as milhares de vítimas no trânsito a cada ano descrito no Mapa da Violência no Trânsito elaborado por Julio Jacobo Waiselfisz (2013). Pensar o trânsito nos aproxima de uma política nacional que busque melhores resultados. Essas ações estão vinculadas no documento normativo Resolução Denatran nº 514 de 18/12/2014 que dispõe da Política Nacional de Trânsito-PNT tem em seus objetivos aprimorar a educação para cidadania ao buscar a proteção da integridade humana. Educação e trânsito se juntam para criar uma visão crítica da sociedade nestes aspectos com intuito de assegurar a paz no trânsito ao problematizar a realidade da segurança viária no país.

### **3.1 DA APROXIMAÇÃO COM OS EDUCANDOS AO PROCESSO DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA ENTRE GAMES E A EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

A Unidade escolar estudada pertence à rede pública municipal do Ensino Fundamental no contexto das séries finais localizada no Centro da cidade de Ilhéus/BA a escola desenvolve suas atividades em três turnos com público do sexto ao nono ano e na modalidade de ensino Educação de Jovens e Adultos (EJA) a unidade escolar possui uma média anual de público de 1400 alunos. Escolhemos nos aproximar de forma aleatória junto a uma turma do 7º Ano com faixa-etária entre 11 e 13 anos. Para a observação estivemos na escola em dois momentos com tempo livre o que favoreceu observar os educandos nos espaços fora e dentro da sala de aula na entrada e saída e no horário de recreio.

Durante a esse período na unidade escolar foi possível notar às TICs: Na sala de multimídias com computador Tv e data-show sala onde funciona o espaço digital de aprendizagem (laboratório de informática) sala de reprografia e digitação. Nesse período não foi observada a utilização destes espaços pelos alunos mas segundo a supervisão escolar o laboratório de informática estava precisando de alguns reparos e também a falta do técnico em Tecnologia da Informação dificultava o processo e manuseio dos computadores por parte dos professores sendo pouco usados. No entanto a sala de recursos multifuncionais possuía um fluxo de uso por ter mídias mais acessíveis ao manejo dos professores como TV e *Datashow* que geralmente eram utilizados para filmes e aulas com projetores.

No primeiro momento de intervenção apresentamos a proposta pedagógica na sala de multimídias. Dialogamos com os educandos sobre as seguintes temáticas: As TICs na educação e a educação para o trânsito. Conhecendo mídia games e os tipos de jogos e as finalidades O trânsito no mundo virtual e real.

Na intervenção propomos ir ao laboratório de informática para uma ambientação.

Percebemos que alguns educandos tinham dificuldade de reconhecer o sistema Linux sistema operacional que possui código fonte aberto a modificações. Buscamos analisar os jogos disponíveis como: jogos arcade lógica cartas dentre outros e discutimos sua natureza para fins educacionais. Ao final foi apresentado aos 30 educandos presentes seis questionamentos: 1. Quantas vezes usavam computador/celular por semana? 2. O que faz utilizando o computador/celular? 3. Você usa o computador/celular para jogar? 4. Quais jogos mais gostavam? 5. O que se aprende com os jogos? 6. Os jogos podem ser utilizados para fins educacionais?

As perguntas serviram como diagnóstico para reconhecimento geral da turma e obtivemos os seguintes resultados: Quanto ao uso de computador/celular 21 alunos utilizam de cinco a mais vezes por semana. Referente à segunda questão as redes sociais e jogos são os que mais aparecem. Sobre a terceira questão 90% dos alunos jogam no computador/celular e na quarta questão os jogos que mais gostam são de ação e de lutas. Sobre as últimas questões a atenção e estratégia foram os itens mais identificados como necessários para aprendizagem e 70% acreditam que os jogos podem ser utilizados como ferramenta para fins educacionais. Analisamos que os educandos possuem clareza da linguagem dos jogos e percebem que para jogar é preciso compreender as regras e quais as melhores formas de jogar.

O segundo momento de intervenção foi exploratório ao permitir que os alunos escolhessem os jogos e diante do *menu* ajuda do computador puderam descobrir quais são as regras que foram amplamente discutidas. Nesta fase percebemos que os educandos ficaram oscilando em escolher entre os jogos variando sempre. Mas ao final majoritariamente escolheram o *Pac Man* um jogo da categoria arcade criado pelo designer de jogos japonês Toru Iwatani na década de 80 com suas variações. Neste jogo a atenção e a agilidade no manuseio de teclas específicas poderiam contribuir para o êxito do jogo. E como atividade final em razão de o laboratório de informática não possuir a acesso à internet solicitamos que os alunos baixassem jogos relacionados ao trânsito no celular em suas residências ou em outros espaços com acesso a internet.

No terceiro momento mais especificamente a temática do trânsito foi apresentada como um jogo da vida real em que todos devem ter a mesmas habilidades de um jogo atentando para a complexidade/simplicidade de transitar no nosso país. Os educandos descreveram situações não exitosas de pessoas próximas que tiveram experiências em acidentes sem e com vítimas fatais e sobre a não observância quanto à convivência social e às regras de trânsito. Dois alunos conseguiram baixar jogos específicos de trânsito e foi possível compartilhá-los sem a conectividade por outro aplicativo o *SHAREit* um avanço do conhecido aplicativo *Bluetooth* de transferência de dados fotos e áudios mas também vídeos e aplicativos.

A superação e fala dos educandos motivaram a ação educativa. Divididos em duas equipes foram escolhidos dois jogos de trânsito para a intervenção: um relacionado a placas



de trânsito vinculados a erros e certos e outro denominado como trânsito consciente jogo no qual você controla um carro que precisa evitar os outros carros e os copos de bebida alcoólica trazendo uma informação sobre o trânsito toda vez que você perde. Escolhido por sua interatividade o segundo jogo foi utilizado para uma competição em equipe na qual um jogador representante da equipe que se mostrou com habilidade teve missão de representar o grupo objetivando comentar as orientações acerca de um trânsito consciente independente de ganhar ou perder no jogo.

As TICs são visualizadas mais uma vez nos autores Bévort e Belloni (2009 p. 1091) os quais ao mencionarem o grande avanço do século XX “[...]As mídias tornam-se mais individualizadas impregnantes e invasivas. Da ‘aldeia global’ passamos à ‘sociedade da informação ou do conhecimento’ e sobretudo à ‘sociedade em rede’”. Neste caso em especial é possível entender que as tecnologias podem ser trabalhadas no ambiente escolar sem necessariamente depender de modo exclusivo da internet o que reduziria suas potencialidades. Em nossa intervenção mesmo sem internet no momento da atividade foi possível desenvolvê-la. .

A educação com apoio das TICs possibilita enxergar Freire (1982 109) quando diz que “É preciso contudo salientar que a práxis através da qual a consciência se transforma não é pura ação mas ação reflexão”. Essa junção entre teoria e prática é o que vai gerar uma nova reflexão esse foi também o caminho considerado pela proposta de intervenção em associar o uso de games na educação para o trânsito ao estudar as TICs.

No que concerne às discussões suscitadas e à proposta pedagógica desenvolvida foi possível compreendermos que alguns aspectos são relativamente complexos como o uso do Linux Educacional sistema criado especificamente para fins educacionais sendo distribuído e instalado em todos os espaços informatizados em unidades escolares. Na escola estudada por exemplo dos 32 computadores disponíveis somente 25 funcionavam de forma precária além da falta de um profissional para suporte técnico.

Defendemos contudo que a concepção conservadora na visão de uso e apropriação das TICs enquanto cultura não pode passar despercebida dessa geração. O entendimento desassociado das TICs promove uma interação às vezes equivocada esse passo foi evidenciado quando perguntamos aos alunos quantas vezes neste ano tinham utilizado o laboratório de informática e para a nossa surpresa aquela era a primeira vez no ano e alguns alunos mesmo estando no segundo ano letivo na escola não conheciam aquele espaço digital da escola. A partir da experiência naquele espaço os alunos escolheram como melhores os jogos *Pac man* batalha naval paciência e xadrez.

Em relação à temática trânsito demonstraram compreender empiricamente os problemas se sentiram satisfeitos em discutir teoricamente o assunto. Outro aspecto evidenciado durante o processo foi favorecer aos educandos a compreensão e ampliação do tema games com cunho educacional suscitando principalmente na leitura do campo ajuda no computador para entender como se joga o objetivo e as habilidades necessárias.

Cada passo era analisado e discutido mesmo com a ansiedade de alguns em pular essa etapa.

Mediante o exposto a intervenção contribui para reafirmar que a presença de tecnologias implica em uma prática mais contextualizada ao tempo em que se vive. A sua utilização de maneira articulada e com os aportes necessários podem contribuir para um resgate mais dinâmico da aprendizagem e de oferta em análises mais exploratórias não só quanto a temática em que as TICs são abordados mas nos objetivos traçados dentro do currículo escolar.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo evidenciou não apenas o quanto as mídias digitais podem e devem ser inseridas nas aulas tanto para temáticas interdisciplinares e temas transversais bem como para as disciplinas do currículo da escola. Da compreensão e identificação do uso da TICs percebemos um uso tímido frente as suas possibilidades faltando por parte da escola um estudo mais aprofundado que garanta reformular o uso e a necessidade da educação digital continuada para o os professores.

Referente ao estudo destacamos nesse sentido o quanto os games na condição de TICs podem contribuir de forma lúdica envolvente e prazerosa para com o processo de ensino e aprendizagem. Evidenciamos ainda que frente ao projeto de intervenção que aplicamos os estudantes discutiram quais habilidades eram necessárias para jogar chegando ao consenso entre: raciocínio estratégia paciência atenção disciplina atenção às regras. Essas propriedades evidenciadas permitem observar que quando um jogo tem uma proposta educacional não se pode pular etapas para o seu entendimento não é preciso só saber jogar mas como permanecer no jogo mudando de fases/etapas com o grau de complexidade exigida no jogo.

Assim mesmo com os jogos que as crianças e os adolescentes gostam na atualidade como *Fifa Super Mário world Minecraft Subway surfers Free fire e Fortnite* o entendimento é de que essas habilidades são necessárias. É preciso contudo observar que esses jogos podem ter traços de violência e por vezes transgridem regras de convivência o que não estimula uma vida salutar na interação com o outro fato posto ao evidenciar o trânsito como exemplo. É nesse ponto que entra a função de mediador lembrando aos jogadores o processo educativo da convivência social.

Por fim destacamos que a experiência vivida em nossa intervenção pedagógica deixou claro que o receio aparente diante dos entraves apresentados no uso das TICs a exemplo da falta de formação do professor da manutenção do espaço do amparo técnico dentre outros é ainda uma constante. Entretanto esse é um desafio que teremos que vencer juntos. O uso de games pode potencializar e estreitar as linguagens entre professor-aluno desencadeando uma efetiva e profícua recepção entre eles. É preciso portanto que

a escola promova novos diálogos entre as TICs e o processo de aprendizagem entendendo a educação em modo amplo a fim de que haja maior inserção das TICs e dos games nas escolas.

## REFERÊNCIAS

ABREU Pedro Henrique Benevides de. **Games e Educação**: potência de aprendizagem em nativos digitais. 2012. 142 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Juiz de Fora Juiz de Fora – MG 2012.

BATISTA Mônica de Lourdes Souza QUINTÃO Patrícia Lima LIMA Sérgio Muinhos Barroso CAMPOS Luciana Conceição Dias BATISTA Thiago José de Souza. Um estudo sobre a história dos jogos eletrônicos. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery** Juiz de Fora - MG. n. 3 jul./dez. 2007. Disponível em: <http://re.granbery.edu.br/artigos/MjQ4.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

BÉVORT Evelyne BELLONI Maria Luiza. Mídia-Educação: Conceitos história e Perspectivas. **Educação e Sociedade** Campinas vol. 30 n. 109 p. 1081-1102 set./dez. 2009.. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v30n109/v30n109a08.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

BONILLA Maria Helena Silveira PICANÇO Alessandra de Assis. Construindo novas educações. *In*: PRETTO Nelson de Lucca.. **Tecnologias e novas educações**. Vol. I. Salvador: EDUFBA 2005. p. 217-230.

BRASIL. **Diretrizes nacionais curriculares da educação para o trânsito**. Ensino Fundamental. Portaria 147/2009. Brasília: DENATRAN 2009.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Publicado no Diário Oficial da União. Brasília 1997.

\_\_\_\_\_. **Parecer CNE/CEB 011/2010**. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. Publicado no Diário Oficial da União. Brasília 2010.

\_\_\_\_\_. **Política nacional de trânsito**. Brasília: DENATRAN 2004.

FARIA Elaine Turk. O professor e as novas tecnologias. *In*: ENRICONE Délcia (Org.). **Ser professor**. 4 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS 2004. p. 57-72

FREIRE Paulo. **Ação cultural para liberdade e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1967b.

\_\_\_\_\_. Paulo. **Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1967a.

FREITAS Paulo Springer de. **A regulamentação do artigo 23 da Constituição Federal**. [s/d.]. Disponível: [encurtador.com.br/lmnuD](http://encurtador.com.br/lmnuD). Acesso em: 15 set. 2020.

GHENSEV Rogério. **O uso dos Games na Educação**. Centro Universitário Senac Lapa Tito São Paulo 2010 .

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua**: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2017. Rio de Janeiro: IBGE 2018. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101631\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101631_informativo.pdf). Acesso em: 15 set. 2020.

KOWALTOWSKI. Doris C.C. K. **Arquitetura Escolar - o projeto do ambiente do ensino**. São Paulo: Oficina de Textos 2011.

NETO Sebastião Rogério da Silva SANTOS Higor Ricardo SOUZA Anderson Alves de SANTOS Wilk Oliveira dos. Jogos Educacionais como ferramenta de auxílio em sala de aula. II **Congresso Brasileiro de Informática na educação** UNICAMP. Campinas 23-29 nov. 2013. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2634/2288>. Acesso em: 15 set. 2020.

PIMENTAL Nara Maria. **As políticas públicas para as tecnologias de informação e comunicação à distância no Brasil**. Campinas São Paulo: Papyrus 2008.

ROCHA Telma Brito. Currículo e tecnologias: refletindo o fazer pedagógico na era digital. *In*: PRETTO Nelson de Lucca. **Tecnologias e novas educações**. Vol. I. Salvador: EDUFBA 2005. p. 139-149.

SANTOS Clodogil Fabiano Ribeiro dos. **Tecnologias de informação e comunicação**. Santa Cruz. GRÁFICA UNICENTRO. (2015 ou 2016). Disponível em: <http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/123456789/830/5/Tecnologias%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

WASELFFISZ Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2013 Acidentes de Trânsito e Motocicletas**. CEBELA Centro Brasileiro de Estudos Latino-Americano. 2013

## ANÁLISE DE MATERIAIS PARA DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 28/09/2020

### **Daniele dos Santos Martins**

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC  
Cachoeira do Sul - RS  
<http://lattes.cnpq.br/7299388483248425>

### **Lidiane Kist**

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC  
Vera Cruz - RS  
<http://lattes.cnpq.br/5337555437805798>

### **Cláudio Trindade Scherer**

Porto Alegre - RS  
<http://lattes.cnpq.br/5316539112791092>

### **Marcus Daniel Friederich dos Santos**

Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC  
Canoas - RS  
<http://lattes.cnpq.br/3104931759810748>

**RESUMO:** O aumento da densidade demográfica contribuiu para a verticalização das cidades com a construção de edificações mais altas e maior concentração de pessoas por m<sup>2</sup> devido a isso o som gerado por vizinhos provoca perturbação no sossego de moradores próximos devido à falta de conforto acústico do imóvel. Com a Norma de Desempenho NBR 15575:2013 a qual a parte 3 trata-se sobre isolamento acústico em sistemas de pisos a preocupação com o ruído gerado pelos habitantes tornou-se importante ao construir edificações. Estas executadas após julho de 2013 devem atender aos parâmetros

de ruído de impacto conforme estabelece a referente norma. A acústica de edificações desafia projetistas a utilizarem em sistemas de pisos materiais que atenuem o som de tal forma que seja uma solução economicamente viável e atenda ao nível mínimo intermediário ou superior presentes na NBR 15.575-3. Com o objetivo de analisar as propriedades mecânicas de diferentes materiais o nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ( $L'_{Nt w}$ ) e o custo para a implantação de um sistema de pisos que absorva o som realizou-se in loco o ensaio de ruído de impacto segundo a ISO 16383-2:2015 e ISO 717-2:2013. Os sistemas de pisos ensaiados foram: isolamento acústico aderido em lajes sem contrapiso com e sem revestimento cerâmico contrapiso 1:5 com manta de 5mm contrapiso com argamassa autonivelante e manta de 5mm contrapiso 1:5 contrapiso com argamassa autonivelante laje treliçada com preenchimento de EPS e contrapiso 1:5 com e sem manta de 8/4 mm. Constatou-se que o sistema composto por isolamento acústico para contrapiso com argamassa autonivelante apresentou pior desempenho e menor custo com  $L'_{Nt w}=79\text{Db}$  e  $R\$_{90}$  já o sistema de piso formado por laje treliçada com contrapiso de 5cm e manta de 8/4mm apresentou melhor desempenho e maior custo com  $L'_{Nt w}=65\text{Db}$  e  $R\$_{91}$ .

**PALAVRAS - CHAVE:** Isolamento acústico. Ensaio in loco. Sistemas de pisos. Propriedades mecânicas. Custo.

## ANALYSIS OF MATERIALS FOR ACOUSTIC PERFORMANCE INF FLOOD SYSTEMS FOR IMPACT NOISE ISOLATION

**ABSTRACT:** The increase in demographic density contribute to verticalization of cities with the higher buildings construction due to this the produced noise causes disturbance in nearby residents' quietness due to a lack acoustic comfort of property. Since the Brazilian NBR 15575: 2013 Standard came into force the concern with produced noise by inhabitants has become important in the construction of buildings. The part 3 of the standard deals with sound insulation on floor systems. After July 2013 buildings must meet the impact noise parameters in accordance to that standard. The buildings acoustics challenges designers to use sound attenuating materials on floor systems in an economically feasible way and according to the minimum intermediate or upper level of NBR 15.575-3. The impact noise test was carried out in loco according to the ISO 16383-2:2015 and ISO 717-2:2013 aimed to analyse the mechanical properties of different materials the weighted standard impact sound pressure level ( $L'_{Nt w}$ ) and the cost for the implantation of a noise-absorbing floor system. The floor systems tested were: sound insulation adhered to slabs without subfloor with and without ceramic coating 1: 5 subfloors with 5mm mantle underlayment with self-levelling mortar and 5mm mantle 1:5 subfloor underlayment with self-levelling mortar latticework slab with EPS fill and 1:5 of underlayment with and without 8/4 mm blanket. It was verified the system composed by acoustic insulation for underlayment with self-levelling mortar presented the lowest performance:  $L'_{Nt w} = 79\text{Db}$  and the lowest cost: thirty-nine (Brazilian) reais and ninety cents (R\$ 39.90). On the other hand the floor system formed by a slab with a 5cm subfloor and an 8/4mm blanket showed the best performance:  $L'_{Nt w} = 65\text{Db}$  and the highest cost: sixty (Brazilian) reais and ninety-one cents (R\$ = 60.91).

**KEYWORDS:** Acoustic insulation. Tests in loco. Floor Systems. Mechanical properties. Cost.

### 1 | INTRODUÇÃO

As mudanças na estrutura das cidades e o conseqüente aumento da densidade demográfica levaram à otimização e aproveitamento do espaço urbano com a verticalização das estruturas edificadas [...] (REZENDE RODRIGUES VECCI 2014). A convivência diária de famílias próximas umas das outras em prédios geram reclamações pelos usuários com relação ao conforto acústico de sua edificação.

“Tradicionalmente no Brasil têm sido usual desconsiderar a adequação acústica de edificações a qual é em geral negligenciada desde o projeto arquitetônico” [...] (REZENDE RODRIGUES VECCI 2014). A falta de isolamento acústico no sistema de piso conforme Bouffleur (2013) [...] “é causado pela negligência com a importância do desempenho acústico no momento da escolha do sistema de atenuação do ruído sendo não raro analisado somente pelos aspectos econômicos e de praticidade de execução”.

Conforme Bistafa (2011) o ruído em níveis elevados pode provocar perda da audição elevação da pressão arterial (efeitos fisiológicos) incômodos (efeitos psicológicos) tais como perturbação do sono stress tensão queda de desempenho e interferência com a comunicação oral.

A origem do ruído de impacto ocorre através do choque exercido diretamente sobre um elemento construtivo da edificação. Em função da rigidez das ligações do edifício pode se propagar em toda a sua extensão formando campos sonoros intensos entre apartamentos distantes da origem da excitação da fonte sonora. Dentre exemplos de ruído de impacto estão: movimentação de pessoas queda de objetos arrastar móveis e qualquer ato que choque sobre o piso que gera uma excitação que se propaga por ondas elásticas a todo o elemento e aos que estão ligados transformando-se em fonte de radiação de energia sonora as demais unidades habitacionais que a delimitam (PATRÍCIO 2010).

As paredes de alvenaria e pavimentos de concreto armado tem um amortecimento interno aos meios de propagação pequeno na ordem de (0 5% a 1%) o que significa que isolamento ao ruído de impacto pode ser um desafio técnico considerável (PATRÍCIO 2010). O ruído de impacto é transmitido longitudinalmente transversalmente torcionalmente e na direção do cisalhamento. A transmissão sonora por meio da estrutura ocorre através do impacto decorrente da vibração como ocorre por exemplo em laje estrutural de concreto armado (SANTOS 2012).

Os raios sonoros propagados por meio de vibrações de estruturas estão relacionados com a dimensão da estrutura em relação ao comprimento da onda sonora normalmente quanto maior o tamanho da estrutura maior será a transmissão. Por exemplo uma laje de concreto apesar de ter bastante massa e ser bom para isolamento de ruídos aéreos não possui uma capacidade significativa de isolamento de vibrações (SOUZA ALMEIDA BRAGANÇA 2012).

Para atenuar o ruído de impacto os pisos necessitam ser flutuantes no qual é instalado um material resiliente ou absorvedores de vibrações entre a estrutura de madeira de aço ou de concreto armado e o contrapiso. Quanto às estruturas em si as estruturas inerciais como as de concreto armado são as mais indicadas pois aliam uma boa resistência mecânica a uma atenuação que com o aumento da espessura pode atingir valores apreciáveis (COSTA 2013).

A lei de Berger ou lei fundamental do isolamento acústico diz:

[...] um isolamento eficaz se dá quando é utilizado como material isolante uma substância cuja resistividade acústica seja o mais diferente possível da substância que se quer isolar. Por essa lei entende-se que para isolar o som que se propaga no ar que é um meio acusticamente mole deve-se usar materiais rígidos e pesados ao contrário para isolar o som que se propaga nos sólidos materiais leves (NEUBAUER 2009).

Este artigo tem o objetivo estudar alguns materiais que atenuem o ruído de impacto no sistema de pisos em edificações de múltiplos pavimentos a fim de atender os requisitos da Norma de Desempenho NBR 15575:2013 – Parte 3 obtidos através de ensaio em campo bem como as propriedades mecânicas dos materiais analisados e estabelecer uma relação desempenho-custo de alguns tipos de materiais para isolamento acústico

disponíveis no mercado da construção civil.

## 2 | METODOLOGIA

Para avaliar o desempenho acústico dos sistemas de pisos os parâmetros de medições devem atender a NBR 15575-3 (2013) com a realização do ensaio de isolamento de ruído de impacto. A norma do ensaio é a ISO 16283-2 (2015) e através da ISO 717-2 (2013) obtém-se o nível de pressão sonora de impacto padrão-ponderado ( $L'_{Nt w}$ ). Os ensaios foram realizados in loco em apartamentos finalizados desocupados sem a presença de móveis e com as esquadrias instaladas. Considerou-se o ambiente de baixo como a sala receptora do ruído e a de cima como a sala emissora do ruído.

Além do ensaio foi estabelecida através de um gráfico a relação desempenho-custo comparando o valor do  $L'_{Nt w}$  com R\$ a fim de obter o material de melhor desempenho e menor custo dentre os estudados neste trabalho. Na Tabela 1 estão registrados os sistemas de pisos ensaiados o que compõe cada um deles.

### 2.1 Medição do ruído de impacto

A medição do ruído de impacto foi realizada conforme a ISO 16283-2 (2015) Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation que descreve os procedimentos de medição do isolamento acústico em edifícios e elementos de construção realizados em campo.



Sistema de piso	Descrição do material	Laje	Composição do sistema de piso	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Sistema de piso A</b>					
A1	Isolamento acústico aderido para lajes sem contrapiso e sem revestimento cerâmico	Maciça pré-moldada de 11 cm	Emulsão acústica de 4mm, proteção mecânica e massa corrida aplicada direto na laje (3mm)	9,17 m <sup>2</sup>	23,10m <sup>3</sup>
A2	Isolamento acústico aderido para lajes sem contrapiso com revestimento cerâmico	Maciça pré-moldada de 11 cm	Emulsão acústica de 4mm, proteção mecânica, argamassa colante ACI, piso cerâmico e massa corrida aplicada direto na laje (3mm)	9,17 m <sup>2</sup>	23,10m <sup>3</sup>
<b>Sistema de piso B</b>					
B1	Isolamento acústico formado por contrapiso com traço 1:5 (cimento:areia), manta de 5 mm e porcelanato	Maciça de 9 cm	Manta acústica de 5mm, contrapiso de 6 cm com traço 1:5 (cimento: areia). Além de argamassa colante ACII, porcelanato, e reboco de gesso com acabamento em massa corrida PVA e pintura com tinta emborrachada	7,65 m <sup>2</sup>	20,27 m <sup>3</sup>
B2	Isolamento acústico formado por contrapiso com argamassa autonivelante e manta de 5mm	Maciça de 9 cm	Manta acústica de 5mm, contrapiso com argamassa autonivelante de 6 cm, argamassa colante ACII, porcelanato, reboco de gesso com acabamento em massa corrida PVA e pintura com tinta emborrachada	7,65 m <sup>2</sup>	20,27 m <sup>3</sup>
<b>Sistema de piso C</b>					
C1	Isolamento acústico com contrapiso de traço 1:5 (cimento:areia)	Pré-moldada com vigotas protendidas + tabelas cerâmicas (8cm) e capa de concreto (5cm)	Contrapiso 4,5 cm, argamassa colante ACIII e porcelanato. O forro possui rebaixo com gesso em placas + massa corrida e pintura PVA	9,31 m <sup>2</sup>	24,20 m <sup>3</sup>
C2	Isolamento acústico para contrapiso com argamassa autonivelante	Pré-moldada com vigotas protendidas + tabelas cerâmicas (8cm) e capa de concreto (5cm)	Contrapiso de 4,5 cm com argamassa autonivelante, argamassa colante ACIII e porcelanato. O forro possui rebaixo com gesso em placas + massa corrida e pintura PVA	9,31 m <sup>2</sup>	24,20 m <sup>3</sup>
<b>Sistema de piso D</b>					
D1	Laje treliçadas com preenchimento em EPS e contrapiso	Com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS, com uma espessura total de 30cm, sendo que destes, 24 cm são de preenchimento com EPS e 6 cm são da capa de concreto	Sobre a laje há um contrapiso de 5 cm de espessura, com traço 1:5 (cimento: areia)	9,10 m <sup>2</sup>	25,50 m <sup>3</sup>
D2	Laje treliçadas com preenchimento em EPS, manta ondulada de 8/4 mm e contrapiso de traço 1:5 (cimento: areia)	Com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS, com uma espessura total de 30cm, sendo que destes, 24 cm são de preenchimento com EPS e 6 cm são da capa de concreto	Sobre a laje há manta ondulada de 8 mm e um contrapiso de 5 cm de espessura, com traço 1:5 (cimento: areia)	9,10 m <sup>2</sup>	25,50 m <sup>3</sup>

Tabela 1: Descrição dos sistemas de pisos ensaiados

Fonte: Autores (2018).

### *2.1.1 Equipamentos utilizados nas medições*

- Medidor de nível de pressão sonora marca Brüel & Kjaer modelo 2270 – Classe 1.
- Calibrador acústico marca Brüel & Kjaer modelo 4231- Classe 1.
- Dois microfones marca Brüel & Kjaer modelo 4189.
- Máquina de impacto marca Brüel & Kjaer modelo DK-2850.
- Software Qualifier Type 7830 marca Brüel & Kjaer versão 2.18.6.

### *2.1.2 Procedimentos*

O ensaio do isolamento de ruído de impacto é realizado no dormitório e entre pavimentos distintos. São medidos além do nível de pressão sonora o ruído de fundo quando a fonte de impacto é desligada e os tempos de reverberação no recinto de recepção. A geração do ruído ocorre por meio da máquina de impacto padronizada e para medir o tempo de reverberação foi usado o método impulsivo com o uso de balões. A medição do tempo de reverberação é realizada com o microfone posicionado em três pontos no recinto receptor e realizada duas medições por ponto a partir do estouro de balões. São utilizadas quatro posições da máquina de impacto sendo realizadas quatro medições do nível de pressão sonora de impacto para cada posição da máquina de impacto. O nível registrado é processado com uma correção segundo as condições acústicas do recinto receptor (obtidas através do tempo de reverberação) e resulta no nível de pressão sonora de impacto ponderado ( $L'Nt$ ). Este é convertido em um número único através da ISO 717-2 obtendo-se o nível de pressão sonora de impacto padronizado ( $L'Nt w$ ) que é o valor comparável com os níveis de desempenho da NBR 15575-3 (2013).

### *2.1.3 Relação desempenho-custo de alguns materiais e suas propriedades mecânicas quanto a atenuação do ruído*

Realizou-se um levantamento de custos dos materiais para isolamento acústico utilizados nos sistemas de pisos ensaiados por meio de pesquisa de mercado com fornecedores e construtoras a fim de estabelecer uma relação desempenho-custo. Nos custos foram considerados somente os sistemas de pisos que possuem algum tipo de material atenuador do som desconsiderando os demais componentes.

## **2.2 Instrumentos de análise de dados**

A NBR 15575-3 (2013) estabelece parâmetros de níveis de ruídos a serem atendidos para ruído de impacto. O ruído de impacto é determinado pelo nível de pressão sonora de impacto – padrão ponderado ( $L'Nt w$ ). A Tabela 2 apresenta níveis de desempenho e o  $L'Nt w$ .

Elemento	L'Nt,w (Db)	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos.	66 a 80 56 a 65 ≤ 55	M I S

Tabela 2: Critério e nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado L'Nt w [9]

Fonte: NBR 15575-3 (2013).

### 3 I RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

#### 3.1 Resultados dos ensaios de ruído de impacto

Na Figura 1 estão representados graficamente o nível de pressão sonora de impacto ponderado L'Nt (Db) e a frequência (Hz) em cada sistema de piso para a curva obtida no ensaio. A Tabela 3 apresenta o nível de impacto padronizado (L'Nt w) os valores do desempenho de cada sistema de piso obtidos através da curva ajustada conforme ISO 717-2 e análise de desempenho conforme NBR 15575-3 (2013).

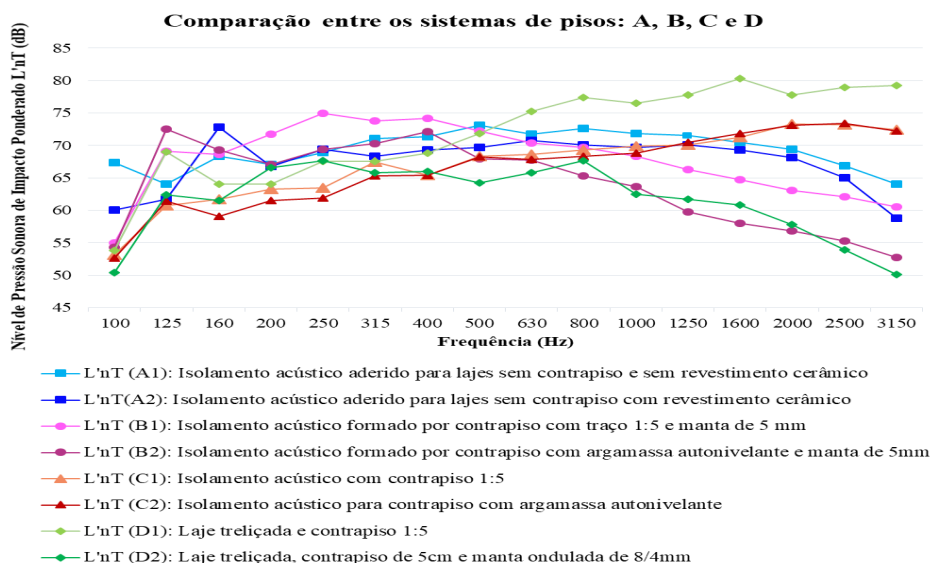


Figura 1: Comparação entre os sistemas de pisos conforme L'Nt e frequência (Hz)

Fonte: Autores (2018).

Material	L'Nt,w (Db)	Desempenho
A1	75	Mínimo
A2	73	Mínimo
B1	71	Mínimo
B2	67	Mínimo
C1	79	Mínimo
C2	79	Mínimo
D1	85	Não atende a norma
D2	65	Intermediário

Tabela 3: Valores do nível de pressão sonora de impacto padronizado L'Nt w e o desempenho

Fonte: Autores (2018).

### 3.2 Relação desempenho-custo dos materiais para isolamento acústico

Realizou-se um levantamento de custos de materiais para isolamento acústico em sistemas de pisos através de pesquisa de mercado com fornecedores de alguns materiais disponíveis para a construção civil e que foram ensaiados em campo. No custo foi considerado o valor para a instalação do sistema incluindo material + mão de obra e o IPI (Imposto Sobre Produtos Comercializados) desconsiderando o custo da laje regularização argamassa colante e o tipo de piso o custo do contrapiso foi considerado em sistemas de pisos que possuem manta também não foi considerado o custo com frete e nem ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços). Os custos com mão de obra foram obtidos através de medições realizadas em obras. Na Tabela 4 estão apresentados os custos dos materiais para isolamento acústico de forma detalhada.

<b>CUSTOS</b>			
<b>Isolamento acústico aderido para contrapiso - Sistema de Piso A1</b>			
<b>Materiais</b>	<b>R\$</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Rendimento</b>
Emulsão Acústica	8,03/Kg	20,08 /Kg	Em média 20m <sup>2</sup> /dia
Proteção Acústica	10,27/Kg	2,05 /Kg	
Argamassa Colante ACI	7,00 (20Kg)	1,75 /Kg	-
Selante: Juntas 1cmx1cmx1cm=100ml/m	29,50 (600 ml)	4,92 ml/m	-
Mão de obra (1 profissional e 1 auxiliar)	-	12,00 /m <sup>2</sup>	-
		<b>RS40,80</b>	
<b>Contrapiso de 6 cm e manta de 5mm - Sistema de Piso B1</b>			
Manta de 5 mm ( rolo de 1,20 x 0,50)	4,80/m <sup>2</sup> +15% IPI	5,52 /m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> /dia
Custo para pedidos de no mínimo 1000 reais +15%IPI			
Mão de obra para instalação da manta (com 1 pedreiro e 1 auxiliar)	3,00/m <sup>2</sup>	3,00 /m <sup>2</sup>	
Contrapiso 1:5 (cimento:areia) com espessura de 6 cm	12,90/m <sup>2</sup>	12,90 /m <sup>2</sup>	-
Mão de obra do contrapiso	20,00/m <sup>2</sup>	20,00 /m <sup>2</sup>	-
		<b>RS41,42</b>	
<b>Contrapiso com argamassa autonivelante com 6 cm e manta de 5mm - Sistema de Piso B2</b>			
Manta de 5 mm (rolo de 1,20 x 0,50)	4,80/m <sup>2</sup> +15% IPI	5,52 /m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> /dia
Custo para pedidos de no mínimo 1000 reais +15%IPI			
Mão de obra para instalação da manta (com 1 pedreiro e 1 auxiliar)	3,00/m <sup>2</sup>	3,00 /m <sup>2</sup>	
Argamassa autonivelante com espessura de 6cm e mão de obra (com 3 funcionários)	47,30/m <sup>2</sup>	47,30 /m <sup>2</sup>	650m <sup>2</sup> /dia
		<b>RS55,82</b>	
<b>Contrapiso de 4,5 cm com argamassa autonivelante - Sistema de Piso C2</b>			
Argamassa autonivelante com espessura de 4,5cm + mão de obra (com 3 funcionários)	39,90/m <sup>2</sup>	39,90	650m <sup>2</sup> /dia
		<b>RS39,90</b>	
<b>Contrapiso de 5cm e manta ondulada de 8/4 mm de espessura média 8mm - Sistema de piso D2</b>			
Manta ondulada de 8/4 mm	25,87+5% IPI	27,16 /m <sup>2</sup>	60m <sup>2</sup> /dia
Mão de obra para instalação da manta (com 1 pedreiro e 1 auxiliar)	3,00/m <sup>2</sup>	3,00 /m <sup>2</sup>	
Contrapiso 1:5 (cimento:areia) de 5 cm de espessura	10,75/m <sup>2</sup>	10,75 /m <sup>2</sup>	-
Mão de obra para o contrapiso	20,00/m <sup>2</sup>	20,00 /m <sup>2</sup>	-
		<b>RS60,91</b>	

Tabela 4: Custos dos Sistemas de Pisos

Fonte: Autores (2018).

### 3.2.1 Gráfico relação desempenho-custo

Na Figura 2 consta o gráfico que relaciona L'Nt w (Db) e R\$ a fim de encontrar o material de melhor desempenho com o menor custo.

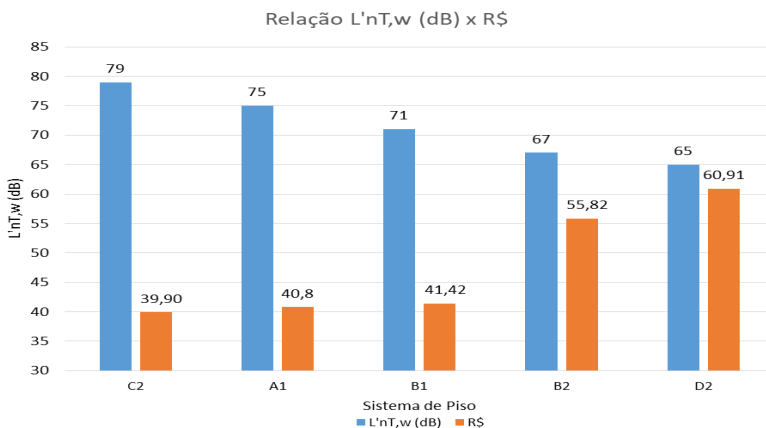


Figura 2: Gráfico relação entre L'Nt w (Db) e R\$

Fonte: Autores (2018).

### 3.2.2 Comparação entre os ensaios A1 e A2

Os ensaios nos sistemas de pisos A1 e A2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em A1 e A2 é alvenaria estrutural com blocos de concreto. O sistema de piso A1 sem revestimento cerâmico apresentou  $L'Nt w=75Db$ . Já o sistema A2 acrescido por argamassa colante e piso cerâmico obteve-se  $L'Nt w=73Db$ . Ou seja ocorreu uma redução de  $2Db$ . Conforme o gráfico da Figura 1 na baixa e média banda de frequência respectivamente  $160Hz$  e  $250Hz$  o sistema de piso A2 apresentou pior desempenho já nas demais bandas de frequências este obteve melhor desempenho que A1. Constata-se que a laje maciça por apresentar grande quantidade de concreto constituindo maior massa comparado aos outros tipos de lajes estudados neste trabalho auxilia para atenuar o ruído de impacto. Adicionado a isto o isolamento acústico aderido que substitui o contrapiso convencional realizado comumente em obras contribui para melhora da acústica do local pois este absorve a passagem da energia sonora evitando que ela se propague para o pavimento abaixo que será o receptor de ruído. A instalação do revestimento cerâmico com argamassa colante em A2 aumenta a espessura do sistema de piso com o aumento do isolamento ao ruído de impacto em  $2Db$ . O sistema em A2 ao aliar a argamassa autonivelante com a manta apresentou desempenho mínimo e está entre os sistemas de pisos mais competitivos estudados neste trabalho.

### 3.2.3 Comparação entre os ensaios B1 e B2

Os ensaios nos sistemas de pisos B1 e B2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em B1 e B2 é concreto armado com paredes de vedação. O sistema de piso B1 composto por porcelanato

argamassa colante ACII contrapiso com traço 1:5 (cimento: areia) manta de 5mm laje de 9cm e reboco de gesso apresentou L'Nt w=71Db. Já o sistema de piso B2 em que o contrapiso é composto por argamassa autonivelante e demais componentes iguais a B1 apresentou L'Nt w=67Db. Ou seja apresentou uma redução de 4Db. Conforme o gráfico da Figura 1 nas baixas bandas de frequências de 125Hz e 160Hz o sistema de piso B2 apresentou desempenho inferior já nas demais bandas de frequências seu desempenho foi melhor que B1. A laje maciça de 9cm demanda mais concreto comparado aos outros tipos de lajes estudados apresenta menor massa comparado a laje do sistema de piso A já que esta possui 2 cm a menos. A utilização da manta de 5mm instalado entre a laje e o contrapiso serve para isolar o contrapiso da estrutura e absorver a energia sonora que é transmitida entre pavimentos.

### *3.2.4 Comparação entre os sistemas de pisos C1 e C2*

Os ensaios nos sistemas de pisos C1 e C2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em C1 e C2 é alvenaria estrutural com tijolos maciços. O sistema de piso C1 composto por porcelanato argamassa colante ACIII contrapiso 1:5 (cimento: areia) capa de concreto laje pré-moldada com vigotas protendidas e tavelas cerâmicas e rebaixo com gesso em placas massa corrida e pintura PVA apresentou L'Nt w =79Db. Já o sistema de piso C2 com contrapiso formado por argamassa autonivelante e demais componentes iguais a C1 apresentou também L'Nt w =79Db não ocorrendo alteração nos resultados. Conforme o gráfico da Figura 1 os melhores desempenhos em C2 foram na baixa banda de frequência em 125Hz na média banda de frequência em 1250Hz e 1600Hz e na alta banda de frequência em 2500Hz nas demais bandas de frequências apresentou desempenho pior que C2. Já nas outras bandas de frequências C2 apresentou melhor desempenho comparado a C1. Na média banda de frequência em 400Hz o desempenho em C1 e C2 foram iguais. A laje é composta de tavelas cerâmicas e vigotas protendidas com capa de concreto de 5cm como este tipo de laje apresenta menos concreto comparado aos outros tipos estudados neste trabalho possui menos massa o que contribui para a maior propagação do ruído de impacto.

### *3.2.5 Comparação entre os sistemas de pisos D1 e D2*

Os ensaios nos sistemas de pisos D1 e D2 foram realizados na mesma edificação com área volume tipo e espessura de laje iguais. O sistema construtivo em D1 e D2 é concreto armado com paredes de vedação. O sistema de piso D1 composto por contrapiso de traço 1:5 laje com vigotas treliçadas (30cm) vigotas com preenchimento em EPS (24cm) e capa de concreto (6cm) apresentou L'Nt w =85Db. Já o sistema de piso D2 adicionado a manta ondulada de espessura média de 8mm e demais componentes iguais a D1 apresentou uma diminuição de 20Db. Conforme o gráfico da Figura 1 o desempenho

inferior do sistema de piso D2 foram na baixa banda de frequência em 200Hz e na média banda de frequência em 250Hz nas demais bandas de frequências D2 apresentou melhor desempenho comparado a D1. Neste sistema de piso a presença do EPS com 24 cm de espessura material leve que não absorve energia sonora portanto não auxilia para atenuar o ruído de impacto possivelmente por isso dentre os sistemas ensaiados sem isolante acústico este foi o que apresentou pior resultado. A presença de uma capa de concreto de 6cm e o contrapiso com traço de 1:5 não colaborou significativamente para o isolamento ao ruído de impacto. A adição da manta acústica com espessura aproximada de 8mm em D2 trata-se de material que absorve a energia sonora atenuando a passagem do ruído de impacto para o pavimento de baixo contribuiu para que o sistema passasse a não atender a norma a pertencer ao nível intermediário ou seja o material amorteceu a passagem das ondas sonoras e evitou a passagem do ruído em 20Db.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que há uma variedade de materiais disponíveis no mercado da construção civil com variados preços atendendo ao um dos níveis de desempenho da NBR 15575-3 (2013). Além disso é necessário a execução correta do sistema conforme indicação no catálogo do fabricante para obter o desempenho que atenda a referida norma. No gráfico que relaciona o L'Nt w e R\$ constou-se que há uma proporção do desempenho com o custo. À medida que aumenta o desempenho o custo aumenta à medida que o custo diminui o desempenho também diminui nos sistemas de pisos estudados neste trabalho.

Observou-se que o sistema de piso de menor custo e pior desempenho estando próximo ao limite da NBR 15575-3 é o sistema de piso C2 formado por contrapiso com argamassa autonivelante e o sistema de piso de maior custo e maior desempenho é o sistema de piso D2 composto por manta de 8/4 mm de espessura. O Brasil tem condições de atingir a norma quanto ao ruído de impacto pois existem várias alternativas de materiais disponíveis no mercado da construção civil. A implantação de um dos quatro sistemas de pisos faz a diferença na vida dos moradores residentes da edificação já que o ruído pode provocar problemas de saúde. Tendo em vista que edificações devem atender aos parâmetros da Norma de Desempenho e que há materiais disponíveis na indústria da construção civil nota-se a falta de atenção de construtoras com o ruído em edificações de múltiplos pavimentos já que a maioria delas não apresenta isolamento acústico no sistema de piso.



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-3**: edificações habitacionais – desempenho parte 3: requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro ABNT 2013.

BISTAFA S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher 2011.

BOUFLEUR V. **Desempenho acústico de edificações habitacionais**: Desafios para a implementação da norma de desempenho. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre 2013.

COSTA Ennio Cruz da. **Acústica Técnica**. São Paulo: Blucher 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16283-2**: acoustics – field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – part 2: impact sound insulation. Geneva ISO 2015.

\_\_\_\_\_. **ISO 717-2** Acoustics – Rating of sound insulation in building and of building elements – Part 2: Impact sound insulation. Geneva 2013.

NEUBAUER Paola. Mezzomo. **Estudo Comparativo entre Diversas Composições de Pisos Flutuantes de Madeira Natural-Assoalho e Tacos- Quanto ao Ruído Aéreo e Ruído de Impacto**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria 2009.

PATRÍCIO Jorge. **Acústica nos edifícios**. 6. ed. Lisboa: Verlag Dashöfer 2010.

REZENDE J. B. RODRIGUES F. C. VECCI M. A. M. Uma análise de critérios de desempenho acústico para sistemas de piso em edificações. In: SIMMEC/EMMCOMP2014. XI Simpósio de Mecânica Computacional II Encontro Mineiro de Modelagem Computacional 2014 Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: ABMEC 2014. p. 1-14.

SANTOS Jorge Luiz Pizzatti dos. **Isolamento sonoro de partições arquitetônicas**. Santa Maria: UFSM 2012.

SOUZA L. ALMEIDA M. BRAGANÇA L. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**: ouvindo a arquitetura. São Paulo: UFSCar 2012.

*Data de aceite: 01/12/2020*

*Data de submissão: 30/08/2020*

### **Fábio Freire Torres**

Fatec Araçatuba - Prof. Fernando Amaral de  
Almeida Prado  
Araçatuba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/4900242795615529>

### **Lucilena de Lima**

Fatec Araçatuba - Prof. Fernando Amaral de  
Almeida Prado  
Araçatuba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0062050183642603>

**RESUMO:** As redes sociais cada vez mais vêm nos ajudando a manter contato com àqueles que já conhecemos e também a conectarmos com àqueles que compartilham os mesmos interesses que os nossos e dessa forma expandindo nosso círculo social. Este projeto visa o desenvolvimento do Cine-/ON/ um aplicativo com formato de rede social para dispositivos iOS onde o principal destaque estará nas diversas opções de interação com os títulos de filmes e a sua interface gráfica intuitiva. O objetivo do Cine-/ON/ será de aproximar os amantes de filmes e facilitar a descoberta de novos lançamentos e também servir como guia para a indústria cinematográfica.

**PALAVRAS - CHAVE:** Redes sociais Aplicativo Móvel Filmes Internet.

### MOBILE APPLICATION I SOCIAL NETWORK: CINE-/ON/

**ABSTRACT:** Social networks increasingly have helped us to keep in touch with those we already know and also to connect with those who share the same interests as ours and on this way expanding our social circle. This project aims to develop Cine-/ON/ an application with social network format for iOS devices where the focus will be on the various interaction options with the movie titles there available and on its graphic user interface. The aim of the Cine-/ON/ will be to approach film lovers and facilitate the discovery of new releases and serve as a guide to the movie industry.

**KEYWORDS:** Social network Mobile App Movies Internet.

## 1 | INTRODUÇÃO

As redes sociais vêm marcando e transformando a forma que as pessoas se comunicam atualmente devido a sua rapidez e ampla versatilidade que elas possuem fazendo com que se se popularizem fortemente e conquistem mais usuários (Nogueira 2010).

Parafraseando Cunha (2012) essas redes além de nos possibilitar a manter contato com àqueles que conhecemos elas são capazes de criar e mobilizar grupos abrindo um grande leque de possibilidades que por sua vez permite a expansão de nossos círculos sociais fazendo com que conheçamos novas pessoas que partilham de interesses semelhantes aos

nossos gerando o famigerado *Networking*.

Os poderes dessas redes virtuais capacitam a divulgação de notícias serviços e mídias de entretenimento em largas proporções gerando a chance para expormos nossos pontos de vista sobre tais divulgações seja por meio de comentários compartilhamentos ou “reações” de aprovação como por exemplo os “*Likes*” (“Curtidas”) do Facebook.

Com essa exposição dos pontos de vista dos usuários e de suas reações de acordo com Tsuru (2014) as empresas que utilizam as redes sociais conseguem obter de forma instantânea feedbacks sobre o seu trabalho e ideais que são divulgados nas redes e com isso produzir conteúdos que consigam agradar os gostos de seus clientes garantindo uma boa consolidação em seu ramo e como consequência captam mais clientes interessados em seus serviços e produtos.

Partindo desse contexto o presente estudo visa a projeção de um *App* para dispositivos móveis baseado em redes sociais cujo tema será filmes. Os usuários desta poderão ver a descrição de filmes para comentarem avaliarem e recomendarem para outros usuários da aplicação. Esse *App* também buscará notificar o usuário quando um filme favorito estiver disponível no cinema ou para ser assistido em seu dispositivo por meio de serviços de transmissão digital como Netflix e fornecerá links para a realização de tais ações.

Este estudo responderá também à seguinte questão: A existência de uma aplicação com moldes de rede social com a temática de filmes ajudará seus futuros usuários a ficarem mais conectados com o universo cinematográfico e os seus lançamentos?

O desenvolvimento de tal *software* se justifica pela falta de uma aplicação móvel do gênero que traga tais funções e que também possua uma interface intuitiva pois como justificado por Silveira Ribeiro e Folle (2014) as pessoas despendem muito do seu tempo olhando para a tela de seu dispositivo para assimilarem qual comando utilizar então é fundamental que os elementos gráficos da interface sejam concebidos numa forma gráfica mais simples possível e que sejam adequadas às capacidades cognitivas e perceptivas do usuário.

Diante do apresentado será desenvolvido o aplicativo para dispositivos *iOS* utilizando a linguagem de programação Swift que une o melhor da linguagem C e Objective-C. Seu desenvolvimento será norteado pelos parâmetros estabelecidos pela UML (*Unified Modeling Language* – Linguagem de Modelagem Unificada) e pela prototipagem da aplicação aonde foi concebida sua interface.

## 2 | OBJETIVOS

Conforme Halt (2014) as redes sociais são estruturas sociais que possuem como finalidade o relacionamento entre pessoas. Tais redes podem operar em variados níveis como por exemplo redes de relacionamentos como o Facebook e redes profissionais

como o LinkedIn. Um ponto corrente que essas redes partilham é o compartilhamento de informações, conhecimentos e interesses em busca de objetivos comuns. Nesse sentido é dito que as redes sociais conseguem dar voz às pessoas que as integram, dando mais importância à opinião pública, tornando-a uma ferramenta capaz de guiar questões sociais e econômicas. Atualmente, esses meios de comunicação virtuais possuem mecanismos internos que conseguem promover alta versatilidade naquilo que é mostrado ao usuário, como, por exemplo, a exibição de conteúdo baseado por localização geográfica e idade.

As redes sociais, a cada instante, conquistam a atenção de diversos públicos, que vai de usuários leigos, que querem se comunicar com os amigos, até de corporações interessadas em divulgar sua marca para obterem maior aproximação de seus clientes (CUNHA 2012).

Ao longo disso, mudou-se o contexto de como as pessoas recebem o que acontece ao seu redor. O avanço das redes sociais é motivado pela atividade constante dos usuários, fazendo com que eles estejam mais ligados ao mundo e relatando o que nele ocorre (COUTTO 2013).

Atualmente as redes sociais moldam e constroem as identidades de seus usuários, fazendo com que eles adotem novos costumes em seu cotidiano. De acordo com Nóbrega (2013), é percebido que aqueles que fazem uso desses meios virtuais têm em vista a construção e a moldagem de suas características pessoais, podendo-se observar que as redes sociais virtuais são tidas como uma condução de formar a identidade do ser.

### 3 | METODOLOGIA

O aplicativo será desenvolvido utilizando a linguagem de programação Swift, que une o melhor das linguagens C e Objective-C para a produção de aplicações para plataformas Apple.

Para a obtenção de requisitos, documentação e prototipagem desse projeto foram utilizadas algumas ferramentas técnicas, tais como: “*Business Project Model Canvas*”, “*Use Case Diagram (UML)*” e “*Proto.io*”.

No app, o usuário precisará estar previamente cadastrado para que assim possa logar no sistema, conforme mostrado nas figuras 1 e 2.

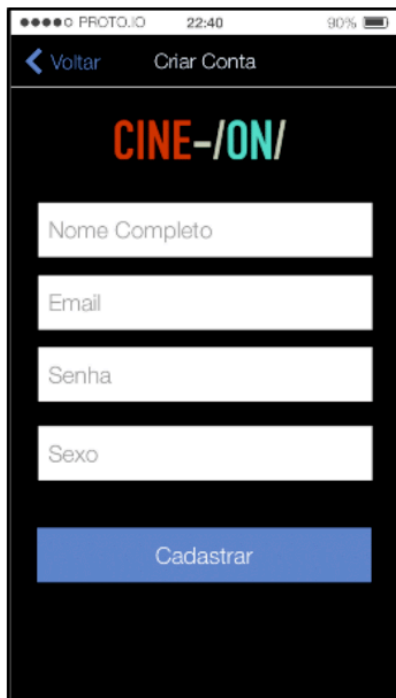


Figura 1. Tela de Cadastro



Figura 2. Tela de Login

Após seu login o usuário será redirecionado para a tela de *Feed* (figura 3) onde encontrará as atualizações postadas de seus amigos e sobre seus filmes favoritos e o usuário contará também com um perfil onde terá suas informações disponíveis como sua descrição e postagens realizadas (figura 4).

Poderá ser consultado fichas técnicas dos filmes em tal aplicativo assim como realizar avaliações sobre (figura 5) e obter informações sobre disponibilidade (figura 6).

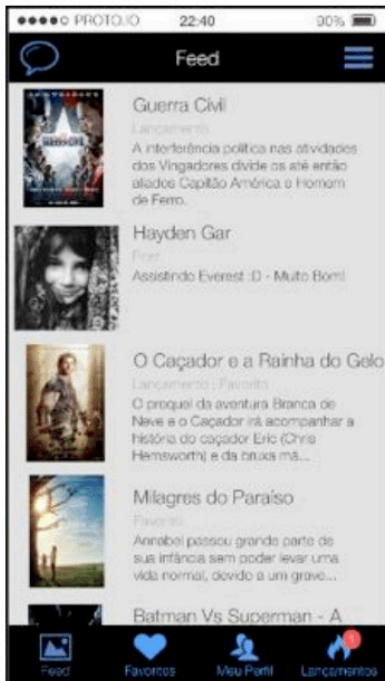


Figura 3. Tela de Feed



Figura 4. Tela de Perfil



Figura 5. Tela de Ficha Técnica

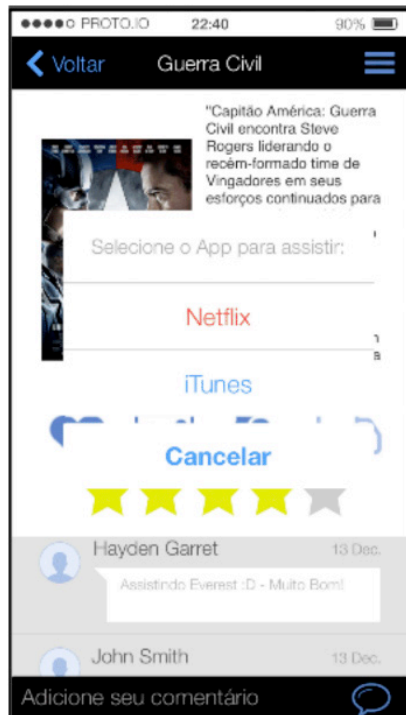


Figura 6. Manu de Disponibilidade

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se que este aplicativo torne o universo de busca por filmes prazeroso uma vez que o Cine-/ON/ apresentará navegação simples e intuitiva com interações entre seus usuários tornando o aplicativo a escolha perfeita para amantes de filmes pois possui as mesmas interações encontradas em redes sociais comuns porém voltada à filmes.

## 5 | CONCLUSÕES

Foi evidenciado que as redes sociais são altamente utilizadas devido às suas ferramentas de interação e comunicação. Agregando à aplicação uma interface intuitiva conseguimos fidelizar o usuário e desta forma fazer com que ele a recomende a seus amigos expandindo a popularidade da rede e o número de informações nela. Assim com tais características conseguimos criar um ambiente agradável e interativo para os usuários uma vez que contará com recursos de comunicação e disponibilizando à indústria de filmes mais uma referência capaz de norteá-la uma vez que a aplicação contará com ferramentas para avaliar e criticar suas produções.

## REFERÊNCIAS

NÓBREGA L. P. **A construção de identidades nas redes sociais** 2010. Disponível em: <<http://seer.ucg.br/>>. Acesso em: 23.09.2016 às 15h30min.

COUTTO G. **A evolução das redes sociais** 2013. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/>>. Acesso em: 23.09.2016 às 10h30min.

SILVA C. L. A. Swift: **A linguagem que aproxima o mundo da programação** 2014. Disponível em: <<http://codigofonte.uol.com.br/>>. Acesso em: 12.10.2016 às 15h20min.

SILVEIRA A. L. M. RIBEIRO V. G. FOLLE L. F. **As teorias que fundamentam os princípios básicos para o design das interfaces gráficas de usuário** 2014. Disponível em: <<http://www.academia.edu/>>. Acesso em: 12.10.2016 às 16h30min.

CUNHA D. R. **Benefícios e malefícios das redes sociais** 2012. Disponível em: <<https://djblogtec.wordpress.com/>>. Acesso em: 23.09.2016 às 08h20min.

MAN N. **Linguagem Swift da Apple e os utilizadores** 2014. Disponível em: <<http://www.swift.pt/>>. Acesso em: 12.10.2016 às 14h05min.

HALT G. **O que são redes sociais** 2014. Disponível em: <<http://www.campograndenews.com.br/>>. Acesso em: 23.09.2016 às 09h45min.

NOGUEIRA J. **O que são as redes sociais?** 2010. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/>>. Acesso em: 22.09.2015 às 22h30min.

TSURU A. **Redes sociais e o relacionamento cliente empresa** 2014. Disponível em: <<http://www.agenciatsuru.com.br>>. Acesso em: 24.09.2016 às 18h50min.



# CAPÍTULO 4

## APLICAÇÃO DE AÇÕES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPÁ EM UMA EMPRESA DO SETOR METALMECÂNICO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 04/09/2020

### **Debora Simon**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/2711015475438398>

### **Fabiana Cunico**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/5061075028078092>

### **Sabrina Rafaela de Lima**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/5630084259904524>

### **Francieli Dalcanton**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/7708949855601731>

### **Josiane Maria Muneron de Mello**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó

Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/4452075001099749>

### **Sideney Becker Onofre**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/1698224156979393>

### **Eduardo Roberto Batiston**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/9766379043557461>

### **Gustavo Lopes Colpani**

Universidade Comunitária da Região de  
Chapecó - Unochapecó  
Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia  
da Inovação  
Chapecó – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/5901554274117919>

**RESUMO:** O metal é largamente utilizado na confecção dos elementos que compõe os empreendimentos hidrelétricos assim como são a matéria-prima básica nas indústrias de usinagem. A manipulação desse material também é responsável pela geração de resíduos e sucata. Através de um estudo de caso em uma empresa do ramo metalmeccânicos avaliou-se as práticas de produção mais limpa em processo de

implantação bem como oportunidades de novas ações. Para a análise da eficiência das ações de produção mais limpa no cotidiano da empresa utilizaram-se indicadores específicos para mensuração de custo ambiental e financeiro. Entre as ações analisadas destaca-se a implantação da paginação no processo de corte a qual se tornou responsável pela redução de 25% da matéria-prima utilizada o que equivale a cerca de 1000 kg/mês de metal. Entre as oportunidades de ação futuras destaca-se a alteração do destino de um resíduo sólido perigoso que inicialmente demandava da empresa um gasto de 400 reais/mês para destinação da CETRIC e a partir da oportunidade sugerida passará a resultar em um valor de 250 reais/mês devido a destinação para a reciclagem. As ações de produção mais limpa planejadas para a empresa apresentam benefícios ambientais através da redução de resíduos e uso de matéria-prima bem como benefícios financeiros com o aumento da receita.

**PALAVRAS - CHAVE:** P+L usinagem energia.

## APPLICATION OF CLEANER PRODUCTION ACTIONS IN A METALMECHANICAL SECTOR COMPANY

**ABSTRACT:** Metal is widely used in making the elements that make up hydroelectric projects as well as being the basic raw material in machining industries. Material handling is also responsible for the generation of waste and scrap. Through a case study in a company in the metalmechanical sector it was evaluated the practices of cleaner production in the implementation process as well as opportunities for new actions. For the analysis of the efficiency of cleaner production actions in the daily life of the company specific indicators were used to measure environmental and financial costs. Among the actions analyzed the implementation of pagination in the cutting process stands out which became responsible for the reduction of 25% of the raw material used which is equivalent to about 1000 kg / month of metal. Among the opportunities for future action we highlight the change in the destination of a hazardous solid waste that initially required the company to spend R \$ 400 / month for the disposal of CETRIC and from the suggested opportunity it will result in a value of 250 reais / month due to destination for recycling. The cleaner production actions planned for the company have environmental benefits through the reduction of waste and the use of raw materials as well as financial benefits from increased revenue.

**KEYWORDS:** P + L machining energy.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na geração de energia através das hidrelétricas ocupando em 2017 o segundo lugar no ranking mundial. Atualmente contabiliza 1345 empreendimentos hidrelétricos em pleno funcionamento totalizando uma potência energética de 105.240.054 kW que corresponde a 63 94% de toda energia produzida no país (ABRAPCH 2017 ANEEL 2019a).

Para garantir a abundância energética do país surgiram incentivos para a construção de hidrelétricas de pequeno porte que atuam em paralelo com as grandes hidrelétricas descentralizando a produção de energia. As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e

Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) como são denominadas tornam-se atrativas por não dependerem de um grande montante de água represado característica que também as definem como obras de baixo impacto ambiental (ABRAGEL 2018 ABRAGEL 2019).

A composição e o funcionamento de uma usina hidrelétrica exigem a fabricação e manutenção de peças de metal como por exemplo os sistemas de captação e adução que são formados por túneis canais ou condutos metálicos. Além dos condutos pode-se citar a utilização de outros elementos metálicos como comportas grades maquinário e peças em geral (ANEEL 2008b).

Os elementos metálicos ficam a encargo das indústrias de usinagem do ramo metalmeccânico as quais durante o processo de fabricação são responsáveis pela geração de um montante de sucata e resíduos. Inclui-se no montante de resíduos os cavacos pertencentes a Classe I dos resíduos sólidos perigosos devido a sua contaminação com óleo de usinagem (SEBRAE 2006). De acordo com a NBR 10004 (ABNT 2004) os resíduos perigosos se classificam por possuir propriedades físicas químicas ou infectocontagiosas que podem acarretar em riscos para a saúde e o meio ambiente caso a destinação seja inadequada.

Observando os crescentes incentivos para geração de energia limpa no Brasil considerando que no ano de 2019 o país possui 37 empreendimentos hidrelétricos em construção e outros 114 aprovados. Pode-se esperar o aumento da fabricação dos elementos metálicos utilizados nesse setor e conseqüentemente a majoração do montante de sucata e resíduos provenientes do processo de usinagem metalmeccânico (ANEEL 2019a).

A adoção de técnicas e/ou princípios de produção mais limpa (P+L) vem se intensificando em paralelo com a gestão ambiental a reestruturação dos conceitos de P+L aplicado em organizações de rede multinacionais apresentam no intervalo de uma década um desenvolvimento triplicado na gestão ambiental se considerado como fator de medição a poluição preventiva. Isso se dá a alteração dos objetivos do programa de P+L que passam a contemplar mais itens de interesse ambiental do que benefícios financeiros (CALIA GUERRINI 2006).

Questionando o papel das empresas brasileiras na implantação e disseminação das técnicas de P+L na atualidade estudos exploratórios indicam que cerca de 30 ferramentas e princípios influenciam ativamente os mais diversos setores de produção do país entre os quais se encontra o setor metalúrgico. No ano de 2015 o principal motivador para adoção das práticas P+L se baseava na sensibilização das empresas perante a fabricação de produtos ecológicos redução de resíduos ambientais custo-benefício e marketing verde entretanto o fator que menos influenciou as ações de P+L foi apontado como o desinteresse nas rotulagens de certificação ambiental (OLIVEIRA NETO et al. 2015).

Assumindo que o Brasil possui predominância energética de sistemas hidrelétricos (CORDOVA et al. 2014) e relacionando a perspectiva de crescimento desse setor com

o custo ambiental necessário para a execução e funcionamento dos empreendimentos essa pesquisa teve por objetivo avaliar a influência das ações de produção mais limpa que estão em funcionamento em uma empresa de usinagem do ramo metalomecânico voltada para a fabricação de elementos para hidrelétricas identificando benefícios ambientais e financeiros decorrentes da implantação dessas ações. Além disso identificar outras ações potencialmente eficientes de produção mais limpa e/ou destinação de resíduos que possam ser aplicadas a curto médio ou longo prazo.

## 2 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento e aplicação da pesquisa realizou-se visita a uma empresa localizada em Lajeado Grande município integrante da microrregião do Alto Irani (AMAI) no oeste do estado de Santa Catarina. A empresa está instalada no município desde 2016 e tem sua produção voltada para fabricação de máquinas e equipamentos destinados principalmente para usinas hidrelétricas.

Durante visitação na empresa pôde-se observar através do responsável técnico que conduziu a visita guiada os processos de produção da empresa e demonstração dos procedimentos executados para realizar cada etapa da produção. O funcionamento da empresa é exemplificado através do fluxograma representado na Figura 1 o qual é subdividido entre os insumos e matérias primas que entram na empresa os diferentes processos produtivos que se destinam e os produtos e/ou resíduos ao final da fabricação.

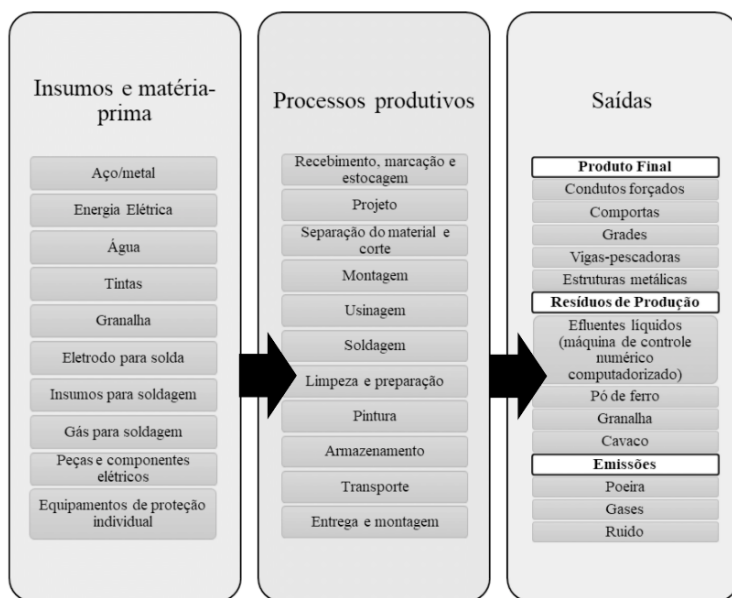


Figura 1. Fluxograma das etapas do processo produtivo em empresa do ramo metalmeccânico

Conhecendo e avaliando o processo produtivo da empresa de usinagem metalmeccânica verificou-se as ações de produção mais limpa que estão em implantação e as oportunidades de melhoria futuras. A descrição dessas ações se encontra nos Quadros 1 e 2.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 representa ações de produção mais limpa em desenvolvimento na empresa e o Quadro 2 apresenta oportunidades de melhorias a serem desenvolvidas.

Ações	Nome da Ação	Descrição da ação	Indicadores	U/M
1	Paginação de corte	Implantação de projeto de paginação do corte de chapas metálicas.	Massa de aço	Kg
2	Reutilização da granalha	Substituição do tipo de granalha para aumentar a reutilização.	Quantidade de granalha à ser adquirida	R\$/kg
3	Medidor de espessura de camadas de tinta	Padronização das camadas de tinta para que atendam aos parâmetros das normas específicas de qualidade buscando evitar o desperdício do material.	Litros	L
4	Reutilização do Pó de ferro	Reutilização do pó de ferro como contrapeso de equipamentos.	Massa de pó de ferro	Kg
5	Produção em série	Metodologia da produção em série redução do tempo de processo.	Unidades Produzidas	Un
6	Equipamento para calandrar chapas metálicas	Aquisição de equipamento de menor potência para calandrar chapas metálicas	Energia	R\$/kW
7	Implantação de lixeiras para materiais recicláveis	Resíduos entregues à empresa de reciclagem específica.	Volume de resíduos	m <sup>3</sup>
8	Venda de sucata	Material que não é possível reutilizar.	Massa de sucata	Kg

U/M = Unidade de Medida.

Kg = quilograma R\$/kg = Reais por quilograma L = Litros Un = unidades R\$/kW = Reais por kilowatts m<sup>3</sup> = metros cúbicos.

Quadro 1. Ações de produção mais limpa em desenvolvimento na empresa

Fonte: elaborado pelos autores.

Como exemplo da ação 1 implantada na empresa pode-se citar o processo de corte que é realizado por uma máquina automatizada (Figura 2 – a) a qual recentemente passou a ser programada a partir do projeto de paginação. A elaboração do projeto de paginação visa o reaproveitamento das chapas metálicas seja reutilizando sobras de metal (Figura 2 – b) ou destinando o melhor arranjo das peças para efetuar os cortes em chapas inteiras (Figura 2 – c). Antes da aplicação desse procedimento o percentual de perda no processo de corte contabilizava 25% do material após a implantação da paginação houve uma redução das perdas de material para 10% o que corresponde mensalmente a 1000 kg de economia da matéria-prima.

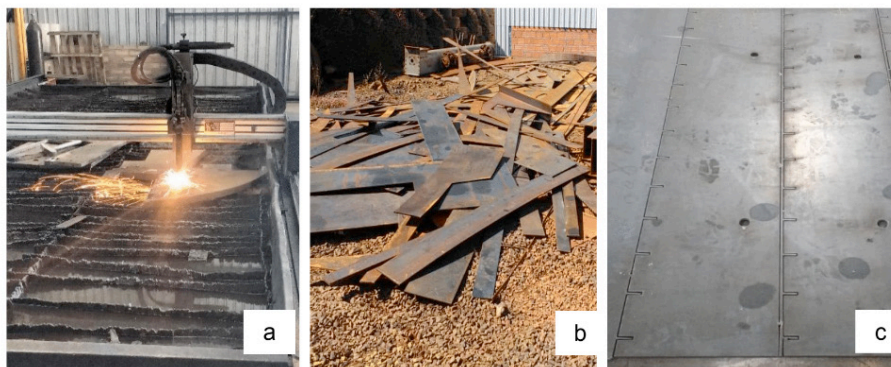


Figura 2. Corte e paginação de chapas metálicas: a) Máquina de corte automatizada.

b) Sobras de metal que serão reutilizadas. c) Arranjo de corte em chapas inteiras

Fonte: autores.

Em relação a ação 2 pode-se destacar que durante a fabricação das peças metálicas é realizada a etapa de limpeza através da qual é feita a retirada das camadas de óleo e impurezas que estão aderidas a superfície do metal processado. A limpeza é realizada a seco por abrasão utilizando jatos de granalha. A granalha apresenta um tempo de vida útil variável dependente do seu formato e do estado de contaminação das peças. A empresa utilizava a granalha esférica de pouca abrasão que permitia uma reutilização média de 3 vezes posteriormente foi substituída por granalha angular que apresenta o mesmo valor de compra entretanto com maior eficiência e abrasão reduzindo o tempo gasto no processo pelo operador e aumentando a reutilização média do material para 5 vezes.

Após a limpeza e quando necessário realiza-se a pintura das peças metálicas que corresponde a ação 3 desenvolvida pela empresa. Nessa etapa se observa outra ação de produção mais limpa através da adoção de medidor de espessura das camadas de tinta para garantir que não haja desperdício de material assim passou-se a padronizar a

utilização de uma quantidade mínima de tinta para o cobrimento das peças. As camadas de tinta são condicionadas a atender os parâmetros das normas específicas de qualidade ABNT NBR 11389:1990 e NBR 8800:2008 buscando evitar o desperdício do material e garantindo sua durabilidade.

Como exemplo da ação 4 pode-se destacar que alguns equipamentos (Figura 3-a) durante a fabricação montagem e movimentação necessitam da utilização de contra pesos (Figura 3 – b) que são enchimentos para contrabalançar o peso do equipamento. Estes contrapesos utilizam a mesma lógica de uma gangorra e garantem a segurança durante o manuseio do equipamento assegurando o abre e fecha ou sobe e desce dos mesmos.

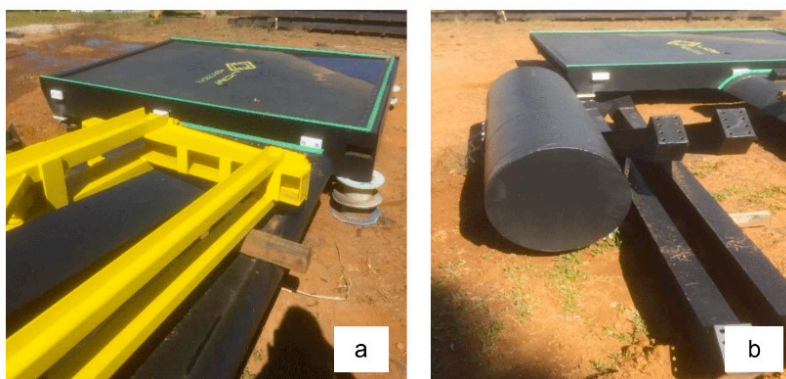


Figura 3. Utilização de contra peso no processo de produção: a) Equipamento que necessita de contra peso. b) O cilindro apresentado será preenchido com o material de contra peso.

Fonte: autores.

Na Figura 3-b pode-se observar uma espécie de cilindro que necessita ser preenchido com contra peso. A empresa utilizava concreto como material de enchimento para o contra peso gerando um custo de R\$250 00/m<sup>3</sup>. Devido ao alto custo foi estudada a possibilidade de alteração desse material por outra substância com a mesma eficiência. Verificou-se que quase todas as etapas de fabricação da empresa geravam resíduo de pó de ferro e este ficava depositado no chão da fábrica. A empresa passou a varrer o resíduo recolher e utilizar como contra peso nos equipamentos. Com esta ação estima-se que mensalmente 65 kg de pó de ferro são recolhidos armazenados e reaproveitados no processo de fabricação.

Cada setor é responsável por uma parte do processo de fabricação entretanto quando ocorre a confecção de produtos similares a empresa está empregando a metodologia da produção em série o que caracteriza a ação 5 destacada no Quadro 1. Este processo de gestão está aumentando a eficiência através da padronização das tarefas e reduzindo o tempo gasto no processo de montagem.



De acordo com a ação 6 para a montagem dos condutos metálicos utiliza-se um maquinário específico para calandrar as chapas metálicas. Recentemente foi concretizada a aquisição de um equipamento de menor dimensão para calandrar as chapas metálicas de acordo com o diâmetro do conduto. O custo para aquisição do novo equipamento foi de R\$ 31.000 00 como resultado houve minimização de custos energéticos. O equipamento utilizado na empresa antes da aquisição (Figura 4 - a) possuía uma potência de 25 CV (Cavalo-Vapor) e gerava um gasto mensal médio de energia elétrica de R\$14.000 00. Após a aquisição do equipamento menor (Figura 4 - b) com potência de 3 CV o gasto mensal médio passou para R\$8.000 000.

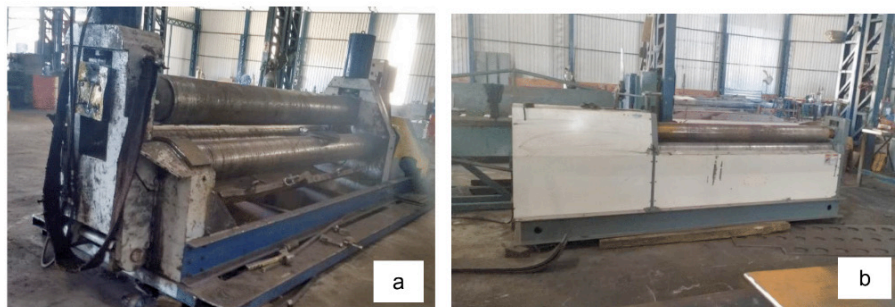


Figura 4. Equipamentos para calandrar chapas metálicas: a) Equipamento com potência de 25 CV. b) Equipamento com potência de 3 CV.

Fonte: autores.

Estes resultados foram obtidos através da verificação do valor consumido mensalmente na fatura de energia elétrica o qual apresenta redução de mais de 40% do seu total. Com um consumo atual de aproximadamente 8500 kW observou-se a redução de aproximadamente 6500 kW nos gastos mensais da empresa após a aquisição do aparelho de menor potência conforme a Figura 5.



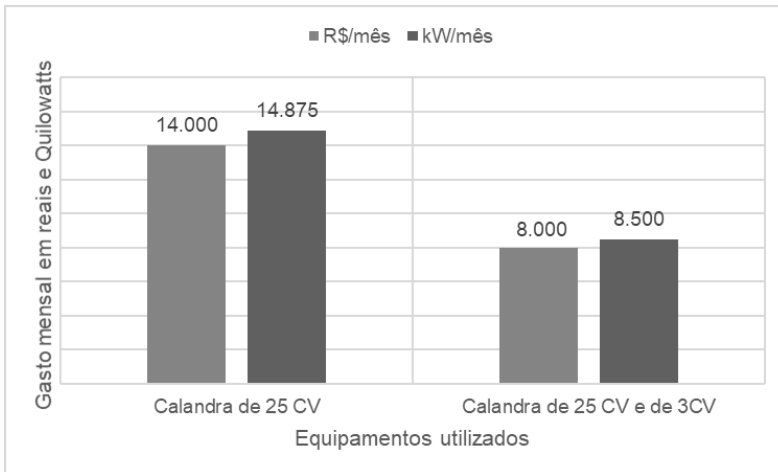


Figura 5. Comparativo de gasto de energia com equipamentos de dobra – calandra

Fonte: autores.

Em relação a ação 7 destaca-se que nas mediações da empresa são utilizadas lixeiras específicas para materiais recicláveis em sua maioria embalagens em geral os quais são entregues a empresa de reciclagem específica. Aliado a isso todo o material que não permite corte recorte e/ou reaproveitamento na fabricação de outros equipamentos é vendido para empresas de reciclagem específicas do ramo representando aproximadamente 1.200 kg de material metálico reciclados mensalmente.

Como a empresa fornece fabricação montagem e manutenção de elementos metálicos ocorrem em alguns casos a necessidade da substituição de peças devido ao fim de sua vida útil como por exemplo condutos largamente utilizados no sistema adutor de usinas hidrelétricas. Conforme demonstrado na ação 8 em casos do fim da vida útil sempre é verificada a possibilidade de reforma ou reparo da peça caso não seja possível a peça é considerada sucata e encaminhada para venda através de empresas específicas de reciclagem.

Ao longo do tempo surgiram diferentes abordagens para gerir os aspectos ambientais em organizações. Uma das abordagens de gestão ambiental mais promissoras a Produção mais Limpa (P+L) tem como princípio básico eliminar a poluição ainda no processo produtivo. Quando uma empresa decide por ações de produção mais limpa cada etapa da produção precisa ser avaliada para entender como as matérias-primas a água e a energia estão sendo empregadas e se houver geração de resíduos emissões ou efluentes o processo precisa ser revisto (PEREIRA 2014).

Desde sua fundação a empresa do ramo metalomecânico buscou melhorias na produtividade aliado à economia de matérias-primas e energia minimizando a geração de

resíduos com consequente aumento nos lucros e redução de degradação ambiental em virtude das ações de P+L implantadas.

Toda produção é passível de melhorias almejando a minimização de resíduos durante o processo. Ainda há ações que podem ser implantadas na empresa de usinagem de Lajeado Grande/SC as quais podem trazer benefícios ao meio ambiente e maior economia. Estas possíveis iniciativas estão elencadas no Quadro 2.

Oportunidade	Nome da Ação	Descrição da ação	Indicadores	U/M
1	Resíduo de cavaco	Venda dos resíduos de cavaco para empresa de reciclagem.	Massa de Cavaco	Kg

U/M = Unidade de Medida.

Kg = quilogramas

Quadro 2. Oportunidades de melhoria de P+L a serem desenvolvidas na empresa

Fonte: elaborado pelos autores.

A oportunidade de ação visualizada no acompanhamento do processo foi a possível venda de resíduos de cavaco. Mensalmente a empresa gera como rejeito de produção da usinagem cerca de 1000 kg de cavaco (Figura 6) os quais atualmente são encaminhados para a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Industriais (CETRIC) responsável pela destinação adequada dos mesmos.



Figura 6. Cavacos (Lascas produzidas pelo desbaste do metal que geralmente apresentam contaminação com óleos) e discos de corte.

Fonte: autores.

A empresa paga a CETRIC cerca de R\$ 400,00 mensais pelo montante gerado de cavaco e demais resíduos para que os mesmos recebam o tratamento adequado antes de ser lançado no meio ambiente. Entretanto, encontrou-se uma empresa de reciclagem de materiais no município de Xanxerê/SC que compra o cavaco por um valor médio de R\$ 0,25/kg (vinte e cinco centavos por quilograma) e se responsabiliza pelo transporte do montante dos resíduos. Através da venda do material para empresa específica de reciclagem haverá o benefício ambiental com a reutilização do metal, assim como o benefício financeiro através da transformação de um processo desvantajoso em lucrativo, como observa-se na Figura 7.

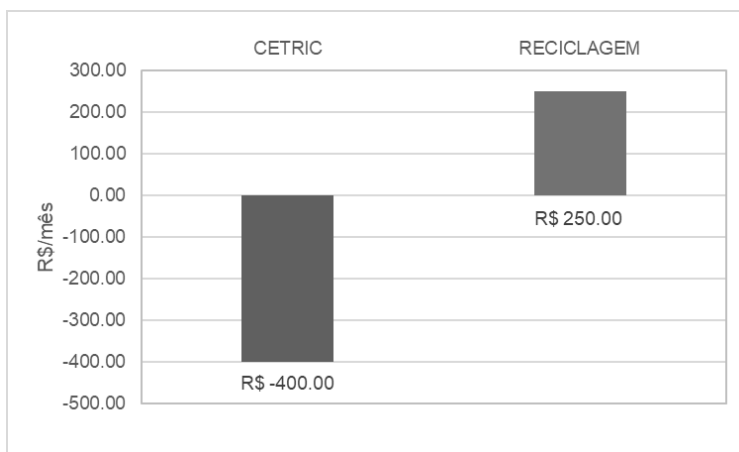


Figura 7. Comparativo de venda do material para empresa específica de reciclagem.

Fonte: autores.

## 4 | CONCLUSÃO

A implantação das ações de produção mais limpa realizadas e sugeridas na empresa do ramo metalmeccânico localizada na cidade de Lajeado Grande/SC apresentaram benefícios ambientais através da redução dos resíduos lançados no meio ambiente (65 kg/mês de pó de ferro, 1200 kg/mês de sucata e 1000 kg/mês de cavaco) e a economia do uso de matéria-prima nas suas fabricações (1000 kg/mês de metal, 40% de energia elétrica). Essas mudanças ocasionaram uma rentabilidade financeira para a empresa com a redução dos gastos e consequentemente o aumento da receita.

Os resultados observados demonstram que em pequenas empresas as ações e princípios de P+L também estão diretamente relacionadas à gestão ambiental, bem como os itens motivadores para implementação desse sistema permanecem baseados na sensibilização dos gestores e apoio dos funcionários para as oportunidades de redução dos resíduos ambientais, aumento do custo-benefício e construção do marketing verde.

empresarial.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL (2019). **Fontes de energias exploradas no Brasil**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/FontesEnergia.asp>. Acesso em 22 maio 2019a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2019). **Fontes de energias do Brasil**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/Combustivel.cfm>. Acesso em 22 maio 2019b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL – ANEEL (2008a). **Atlas de energia elétrica do Brasil**: parte I. Brasília.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL – ANEEL (2008b). **Atlas de energia elétrica do Brasil**: parte II. Brasília.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA - ABRAGEL (2018). **Pequenas hidrelétricas buscam retomada de crescimento no contexto das renováveis no Brasil**. Disponível em: <https://www.abragel.org.br/pequenas-hidreletricas-buscam-retomada-do-crescimento-no-contexto-das-renovaveis-no-brasil/>. Acesso em 15 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA - ABRAGEL (2019). **Perspectivas de investimento em pequenas centrais hidrelétricas para 2019 no Brasil**. Disponível em: <https://www.abragel.org.br/perspectivas-de-investimentos-em-pequenas-centrais-hidreletricas-para-2019-no-brasil/>. Acesso em 15 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2004). **NBR 10004: Classificação de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PCH'S E CGH'S – ABRAPCH (2017). **Brasil desponta como terceiro maior produtor de eletricidade das Américas**. Brasil energia. Disponível em: <https://www.abrapch.org.br/noticias/1966/brasil-desponta-como-terceiro-maior-produtor-de-eletricidade-das-americas>. Acesso em: 22 maio 2019.

CALIA Rogério Cerávolo GUERRINI Fábio Müller. (2006) **Estrutura organizacional para a difusão da produção mais limpa: uma contribuição da metodologia seis sigma na constituição de redes intra-organizacionais**. Gestão & Produção v. 13 n. 3 p. 531-543.

CAUS Tuane Regina MICHELS Ademar. (2014) **Energia hidrelétrica: eficiência na geração**. 27 f. Monografia (Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) - Universidade Federal de Santa Maria Camargo.

CORDOVA M. M. *et al.* (2014) **Performance evaluation and energy production optimization in the real-time operation of hydropower plants**. Electric Power Systems Research v. 116 p. 201-207.

OLIVEIRA NETO Geraldo Cardoso GODINHO FILHO Moacir GANGA Gilberto Miller Devós NAAS Irenilza Alencar VENDRAMETTO Oduvaldo. (2015). **Princípios e ferramentas da produção mais limpa: um estudo exploratório em empresas brasileiras**. Gest. Prod. São Carlos v. 22 n. 2 p. 326-344.

PEREIRA Graciane Regina. (2014). **Subsídios para implantação da Produção mais Limpa no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE (2006). **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo**. Rio de Janeiro.

## APLICAÇÃO DO NDVI NO MONITORAMENTO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO TAMANDUÁ – PR UTILIZANDO IMAGENS SENTINEL-2 2016-2018

*Data de aceite:* 01/12/2020

*Data de submissão:* 14/09/2020

### Vinicius Fernandes de Oliveira

Universidade Federal da Integração Latino  
Americana  
Foz do Iguaçu – PR  
<http://lattes.cnpq.br/2104324504445969>

### Mara Rubia Silva

Universidade Federal da Integração Latino  
Americana  
Foz do Iguaçu – PR  
<http://lattes.cnpq.br/0610208627174727>

### Gabriel Lucas dos Santos de Oliveira

Universidade Federal da Integração Latino  
Americana  
Foz do Iguaçu – PR  
<http://lattes.cnpq.br/2031441582403577>

**RESUMO:** O crescimento das áreas urbanas ocasiona também o aumento do uso dos recursos hídricos. No caso de Foz do Iguaçu o Rio Tamanduí é um dos principais afluentes que abastecem a cidade desta maneira o estudo de sua bacia hidrográfica e a divulgações destes dados é de vital importância no auxílio do planejamento ambiental e urbano. Neste trabalho fez-se a análise da vegetação existente ao longo da bacia usando o cálculo de NDVI e gerou-se mapas de uso das terras em que foi possível observar que não ocorreu alterações significativas nos tipos de vegetação encontrada no período analisado porém houve um crescimento de 49

89 % da área urbana entre os anos de 2016 e 2018.

**PALAVRAS - CHAVE:** sensoriamento remoto vegetação uso das terras Foz do Iguaçu.

### APPLICATION OF NDVI IN THE MONITORING OF LAND USE IN THE TAMANDUÁ RIVER BASIN - PR USING IMAGES FROM SENTINEL-2 2016-2018

**ABSTRACT:** The growth of urban areas causes increased use of water resources. In Foz do Iguaçu's case the Tamanduí river is one of the main tributaries that supply the city thus the study of its hydrographic basin and the dissemination of these data is of vital importance in aiding environmental and urban planning. In this work the analysis of the existing vegetation along the basin was made using the NDVI calculation and land use maps were generated in which it was possible to observe that there were no significant changes in the types of vegetation found in the analyzed period however there was a growth of 49.89% of the urban area between the years 2016 and 2018.

**KEYWORDS:** remote sensing vegetation land use Foz do Iguaçu.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o crescimento das áreas urbanas e de sua população cresce também a dependência e o uso dos recursos naturais acarretando impactos significativos ao ambiente. Neste contexto a disponibilidade de informações

confiáveis é de vital importância para auxiliar no planejamento urbano e na mitigação dos processos antrópicos causados.

Segundo Palhares (s/n) as águas do Rio Tamanduá abastecem 40% da cidade de Foz do Iguaçu de acordo com o autor um mapeamento mais detalhado da mata ciliar seria de interesse pelo seu importante papel na depuração das águas que atingem o manancial. Considerando a importância das atividades desenvolvidas na bacia do Rio Tamanduá faz-se necessário para paralelamente preservar os recursos hídricos desta bacia disciplinar e controlar de forma mais rígida a ocupação e o uso do solo e implementar formas de recuperação principalmente com a reposição da vegetação de encostas e matas de galeria.

As geotecnologias como o geoprocessamento e o sensoriamento remoto permitem identificar e analisar a intensidade da ação antrópica na área de estudo. Além disso há também os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que “constituem dispositivos automatizados para aquisição gerenciamento processamento análise síntese e apresentação dos dados georreferenciados que interessam ao espaço objeto de estudo geográfico” (MARTINELLI 2013).

O presente trabalho visa contribuir com uma análise da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada ou *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI. Segundo Jensen (2011) os índices de vegetação são medidas radiométricas adimensionais as quais indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde sendo o NDVI utilizado na construção de “perfis sazonais e temporais das atividades da vegetação permitindo comparações interanuais desses perfis” tais perfis são utilizados para “detectar atividades sazonais e fenológicas duração do período de crescimento pico de verde mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência” (PONZONI SHIMABUKURO KUPLICH 2012).

## 2 | METODOLOGIA

A bacia do Rio Tamanduá localiza-se no extremo oeste do estado do Paraná região Sul do Brasil sendo parte integrante da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu possui uma área aproximada de 14.534 09 hectares e 32 7km de extensão abrange os municípios de Santa Terezinha de Itaipu e Foz do Iguaçu. Responsável por fornecer 40% do abastecimento público de água para a cidade de Foz do Iguaçu a microbacia do rio Tamanduá foi escolhida como área de estudo (Figura 01).

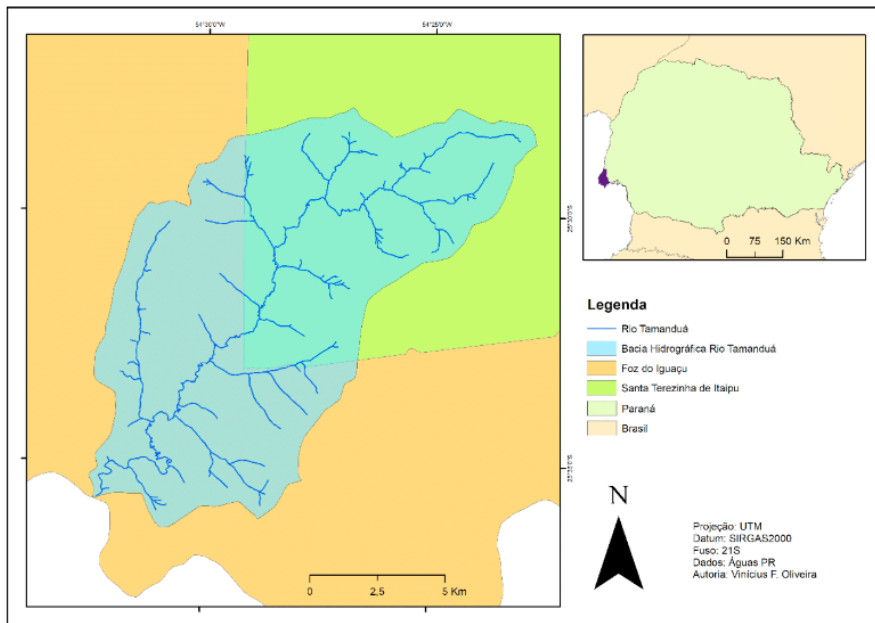


Figura 01 – Localização da área de estudo.

Fonte: Autoria própria.

Maack (2012) define o clima de Foz de Iguaçu como sendo de zona da mata pluvial-subtropical com temperatura média anual 20 7°C o mês mais quente registra 25 6°C e o mais frio 14 8°C. O registro para o mês mais chuvoso é março com 231mm e o menos chuvoso é agosto com 74mm. Foz do Iguaçu é úmida o ano todo com precipitação anual de 1.712mm.

Foram utilizadas imagens Sentinel-2 cedidos gratuitamente no site da Agência Espacial Europeia (ESA) compreendendo a série temporal 2016-2018. O Sentinel-2 utiliza o sensor MSI (*Multi-Spectral Instrument*) as bandas utilizadas foram a B2 B3 B4 e B8 que possuem resolução espacial de 10m a órbita do Sentinel é polar e a resolução temporal de 2 a 5 dias possui também 4 bandas no visível e no infravermelho 6 bandas no infravermelho curto e 3 bandas para correções atmosféricas.

As imagens abrangem os dias 16/04/2016 20/07/2017 e 06/04/2018 não sendo possível adquirir imagem do mesmo mês (abril) do ano de 2017 devido não apresentar visibilidade boa por conta da cobertura de nuvens. Foi utilizado a primeira imagem logo após o verão no caso de 2017 a imagem livre de nuvens foi de julho seu término geralmente ocorre no dia 20 de março fim do período mais chuvoso. O processamento das imagens se deu por meio do software ArcMap 10.6.1 através das ferramentas *clip composite band* e *raster calculator*.



O mapeamento de usos foi realizado através classificação supervisionada no ArcMap tendo como base o Manual Técnico de Uso da Terra fornecido pelo IBGE. Foram consideradas as seguintes classes: Remanescentes florestais Áreas urbanas Silviculturas Pastagem Agricultura e Corpos d'água. A base de dados referente à delimitação da bacia hidrográfica foi construída através dos dados obtidos na biblioteca virtual do Instituto das Águas do Paraná autarquia do Estado do Paraná disponibilizados em seu site.

O cálculo do NDVI realizado pela ferramenta *raster calculator* é obtido pela razão da diferença da banda do vermelho com a banda do infravermelho próximo pela soma da banda do vermelho com a banda do infravermelho próximo representado da seguinte maneira:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{RED})}{(\text{NIR} + \text{RED})}$$

Onde:

NIR: banda da faixa do infravermelho próximo;

RED: banda do vermelho.

O valor obtido varia de -1 a +1 sendo que os valores negativos representam as nuvens e próximo a zero representam solo nu ou sem vegetação. Os valores maiores que zero representam a vegetação (PONZONI SHIMABUKURO KUPLICH 2012).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise dos mapas NDVI gerados foi possível notar que a área de estudo não sofreu grandes alterações no período observado as áreas de agricultura continuam sendo as maiores áreas conforme visto na Figura 02. Ao fazer a comparação das imagens observamos que quase em sua totalidade as áreas de mata se conservaram porém houve aumento significativo de áreas urbanas cerca de 49 89% em relação à área de 2016. As áreas de mata ciliar ficam mais evidentes em 2017 pois as áreas de agricultura não estão em seu máximo potencial de desenvolvimento da planta. Nota-se também que para o ano de 2017 os locais com os valores de NDVI mais alto indicando locais de remanescentes florestais coincidem com a classificação de uso do solo referente ao mesmo ano.

O mapa de usos da terra após tratamento e classificação quanto ao uso relativo ao período analisado é apresentado na Figura 03.

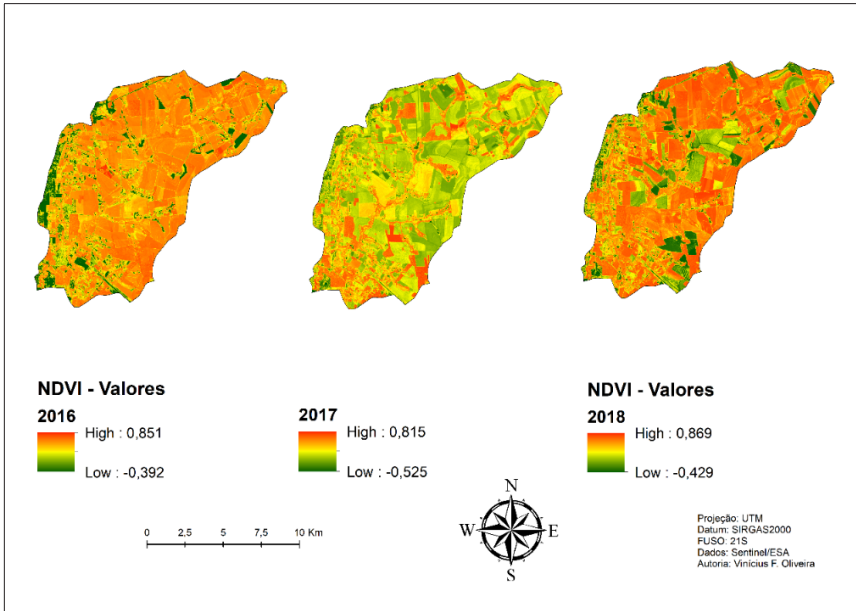


Figura 02 – Resultado dos Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.

Fonte: Autoria própria.

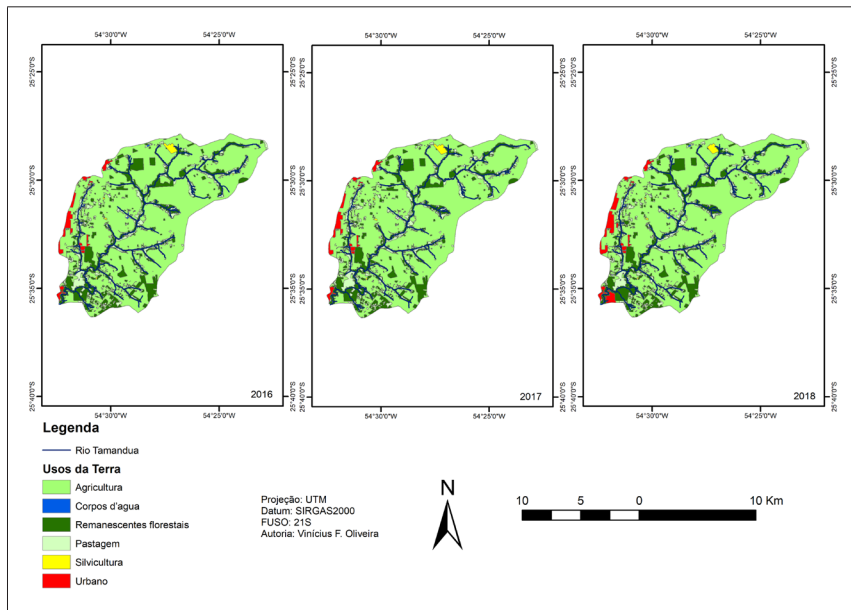


Figura 03 – Mapa dos Usos da Terra.

Fonte: Autoria própria.

É possível verificar que a quase totalidade de área é destinada a agricultura. Há diversas áreas de remanescentes florestais principalmente ao longo das margens do rio e dos afluentes servindo como mata ciliar porém em alguns locais encontram-se áreas de pastagens provavelmente pela facilidade dos animais ao beber água. Na Tabela 01 percebe-se a área de cada classe bem como a dinâmica no período. Importante salientar o aumento das áreas urbanas devido ao avanço sobre outras áreas e um pequeno aumento das áreas de remanescentes florestais em contra partida há a diminuição das áreas de agricultura e pastagens.

	2016		2017		2018	
	Área (ha)	% Total	Área (ha)	% Total	Área (ha)	% Total
<b>Corpos d'água</b>	50,58	0,35%	50,58	0,35%	50,58	0,35%
<b>Agricultura</b>	10.650,36	73,28%	10.568,39	72,71%	10.520,70	72,39%
<b>Remanescentes florestais</b>	2.640,02	18,16%	2.713,41	18,67%	2.724,10	18,74%
<b>Pastagem</b>	903,93	6,22%	910,99	6,27%	840,34	5,78%
<b>Silvicultura</b>	60,19	0,41%	60,19	0,41%	55,09	0,38%
<b>Áreas urbanas</b>	229,01	1,58%	230,53	1,59%	343,28	2,36%
<b>TOTAL</b>	14.534,09	100%	14.534,09	100%	14.534,09	100%

Tabela 01 – Área das classes dos usos da terra.

Fonte: Autoria própria.

## 4 | CONCLUSÕES

As geotecnologias são fundamentais no auxílio do planejamento e gestão urbana e ambiental servem para monitorar e otimizar processos de análise de dados e mapeamentos. Sendo assim com seu uso foi possível a identificação estimativa e delineamento das variações espaciais dos usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduí. Embora não ocorrendo alterações significativas nos tipos de vegetação nota-se o aumento das áreas urbanas 49 89% em relação a mesma área em 2016. Devido sua importância é necessário fazer o uso sustentável da área através de planejamento e gestão que integre diferentes conhecimentos e técnicas bem como do apoio de agentes públicos e privados será possível garantir o fornecimento de água com qualidade e quantidade hoje e para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

JENSEN John. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese 2011 598p.

MAACK Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: UEPG 2012. 513 p.

MARTINELLI Marcelo. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 6. ed. São Paulo: Contexto 2013. 142 p. ISBN: 9788572442183.

PALHARES José Mauro. **Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduá nos municípios de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu-PR**. Disponível em: <encurtador.com.br/jwyJ5>. Acesso em: 19 abr 2018.

PONZONI Flávio Jorge SHIMABUKURO Yosio Edemir KUPLICH Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos 2012. 176 p.

# CAPÍTULO 6

## APLICAÇÃO DO NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE PRIMEIRA ORDEM NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS

*Data de aceite: 01/12/2020*

*Data de submissão: 13/09/2020*

### **Jorge Felipe Euriques**

Universidade Federal do Paraná Departamento de Ciências da Terra – Programa de Pós-Graduação em Ciência Geodésicas Curitiba – PR  
ORCID: 0000-0001-9234-7551

### **Claudia Pereira Krueger**

Universidade Federal do Paraná Departamento de Ciências da Terra – Programa de Pós-Graduação em Ciência Geodésicas Curitiba – PR  
ORCID: 0000-0002-4839-1317

### **Fabiano Peixoto Freiman**

Universidade Federal do Paraná Departamento de Ciências da Terra – Programa de Pós-Graduação em Ciência Geodésicas  
Universidade Federal da Bahia – Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia Salvador – BA  
ORCID: 0000-0003-0960-2115

### **Évelin Moreira Gonçalves**

Instituto Federal de Santa Catarina Departamento Acadêmico de Construção Civil Florianópolis – SC  
ORCID: 0000-0003-2196-4725

**RESUMO:** A estrutura de edificações e obras de engenharia abrangendo as mais diversas magnitudes e utilizações está sujeita a ação de movimentos verticais ou recalque provenientes

da ação de cargas. O monitoramento destas estruturas se faz necessário para que seja possível quantificar e avaliar estes movimentos possibilitando efetuar medidas e ações que minimizem possíveis prejuízos resultantes destes movimentos. A Norma Técnica Reguladora NBR 6122/2010 Projeto e Execução de Fundações sugere o método de nivelamento geométrico por visadas iguais para o monitoramento de estruturas. Neste trabalho são abordados conceitos relacionados a determinação de recalques em estruturas bem como apresenta-se um estudo de caso do monitoramento de um edifício entre os anos de 2006 e 2016 (Euriques e Krueger 2017) aplicando-se o nivelamento geométrico de primeira ordem.

**PALAVRAS - CHAVE:** Monitoramento de estruturas Recalque Nivelamento Geométrico.

### APPLICATION OF FIRST ORDER DIFFERENTIAL LEVELING FOR STRUCTURE MONITORING

**ABSTRACT:** The structure of buildings and engineering works including the most diverse magnitudes and uses is subject to the action of vertical movements resulting from the action of loads. The monitoring of these structures is necessary so that it is possible to quantify and evaluate these movements making it possible to carry out measures and actions that minimize possible losses resulting from these movements. The Regulatory Technical Standard NBR 6122/2010 (Design and Execution of Foundations) suggests the method of differential leveling for the monitoring of structures. In this paper concepts

related to the determination of settlement in structures are addressed as well as a case study of the monitoring of a building between the years 2006 and 2016 (Euriques and Krueger 2017) is presented applying the first level of differential leveling.

**KEYWORDS:** Structural monitoring settlement differential leveling

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma das funções do monitoramento de estruturas é identificar e quantificar possíveis mudanças a partir de seu estado original que podem ser provocadas por ações de cargas externas ou relacionadas à própria estrutura além das condições composicionais e estruturais do solo. Qualquer que seja a causa que provoque reações no objeto conhecê-las e quantificá-las permite analisar tendências e definir comportamentos. Para Seixas et al. (2014) o monitoramento periódico de estruturas para identificação de possíveis movimentações é uma tarefa fundamental em empreendimentos de engenharia.

O recalque é um tipo de movimentação vertical que ocorre com certa frequência no ramo da construção (SILVA 2017) e causa diferentes patologias que podem inviabilizar sua segurança por isso é necessário à identificação de sua ocorrência bem como a definição quando necessário de processos de estabilização (CORRÊA 2012).

Diferentes técnicas podem ser aplicadas na verificação da existência de recalque. A Associação Brasileira de Norma Técnicas (ABNT) por meio da Norma Técnica Reguladora NBR 6122/2010 Projeto de Execução de Fundações indica o Nivelamento Geométrico (NG) de primeira ordem com visadas iguais como o método para realização desta tarefa. Este método é recomendado devido à possibilidade de eliminar erros sistemáticos das observações realizadas *in loco* tais como: o não paralelismo entre o eixo de colimação e o eixo do nível tubular do equipamento da refração atmosférica e da curvatura terrestre (VEIGA ZANETTI e FAGGION 2012).

Nesta modalidade do NG pode-se determinar desníveis com alta precisão os quais são imprescindíveis nestes monitoramentos pois a partir destes o recalque em estruturas pode ser obtido através de comparações entre duas ou mais campanhas ou ainda entre uma campanha e dados de projeto e/ou *As Built* pré-existentes. Uma das etapas neste processo consta da instalação de marcos de referência em locais estáveis (fora da área afetada) e pontos de controle na própria estrutura em que se deseja monitorar. A partir destes pontos e da aplicação do NG de visadas iguais é possível determinar com base na realização de diferentes campanhas a estimativa da ocorrência de recalque em um intervalo de tempo determinado (entre as datas dos levantamentos). Os resultados possibilitam a quantificação da velocidade de possíveis movimentos verticais da estrutura e a significância dos resultados obtidos (EURIQUES e KRUEGER 2017).

De acordo com Seixas et al. (2007) a estrutura de uma edificação é considerada estável se com idade igual ou superior a 5 anos registrarem velocidades de recalque

de até 20  $\mu\text{m}$  /dia. Edifícios que apresentam velocidades entre 20  $\mu\text{m}$  /dia e 40  $\mu\text{m}$  /dia apresentam moderada velocidade de recalque e devem ser monitorados. Acima de 40  $\mu\text{m}$  /dia é considerada uma taxa muito alta portanto requerem ações imediatas.

A velocidade de recalque considera o deslocamento da estrutura em função do tempo os dados para determinação desses valores são resultados do monitoramento uma ferramenta valorosa nesta quantificação que conseqüentemente possibilitam a identificação de problemas estruturais bem como a sua resolução para manutenção da segurança e estabilidade do empreendimento.

Neste âmbito busca-se com este trabalho trazer uma discussão introdutória sobre o emprego do NG na determinação de movimentos verticais em estruturas bem como apresenta-se um estudo de caso referente a um monitoramento efetuado de um edifício. Neste estudo efetuado por Euriques e Krueger (2017) foram quantificados os recalques em seis pilares estruturais de uma edificação anexa ao Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia da Universidade Federal do Paraná (LAGEH/UFPR).

## **2 | O MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS POR TÉCNICAS TOPOGRÁFICAS**

Na Engenharia da Construção é comum o emprego de técnicas de monitoramento de estruturas e verificação de sua estabilidade em especial as de grande porte que podem representar certo risco social ambiental e/ou econômico na área de abrangência do projeto. Oliveira e Silva (2014) mencionam ser natural que movimentações ocorram entretanto o constante aumento ou variações significativas ocasionam a redistribuição de esforços possibilitando o surgimento de danos e/ou o comprometimento total da estrutura. A origem das movimentações pode ter causa direta ou indireta como: excesso de cargas escavações ou vibrações em áreas do entorno rebaixamento do lençol freático dentre outros não devendo ser descartados possíveis erros de projeto de execução e de utilização da estrutura.

Através do monitoramento é possível obter informações com as quais é possível identificar tendências de comportamento estrutural e conseqüentemente auxiliar no controle e no processo de tomada de decisão a fim de manter valores de movimentação dentro de padrões admissíveis e seguros. Além de oferecer subsídio à elaboração de planos de ação e recuperação estrutural em tempo hábil evitando danos e prejuízos de maior proporção.

Inúmeras metodologias podem ser aplicadas na determinação dessas movimentações ou deformações em estruturas dentre as quais os métodos ditos geotécnicos e geodésicos. Os métodos geotécnicos são aqueles utilizados para quantificar movimentos relativos enquanto os geodésicos quantificam deslocamentos absolutos de pontos de interesse em relação a pontos de controle localizados fora da área de influência do corpo deformável (FERNANDES 2012). Destaca-se que nestes casos o ideal é a quantificação temporal das movimentações permitindo compreender a problemática de forma global e criar

possíveis cenários futuros e de planejamento de intervenções e medidas mitigatórias que eventualmente se façam necessárias (MONICO 1988).

De modo geral métodos geodésicos estão atrelados a uma rede de referência absoluta tendo pontos estáveis fora da zona sob influência de deformação e que permitam a reocupação dos mesmos em levantamentos futuros. Estes métodos são empregados para o controle da magnitude e variação temporal dos deslocamentos horizontais e verticais de estruturas. Nos projetos que tratam da metodologia clássica para monitoramento geodésico os deslocamentos horizontais são determinados de maneira independente dos verticais (GRANEMANN 2005).

Nas estruturas em que as principais cargas são verticais a movimentação descendente (recalque) e ascendente (levantamento) devem ser monitoradas e controladas conforme NBR 6122 (ABNT 2010). Em termos práticos utiliza-se principalmente o termo recalque para se referir ao movimento vertical em ambos os sentidos embora exista literalmente esta distinção entre um e outro. Medir estas grandezas exige métodos refinados e equipamentos devidamente calibrados de alta precisão. A NBR 6122 sugere o NG como o procedimento ideal para determinação do recalque.

De acordo com a ABNT (1994) por meio da NBR 13133 “*nivelamento geométrico (NG) é aquele que realiza a medida da diferença de nível entre pontos no terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais obtidas com um nível em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos*”. A NBR 13133 ainda estabelece as classes de nivelamentos de linhas seções e de circuitos abrangendo os métodos de medida equipamentos procedimentos desenvolvimento e materialização.

O NG pode ser efetuado a partir de diferentes procedimentos técnicos e matemáticos sendo subdivido e classificado de acordo com o processo adotado: Visadas Iguais Visadas Extremas Visadas Recíprocas ou Visadas Equidistantes. Dentre os quais o denominado de visadas iguais é o que apresenta a precisão necessária para monitorar estruturas adequadamente. O Nivelamento Geométrico de Visadas Iguais é descrito na Subseção 2.1 que segue.

## **2.1 Nivelamento Geométrico – Visadas Iguais**

O termo “visada” no âmbito da topografia e geodésia referenciando-se ao nivelamento geométrico pode ser identificado como a distância entre o nível e a mira. Neste método como o próprio nome sugere as miras tanto de ré quanto de vante são igualmente distanciadas do nível com diferença de no máximo dois metros conforme ilustrado na Figura 1. De acordo com Veiga Zanetti e Faggion (2012) este método tem a vantagem de minimizar os erros causados pelo efeito da curvatura terrestre refração atmosférica e colimação do nível.



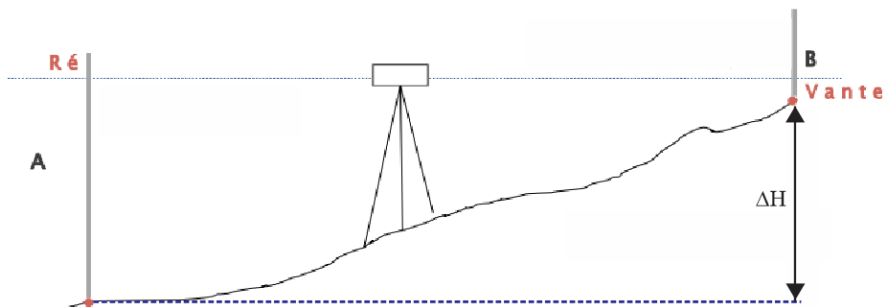


Figura 1 – Nivelamento geométrico pelo método de visadas iguais.

Fonte: Os autores.

O desnível ( $\Delta H$ ) de um ponto A para um ponto B é determinado pela diferença entre as leituras de ré (A) e de vante (B). A distância de visada ( $D_v$ ) é determinada pela diferença entre a leitura do fio superior (LFS) e do fio inferior (LFI) lidos na referida mira de visada multiplicada pela constante estadimétrica (C) do equipamento conforme a Equação 1. Em geral a constante estadimétrica é indicada no manual do equipamento sendo normalmente igual a 100.

$$D_v = (LFS - LFI) \cdot C \quad (1)$$

A NBR 13133 estabelece os procedimentos e cuidados a serem tomados no nivelamento para que sejam garantidas as precisões esperadas com este método:

1. Os comprimentos das linhas de visada devem ter no máximo 40 m sendo indicado o comprimento de 30 m ou seja com lances (distância horizontal entre as miras de ré e vante) de sessenta metros.
2. As miras devidamente verticalizadas devem ser apoiadas sobre chapas ou pinos e no caminhar sobre sapatas mas nunca diretamente sobre o solo.
3. Para evitar os efeitos de reverberação as visadas devem ser efetuadas acima de 50 cm do solo.
4. Para eliminar o erro de índice da mira deve-se realizar um número par de lances de modo que a mira utilizada no ponto de partida seja a mesma no ponto de chegada.
5. Convencionou-se também que não devem ser efetuadas medidas acima de 2,7 m devido à influência de ventos e da dificuldade em manter as miras verticalizadas.

A qualidade dos resultados deve ser controlada através da análise da tolerância permitida para a diferença entre o nivelamento e o contranivelamento. Esta Tolerância

Altimétrica ( $TA$ ) conforme Equação 2 é dada em função da distância média nivelada e contranivelada ( $k$ ) em quilômetros e de um valor em milímetros ( $n$ ) adotado de acordo com a precisão esperada com o nivelamento.

$$TA = n\sqrt{k} \quad (2)$$

Além das recomendações feitas pela NBR 13133 para o NG de visadas iguais deve-se estabelecer um plano de trabalho para o monitoramento de modo em que a metodologia possa ser replicada. Neste plano deve ser indicada a necessidade de implantação de Pontos de Controle de Nível (PCN) caso não existam bem como o seu posicionamento além de marcos de referência ou Benchmarks fixados na própria estrutura e em seu entorno para melhor caracterizar e quantificar as movimentações.

No caso dos marcos de referência deve-se avaliar se o local não está suscetível à ação de forças e se de maneira geral tenha os pressupostos necessários para um marco de referência. A disposição dos PCNs também deve ser avaliada geralmente estes pontos são materializados por meio de pinos metálicos que são fixados às peças estruturais.

A metodologia a ser adotada deve ser bem definida a fim de que as medições sejam realizadas com as mesmas condições ao longo do tempo para evitar ou minimizar a variabilidade de influências nos resultados. Dentre estas condições pode-se citar: medições entre campanhas realizadas nos mesmos horários levantamentos realizados em condições ambientais similares utilização dos mesmos equipamentos os quais sempre deverão estar devidamente calibrados e retificados.

De acordo com Euriques e Krueger (2017) a periodicidade das campanhas deve ser adaptável à velocidade em que tais movimentações ocorram. Inicialmente elas devem ser realizadas regularmente visando à determinação do cálculo da velocidade do recalque. Caso sejam observadas variações significativas entre campanhas deve-se aumentar a frequência das mesmas. Nos casos em que não sejam observadas variações significativas entre campanhas é conveniente diminuir a frequência dos levantamentos reduzindo os custos com o monitoramento.

### 3 | ESTUDO DE CASO: MONITORAMENTO DA BCAL/UFPR

Para exemplificar a discussão iniciada nos tópicos anteriores apresenta-se um estudo de caso de quantificação de movimentos verticais ocorridos na estrutura da Base de Calibração de Antenas GNSS (BCAL/UFPR) apresentado por Euriques e Krueger (2017).

A BCAL/UFPR situa-se no Laboratório de Geodésia e Hidrologia – LAGEH. De acordo com Krueger et al (2009) esta edificação possui três pilares de concreto armado engastados em sua laje cada qual com peso aproximado de 350 kg. Portanto exercendo

carga excedente considerável sobre a estrutura da edificação. No referido estudo foram quantificados os recalques nos seis pilares de fundação do edifício a partir de observações adquiridas em um período de 10 anos entre os anos de 2006 e 2016.

Para realização do monitoramento foram implantados seis Pontos de Controle de Nível PCN (P1-P6) materializados por meio de pinos metálicos engastados nos seis blocos de fundação do edifício indicados na Figura 2.

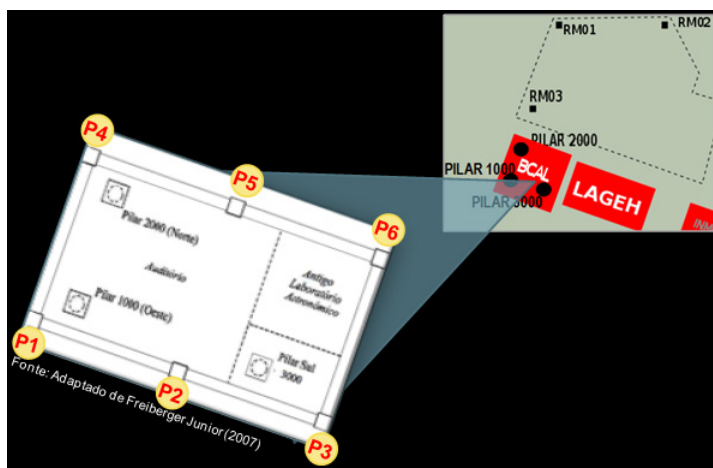


Figura 2 – Estrutura da BCAL/UFPR e os PCN.

Fonte: Euriques e Krueger (2017).

A metodologia empregada no nivelamento realizado em 2006 foi repetida em 2016 possibilitando comparações entre os resultados das campanhas. Efetuou-se o nivelamento geométrico determinando-se o desnível entre os três marcos de referência situados no entorno do edifício (RM1 RM2 e RM3) até cada um dos seis pontos de controle de nível (P1-P6) indicados na Figura 2.

O nivelamento geométrico foi efetuado adotando-se as condições e diretrizes apresentadas na seção 2.6 em síntese:

- Os comprimentos das linhas de visadas foram inferiores a 30 m.
- As miras devidamente verticalizadas com utilização de sapatas no caminharmento.
- Leituras realizadas entre 0 5m e 2 7m do comprimento da mira.
- Linhas de nivelamento com número par de lances.
- Tolerância altimétrica de

As etapas para o cálculo do recalque em cada um dos seis pontos de controle estão esquematizadas no fluxograma apresentado na Figura 3.

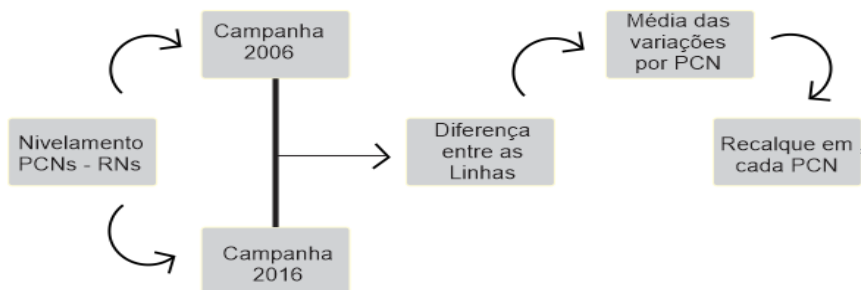


Figura 3 – Fluxograma da metodologia adotada.

Fonte: Os autores.

No nivelamento da campanha realizada 2016 utilizou-se o nível digital *Leica DNA 03* cuja precisão nominal está condicionada ao tipo de mira empregada conforme manual do equipamento. Neste levantamento foram utilizadas miras de invar tendo com isto o desvio padrão de 0,3 mm em 1 km. Na campanha de 2006 foi utilizado o nível *Leica NA3003* que tem precisão nominal de 0,4 mm para miras de invar.

A quantificação dos movimentos verticais ocorridos em cada um dos PCNs foi definida a partir do cálculo da média aritmética das diferenças encontradas entre os desníveis nas campanhas 2006 e 2016.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os gráficos indicados nas Figuras 4a, 4b e 4c representam os desníveis os PCN e cada um dos marcos de referência do experimento RM1, RM2 E RM3 respectivamente nas duas campanhas realizadas.

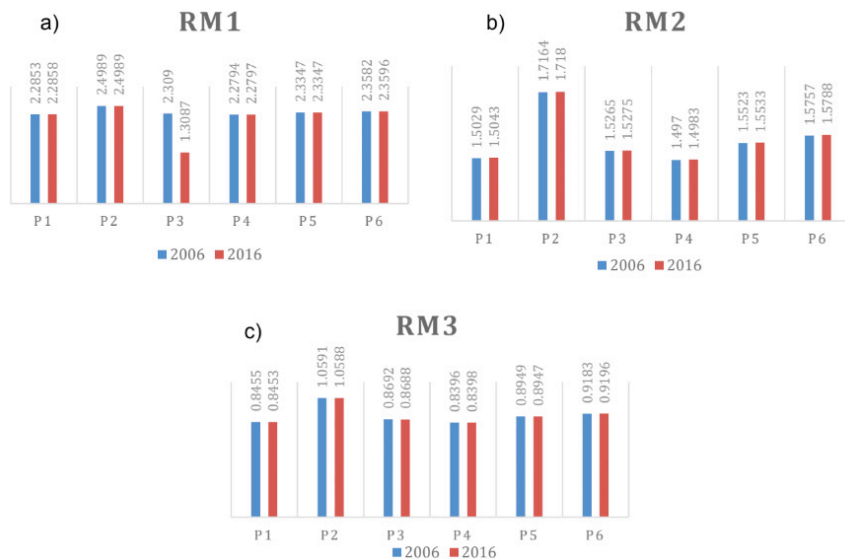


Figura 4 – Desníveis entre os PCN e cada RM (metros)

Fonte: Os autores (2020).

Na Tabela 1 destaca-se as diferenças obtidas entre os desníveis calculados nas campanhas. Evidencia-se que as maiores diferenças foram obtidas nas linhas ligadas ao RM2.

PCN	RM1	RM2	RM3
P1	-0,0005	-0,0014	0,0002
P2	0,0000	-0,0016	0,0003
P3	0,0003	-0,0010	0,0004
P4	-0,0003	-0,0013	-0,0002
P5	0,0000	-0,0010	0,0002
P6	-0,0014	<b>-0,0031</b>	-0,0013

Tabela 1 – Diferença (metros) entre as Campanha 2006-2016.

Os sinais negativos dos valores apresentados na Tabela 1 indicam a ocorrência de movimento vertical descendente da estrutura. Valores positivos indicam a ocorrência de movimentos verticais ascendentes. Considerando-se que estas diferenças se referem as linhas de nivelamento a determinação dos desníveis de cada PCN foi quantificada pelo cálculo da média aritmética das diferenças encontradas entre as campanhas 2006 e 2016 obtendo-se com isto o valor da movimentação vertical absoluta ocorrida em cada um dos seis blocos da fundação do edifício. Tais valores estão indicados na Tabela 2.

PCN	Recalque (mm)
P1	-0,6
P2	-0,4
P3	-0,1
P4	-0,6
P5	-0,3
P6	-1,9

Tabela 2 – Movimentação Vertical (Recalque) ocorrida em 10 anos.

É possível verificar que o valor máximo de movimentação ocorreu no PCN 6 tendo ocorrido o recalque de - 1 9 mm em 10 anos a menor movimentação foi no PCN 3 (0 1 mm). O valor médio de recalque ocorrido nos pontos de controle da estrutura foi -0 7mm. A Figura 5 representa a distribuição espacial das movimentações verticais ocorridas no edifício.

Considerando-se o tempo de observação 10 anos pode-se calcular a velocidade de recalque para o ponto de máxima movimentação ou seja o ponto crítico PCN 6. A literatura sugere valores de referência para análise da significância do recalque em estruturas. Estes valores são dados na unidade  $\mu\text{m}/\text{dia}$  sendo considerados normais valores até  $20 \mu\text{m}/\text{dia}$  para construções existentes há mais de 5 anos e consideradas estáveis. O cálculo da velocidade de recalque é dado pela aplicação de uma regra de três simples posterior a conversão das unidades de distância em  $\mu\text{m}$  e de tempo para dias.

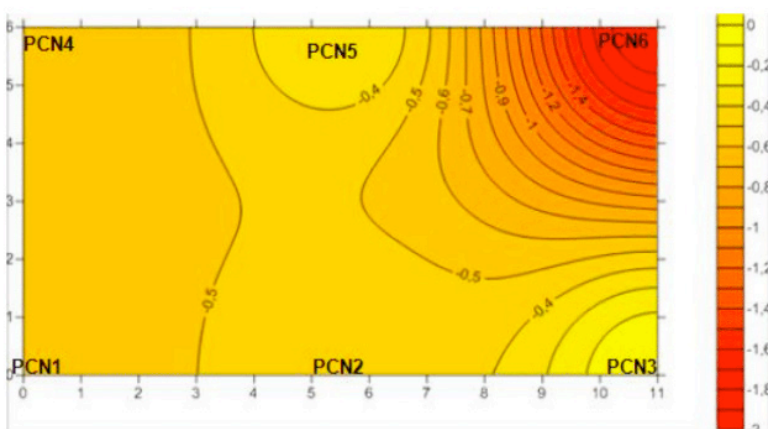


Figura 5 – Recalque na estrutura do Edifício

Fonte: Euriques e Krueger (2020).

Com isto pode-se concluir que a estrutura deste edifício se encontra estável não apresentando riscos visto que o valor da velocidade de recalque determinada foi de  $0,5\mu\text{m}/\text{dia}$  ao passo que valores de até  $20\mu\text{m}/\text{dia}$  são considerados seguros.

## 5 | CONCLUSÕES

O controle de movimentos em estruturas é fundamental podendo evitar prejuízos de diversas naturezas. Métodos topográficos e geodésicos garantem o rigor e acurácia almejada para estas finalidades. A partir do estudo de caso abordado apresenta-se aos leitores um exemplo prático de monitoramento de estruturas bem como valores de referência para estas aplicações.

Os resultados deste monitoramento permitiram concluir que a estrutura em estudo apresentou valores de recalque qualificados pela literatura como normais. A velocidade de recalque calculada para o ponto no qual ocorreu a maior movimentação (PCN 6) foi de  $0,5\mu\text{m}/\text{dia}$  ao passo que valores de até  $20\mu\text{m}/\text{dia}$  são considerados seguros.

Verificou-se que as maiores diferenças embora não caracterizem instabilidade na estrutura referem-se aos lances ligados ao marco RM2 e o que sugere questionamentos quanto a instabilidade do mesmo. Com isto evidencia-se a necessidade de investigação acerca da estabilidade dos marcos de referência destes levantamentos. Além disto destaca-se que inferências estatísticas das observações e o ajustamento das mesmas também são necessários pois garantem rigor dos resultados.

Em estudos futuros que fatores como a geologia local o tipo de estrutura quantificação de cargas forças atuantes devam ser considerados de maneira a contribuir com os resultados.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6122: **Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13133: **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro 1994.

CORRÊA C. P. **Metodologia para controle de recalques em estruturas de concreto armado por meio de nivelamento de precisão**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Centro de Tecnologia Universidade Federal de Santa Maria 2012.

EURIQUES J. F. KRUEGER C. P. **Investigação da movimentação vertical na estrutura da BCAL/UFPR**. In: IV Simpósio Brasileiro de Geomática 2017 Presidente Prudente – SP.

EURIQUES J. F. KRUEGER C. P. VISKI A. R. **Estudo de Atenuação do Efeito Multicaminho no Posicionamento Estático Aplicado na Calibração de Antenas GNSS**. In: VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação 2016 Recife.

FERNANDES R. N. S. **Avaliação do método de nivelamento trigonométrico técnica Leap-Frog na determinação de recalque em grandes estruturas: estudo de caso para a UHE Mauá.** 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas Geomática Universidade Federal do Paraná Curitiba 2012.

FREIBERGER JUNIOR J. **Investigações da Calibração Relativa de Antenas GNSS.** Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas). Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas Setor de Ciências da Terra Departamento de Geomática Universidade Federal do Paraná 2007.

GRANEMANN D. C. **Estabelecimento de uma rede geodésica para o monitoramento de estruturas: Estudo de caso na Usina Hidrelétrica Salto Caxias.** 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas Geomática Universidade Federal do Paraná Curitiba 2005.

KAHMEN H. FAIG W. **Surveying.** Berlin: ed. De Gruyter 1988.

KRUEGER C. P. FREIBERGER J. HECK B. et al. **Establishing A Gns Receiver Antenna Calibration Field in the Framework Of Probral.** International Association of Geodesy Symposia. Anais. 2009.

MONICO J. F. G. **Ajustamento e Análise Estatística de Observações Aplicados na Detecção de Deformações.** 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas Universidade Federal do Paraná Curitiba 1988.

OLIVEIRA D. V. de. SILVA R. N. F. **Análise de Movimentos verticais em estruturas civis na cidade de Monte Carmelo/MG** In: Congresso Brasileiro de Cartografia 26. 2014 Gramado. Anais XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia.

SEEBER G. **Satellite Geodesy: Foundations Methods and Application.** Berlin – New York 2003.

SEIXAS A. de SEIXAS J. R. de SEIXAS J. J. de. **Detecção geodésica e visualização gráfica da deformabilidade de fundações de edifícios – Aplicações às estruturas prediais de grande porte vertical.** In: Simpósio Brasileiro de Geomática (SBG) 2. 2007 Presidente Prudente. Anais II SBG Presidente Prudente 2007. Artigos p. 049-056.

SEIXAS A. GAMA L. F. MORAES J. N. SOUZA A. M. B. O estabelecimento de padrões de referência altimétrica utilizando o nivelamento geométrico para definição de alvos altos e inacessíveis. Boletim de Ciências Geodésicas Curitiba v. 20 n. 2 p. 388-410 abr-jun 2014.

SILVA E. V. **Monitoramento de estruturas geodésicas altimétricas e estabelecimento de padrões de referência metrológicas.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação Centro de Tecnologia e Geociências Universidade Federal de Pernambuco 2017

VEIGA L. A. K. ZANETTI M. A. Z. FAGGION P. L. **Fundamentos de topografia. Apostila do Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura** – Departamento de Geomática Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2012.



## COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS AM

Data de aceite: 01/12/2020

### **João Cleber Cavalcante Ferreira**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-  
INPA  
Manaus-Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/4033135692787505>

### **Aristóteles de Jesus Teixeira Filho**

Universidade Federal do Amazonas-UFAM  
Itacoatiara-Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/8084914106581340>

### **João Victor Góes Barbosa**

Universidade Federal do Amazonas-UFAM  
Itacoatiara-Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/4504830748056293>

### **Dérick Alberto Arruda**

Universidade Federal do Amazonas-UFAM  
Itacoatiara-Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/9811542686130622>

**RESUMO:** A estimativa da necessidade de água de uma cultura é fundamentalmente importante para o planejamento e manejo de áreas irrigadas. Estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) é de grande importância para a previsão da produção agrícola. O objetivo deste estudo foi comparar os métodos de Blaney-Criddle Camargo Jensen-Haise e Hargreaves com o método de Penman-Monteith recomendado pela FAO como método padrão para estimativa da ET<sub>o</sub>. Os dados foram coletados no portal do Instituto nacional Meteorológico- INMET no

período de janeiro de 2008 a dezembro de 2012. A estação meteorológica responsável pelos dados está localizada na cidade de Parintins-AM. A partir das variáveis atmosféricas: precipitação temperatura do bulbo seco temperatura do bulbo úmido temperatura máxima temperatura mínima umidade relativa do ar velocidade do vento pressão atmosférica e insolação total diária foram feitas a estimativa da evapotranspiração de referência diária pelos métodos de Penman-Monteith Blaney-Criddle Hargreaves Camargo e Jensen-Haise. Com o auxílio do software Microsoft Excel os dados foram tabulados através das equações de cada método específico e após o tratamento dos dados os resultados foram comparados e analisados por regressão linear e pelo índice de confiança (c) para avaliar o desempenho dos métodos. Os valores de evapotranspiração estimados pelos modelos de Blaney-Criddle Camargo e Jensen-Haise superestimaram a (ET<sub>o</sub>) porém apresentaram desempenho satisfatório enquanto que o modelo de Hargreaves subestimou e teve a pior correlação. Conclui-se que os modelos de Blaney-Criddle Camargo e Jensen-Haise podem ser utilizados em substituição ao modelo padrão Penman-Monteith FAO-56 quando não se disponibilizar de todas as variáveis para a estimativa da ET<sub>o</sub> ao longo do ano para o município de Parintins-AM.

**PALAVRAS - CHAVE:** Evapotranspiração de referência modelos Penman-Monteith.

## COMPARISON BETWEEN ESTIMATION METHODS OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN THE MUNICIPALITY OF PARINTINS AM

**ABSTRACT:** Estimating the water requirement of a crop is fundamentally important for planning and managing irrigated areas. Estimating the reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) is of great importance for the forecast of agricultural production. The aim of this study was to compare the methods of Blaney-Criddle Camargo Jensen-Haise and Hargreaves with the method of Penman-Monteith recommended by FAO as the standard method for estimating ET<sub>o</sub>. Data were collected on the website of the National Meteorological Institute - INMET from January 2008 to December 2012. The meteorological station responsible for the data is located in the city of Parintins-AM. From the atmospheric variables: precipitation dry bulb temperature wet bulb temperature maximum temperature minimum temperature relative humidity wind speed atmospheric pressure and daily total sunshine the daily reference evapotranspiration estimate was made by methods of Penman-Monteith Blaney-Criddle Hargreaves Camargo and Jensen-Haise. With the aid of Microsoft Excel software data were tabulated using the equations for each specific method and after data treatment the results were compared and analyzed by linear regression and the confidence index (c) to assess the performance of the methods. The evapotranspiration values estimated by the Blaney-Criddle Camargo and Jensen-Haise models overestimated the (ET<sub>o</sub>) however they presented satisfactory performance while the Hargreaves model underestimated and had the worst correlation. It is concluded that the Blaney-Criddle Camargo and Jensen-Haise models can be used to replace the standard Penman-Monteith FAO-56 model when all variables are not available to estimate ET<sub>o</sub> throughout the year for the municipality of Parintins-AM.

**KEYWORDS:** Reference evapotranspiration models Penman-Monteith.

### 1 | INTRODUÇÃO

A estimativa da necessidade de água de uma cultura é fundamentalmente importante para o planejamento e manejo de áreas irrigadas. Assim informações sobre a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) que permitem estimativa da evapotranspiração das culturas tornam-se ferramentas importantes nesse processo (SHOFELL et al. 2017).

A determinação do seu valor corrigido pelo coeficiente da cultura permite que se conheça a quantidade de água que precisa ser reposta à cultura para garantir um bom desenvolvimento sem que ocorra desperdício. Porém recursos estão cada vez mais escassos tanto para a produção agrícola como para o consumo humano tornando-se necessário um planejamento mais eficiente do aproveitamento da água com desenvolvimento de métodos que permitam estimar volumes cada vez mais exatos para obtenção de ótima produção nos cultivos agrícolas (SYPERRECK et al. 2008 FERNANDES et al. 2011).

A evapotranspiração é uma das principais variáveis do ciclo hidrológico. A taxa de evapotranspiração refere-se à transferência de água para a atmosfera da superfície do solo e das plantas pela combinação da evaporação com a transpiração ((THORNTHWAITE 1946).

A estimativa mais precisa da ET<sub>o</sub> é obtida através do método de Penman-Monteith

que é recomendado pela FAO como método padrão para estimativa da ETo. Porém sua utilização é bastante limitada pela exigência de muitos dados que não podem ser prontamente obtidos (MARTÍ et al. 2015). Como alternativa particularmente nos países em desenvolvimento nos trópicos lança-se de equações com quantidades menores de variáveis que é o caso das equações de Blaney-Criddle Hargreaves Camargo e Jensen-Haise (AYOADE 2013). As diferenças dos valores obtidos pelos variados métodos são atribuídas às variáveis utilizadas e às variações climáticas locais.

Com a finalidade de apurar os métodos mais precisos para cada localidade a comparação regional entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência é alvo de vários estudos como por exemplo (KOBAYAMA e VESTENA 2006 ARAÚJO et al. 2007 BARROS et al. 2009 SHOFELL et al. 2017 BARROS et al. 2017). Os resultados apontam para a escolha de métodos que determina o mais preciso para a região analisada.

Diante da importância de se buscar métodos mais simples de uso e que melhor se ajuste as condições climáticas do município de Parintins-AM objetivou-se com este trabalho comparar o desempenho dos métodos indiretos de Blaney-Criddle Hargreaves Camargo e Jensen-Haise na estimativa da evapotranspiração de referência em comparação com o método recomendado pela FAO como método padrão para estimativa da ETo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida a partir dos dados diários de uma série de 5 anos de observações (2008 a 2012) da estação convencional do município de Parintins no Estado do Amazonas (OMM: 82240) na latitude  $-2\ 63^{\circ}$  e longitude  $-56\ 73$  a 35 metros de altitude. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Af (ALVARES et al. 2013) tropical chuvoso (úmido) com precipitação e temperatura média anual respectivamente de 2.261 mm e  $26\ 9^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar média de 82% (INMET 2020).

O Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com milhões de informações referentes às medições diárias de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial estão disponíveis no site do INMET. A partir das variáveis atmosféricas disponibilizadas para consultas no BDMEP: precipitação temperatura do bulbo seco temperatura do bulbo úmido temperatura máxima temperatura mínima umidade relativa do ar pressão atmosférica ao nível da estação insolação direção e velocidade do vento foram feitas a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) diária pelo método da FAO - 56 Penman-Monteith (1) método de Blaney-Criddle (2) Camargo (3) Hargreaves (4) e Jensen-Haise (5). Os modelos 1 2 3 4 e 5 seguem abaixo:

- Modelo de Penman-Monteith FAO-56:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \left( \frac{900}{T + 273} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Em que:

$ET_o$  = evapotranspiração potencial de referência em  $\text{mm dia}^{-1}$

$R_n$  = saldo de radiação à superfície em  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$

$G$  = fluxo de calor no solo  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$

$T$  = temperatura do ar a 2 m de altura em  $^{\circ}\text{C}$

$U_2$  = velocidade do vento à altura de 2 m em  $\text{m s}^{-1}$

$e_s$  = pressão de saturação de vapor em kPa

$e_a$  = pressão de vapor atual do ar em kPa

$(e_s - e_a)$  = déficit de pressão de vapor em kPa

$\Delta$  = declividade da curva de pressão de vapor de saturação em  $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  e

$\gamma$  = constante psicrométrica em  $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

- Método de Blaney e Criddle (1950):

$$ET_o = (0,457 \times T + 8,13) \times p \quad (2)$$

Em que:

$ET_o$  = evapotranspiração potencial de referência em  $\text{mm mês}^{-1}$

$c$  = coeficiente regional de ajuste da equação

$T$  = temperatura média mensal em  $^{\circ}\text{C}$  e

$p$  = percentagem mensal das horas anuais de luz solar (BERNARDO *et al.* 2006).

- Método de método de Camargo:

$$ET_o = R_T \times T \times k_f \times ND \quad (3)$$

Em que:

$ET_o$  - evapotranspiração de referência ( $\text{mm d}^{-1}$ ) estimada pelo método de Camargo (1971)

$RT$  – Radiação solar extraterrestre ( $\text{mm d}^{-1}$  de evapotranspiração equivalente)

$ND$  – Número de dias do período analisado

$T$  – Temperatura do ar média ( $^{\circ}\text{C}$ )

$k_f$  – fator de ajuste que varia com a temperatura do ar média anual do local ( $k_f = 0,01$  para  $T < 23^{\circ}\text{C}$   $k_f = 0,0105$  para  $T = 24^{\circ}\text{C}$   $k_f = 0,011$  para  $T = 25^{\circ}\text{C}$   $k_f = 0,0115$  para  $T = 26^{\circ}\text{C}$  e  $k_f = 0,012$  para  $T > 26^{\circ}\text{C}$ ).

- Método de Hargreaves (1985):

$$ET_o = 0,0135 \times KT \times (T_m + 17,8) \times R_a \times 0,408 \times (T_x - T_n)^{1/2} \quad (4)$$

Em que:

$ET_o$  = evapotranspiração potencial de referência em mm mês<sup>-1</sup>

$T_m$  = temperatura média diária em °C

$T_x$  = temperatura máxima diária em °C

$T_n$  = temperatura mínima diária em °C e

$R_a$  = radiação no topo da atmosfera MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>.

KT=0 162 para região interiorana e

KT= 0 19 para região costeira.

- Jensen-Haise (1963):

$$ET_o = R_s(0,0252 \times T + 0,078) \quad (5)$$

Em que:

$R_s$  = Radiação solar global (mm d<sup>-1</sup>)

$T$  = temperatura média mensal (°C).

Os resultados foram comparados e analisados por regressão linear (6) tendo como variável dependente  $Y$  para os valores de  $ET_o$  de referência estimados a partir de  $T_{B-C}$  e os métodos de Blaney-Criddle  $T_{x_h}$ ,  $T_{n_h}$  e  $T_{m_h}$ , Hargreaves Camargo e Jensen-Haisee como variável independente  $X$  para os valores de  $ET_o$  estimados pelo método de Penman-Monteith FAO-56 calculado através do Excel.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad (6)$$

Em que:

$Y$  - Valor estimado pelo método de referência Penman-Monteith FAO 56 a partir de  $T_x$  e  $T_n$  e pelo método de Hargreaves

$\beta_0$  - Coeficiente angular

$\beta_1$  - Coeficiente linear e

$X$  - Valor estimado pelo método padrão PM FAO 56.

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 X \quad (7)$$

$$\beta_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (8)$$

$$S_{xy} = \sum(X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y}) \quad (9)$$

$$S_{xx} = \sum(X_i - \bar{X})^2 \quad (10)$$

A correlação entre o método de PM FAO 56 e os outros métodos foi realizado com base em indicadores estatísticos a fim de se observar a precisão dada pelo coeficiente de correlação (r) que está associado ao desvio entre valores estimados e medidos indicando o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média.

$$r = \sqrt{\frac{[\sum(Y_e - \bar{Y})(Y - \bar{Y})]^2}{\sum(Y_e - \bar{Y})^2 \sum(Y - \bar{Y})^2}} \quad (11)$$

Em que:

$Y_e$  - Valor estimado do método avaliado

$Y$  - Valor estimado do método PM FAO 56

$\bar{Y}$  - Média dos valores do método padrão.

A exatidão na estimativa da ETo em relação ao modelo padrão escolhido foi obtida através do índice de Willmott "d" que varia 0 a 1 apresentado por (Willmott et al. 1985).

$$d = 1 - \left[ \frac{\sum(Y_e - \bar{Y})^2}{\sum(|Y_e - \bar{Y}| + |Y - \bar{Y}|)} \right] \quad (12)$$

Com a correlação entre os dados e a exatidão calculou-se o coeficiente de segurança ou desempenho "c" (Tabela 1) sendo o produto de r e d ( $c = r.d$ ) (Camargo e Sentelhas 1997).

Valor de "c"	Desempenho
> 0 85	Ótimo
0 76 a 0 85	Muito Bom
0 66 a 0 75	Bom
0 61 a 0 65	Mediano
0 51 a 0 60	Sofrível
0 41 a 0 50	Mau
≤ 0 40	Péssimo

Tabela 1. Valores do coeficiente de desempenho conforme Camargo e Sentelhas (1997).

A quantificação dos erros proporcionados pelas estimativas foi obtida pelo erro-padrão de estimativa (EPE) e através da relação dos valores médios expressa em percentagem (%).

$$EPE = \sqrt{\frac{\sum(Y_e - \bar{Y})^2}{n}} \quad (13)$$

Em que:

$Y_e$  - Média do método estimado

$\bar{Y}$  - Média do método padrão

$n$  - Número de observações.

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da estimativa da ETo pelos métodos descritos procurou-se identificar uma ou mais equações que melhor se ajustasse ao método de Penman-Monteith FAO 56 e que envolvesse uma quantidade menor de parâmetros nos cálculos de modo a se obter de forma mais simples a ETo.

Analisando os resultados de acordo com as figuras 1 e 2 observa-se que os modelos Blaney-Criddle Camargo e Jensen-Haise superestimaram a ETo enquanto o modelo de Hargreaves subestimou.

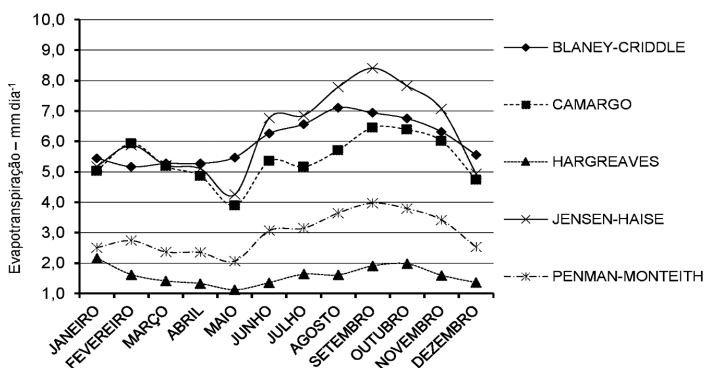


Figura 1. Modelos Blaney-Criddle Camargo Hargreaves e Jensen-Haise para estimativa da ETo média mensal (mm dia<sup>-1</sup>) ao longo do ano comparados com Penman-Monteith para Parintins-AM no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2012.

Visualizam-se na Figuras 2 a análise de regressão linear entre os métodos avaliados e o método padrão com suas respectivas equações de ajuste e coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Aos Gráficos foi adicionada uma linha ao meio a fim de auxiliar a verificação de quando um método sub ou superestima o método padrão. Observa-se que dentre os métodos avaliados Hargreaves foi o que apresentou pior correlação.

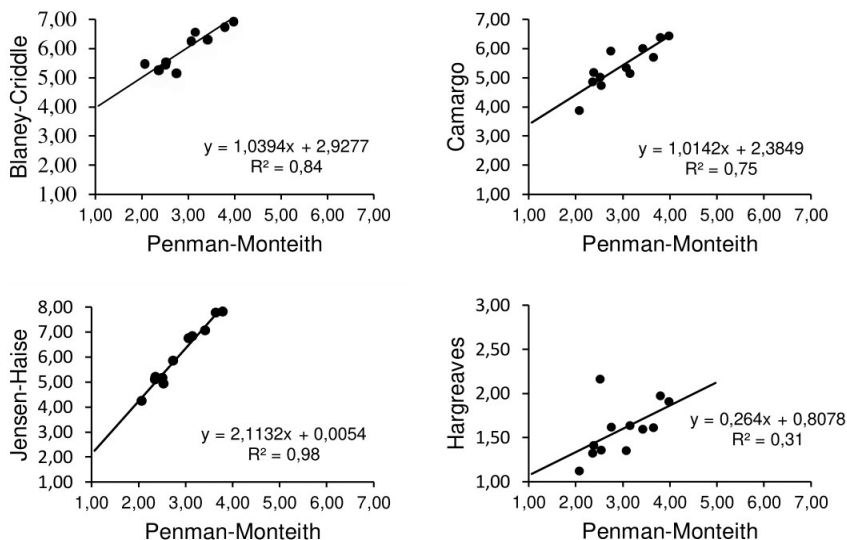


Figura 2. Relação entre valores da evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith (eixo X) empregando-se os métodos de Blaney-Criddle Camargo Hargreaves e Jensen-Haise (eixo Y) em  $\text{mm dia}^{-1}$ .

Os modelos de Jensen-Haise e Blaney-Criddle apresentaram melhores ajustes tendo seus desempenhos classificados como “Ótimo” seguido pelo modelo de Camargo que teve desempenho classificado como “bom”. O modelo de Hargreaves teve seu desempenho classificado como “péssimo” como pode ser visto nos índices de desempenho na tabela 2.

O “ótimo” e “ bom” desempenho apresentado pelos modelos de Blaney-Criddle e Camargo respectivamente deve-se provavelmente ao fato de que estes modelos são mais sensíveis a regiões de clima úmido clima este característico do estado do Amazonas.

A equação de Jensen-Haise mesmo sendo desenvolvida para regiões áridas e semiáridas apresentou desempenho satisfatório podendo esta ser utilizada no período de verão amazônico nos meses de julho a outubro. A equação de Hargreaves quando comparado com o método padrão não obteve desempenho satisfatório para as condições locais o que pode ser explicado pelo clima úmido da região. De acordo com Sentelhas et al. (2010) o método de Hargreaves foi desenvolvido para regiões áridas.

Na tabela 2 são apresentados os índices para estimar o desempenho dos métodos.



Apesar dos métodos de Blaney-Criddle Camargo e Jensen-Haise terem tendência a superestimar os valores de ETo foram estes os que apresentaram os melhores desempenhos sendo seus usos indicados como alternativa ao método FAO Penman-Monteith. Carvalho et al. (2011) ressaltam que quando não se dispõe de informações climáticas ocasionando a impossibilidade da utilização do método FAO Penman-Monteith pode ser usado o método que melhor se ajuste as condições climáticas da região.

**TABELA 2.** Análise do desempenho e classificação dos métodos de Blaney-Criddle, Camargo, Hargreaves, Jensen-Haise e Penman-Monteith, ambos em escala diária ao longo do ano.

Método	ETo (mm dia <sup>-1</sup> )	%	EPE (mm dia <sup>-1</sup> )	d	r	c	Desempenho
Penman-Monteith	2,96	-	-	-	-	-	-
Blaney-Criddle	6,01	202,69	0,49	0,87	0,91	0,80	Muito Bom
Camargo	5,39	181,86	0,41	0,90	0,86	0,78	Muito Bom
Hargreaves	1,59	53,64	0,25	0,89	0,55	0,49	Mau
Jensen-Haise	6,27	211,50	0,57	0,86	0,99	0,85	Ótimo

\* Erro padrão estimado (EPE), índice de concordância (d), coeficiente de correlação (r) e índice de confiança (c).

Araújo et al. (2007) ao comparar vários métodos em escala diária para o município de Boa Vista-RR encontrou (c) de 0 92 para o método de Blaney-Criddle sendo este método classificado como “ótimo” valor este muito próximo do encontrado neste trabalho. Em estudo de comparação de modelos feito na bacia do rio Jacupiranga no estado de São Paulo (Mantovani 2006) avaliando métodos de estimativa da ETo para Viçosa-MG para um período de 5 anos concluiu que o método de Blaney-Criddle apresentou melhor ajuste para aquela localidade.

Back (2008) em estudo de comparações entre o método de Hargreaves com o FAO Penman-Monteith na cidade de Urussanga-SC encontrou valor de (c) igual a 0 38 o que classificou como péssimo. Lucena et al. (2016) para Bom Jesus-PI obtiveram classificação “Ótimo” para o método Jensen-Haise e “Sofrível” para os modelos de Hargreaves e Camargo.

Os métodos de Blaney-Criddle Jensen-Haise e Camargo apresentam grande praticidade pois requerem somente dados de temperatura do ar e algumas informações médias do clima sendo adequado para estimativas mensais de ETo. Os estudos citados reforçam a necessidade de se buscar o método mais adequado para determinada região para ter-se mas precisão nos resultados da evapotranspiração quando utilizados para fins de se desenvolver projetos de irrigação nas propriedades.

## 4 | CONCLUSÃO

Os métodos de Blaney-Criddle Camargo e Jensen-Haise atendem satisfatoriamente à estimativa da ETo na região de Parintins-AM podendo ser utilizados em substituição ao modelo padrão Penman-Monteith FAO-56 quando não se disponibilizar de todas as variáveis para a estimativa da ETo.

O método de Jensen-Haise foi o que mostrou valores mais precisos para esta estimativa apresentando índice de desempenho “ótimo” enquanto que Hargreaves teve o pior desempenho classificado como “mau”.

## REFERENCIAS

ALVARES Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift v. 22 n. 6 p. 711-728 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ALLEN Richard G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO (Irrigation and Drainage Paper 5) 1998. 300p.

ARAÚJO Wellington Farias COSTA Sônia Aparecida Antunes DOS SANTOS Antonia Edilene. **Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) para Boa Vista RR**. Revista Caatinga v. 20 n. 4 p. 88-88 2007.

AYOADE Johnson Olaniyi. **Introdução à climatologia para trópicos**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2013. 350p. ISBN 978-85-286-0427-6.

BARROS Vinicius R. et al. **Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica Rio de Janeiro utilizando lisímetro de pesagem e modelos matemáticos**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias v. 4 n. 2 p. 198-203 2009.

BACK Álvaro José. **Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga sc**. Irriga v. 13 n. 4 p. 449-466 2008.

BORGES Alisson C. MENDIONDO Eduardo M. **Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v. 11 n. 3 p. 293-300 2007.

CAMARGO AP de SENTELHAS Paulo C. **Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo Brasil**. Revista Brasileira de agrometeorologia v. 5 n. 1 p. 89-97 1997.

CARVALHO Luiz Gonsaga de et al. **Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa**. Pesquisa Agropecuária Tropical v. 41 n. 3 p. 456-465 2011.

CUNHA BARROS Allan et al. **Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em perímetro irrigado no baixo são Francisco**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI v. 11 n. 8 2017.

FERNANDES André LT FRAGA JÚNIOR Eusímio F. TAKAY Bruno Y. **Avaliação do método**

**Penman-Piche para a estimativa da evapotranspiração de referência em Uberaba MG.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v. 15 n. 3 p. 270-276 2011.

INMET -Instituto Nacional de Meteorologia. **Climatempo. 2020.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 22 set. 2020.

KOBIYAMA Masato VESTENA Leandro Redin. **Aplicação do método de Penman Modificado no cálculo da evapotranspiração potencial para quatro estações meteorológicas do estado do Paraná.** RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais v. 8 n. 1 p. 83-97 2006.

MARTÍ Pau et al. **Parametric expressions for the adjusted Hargreaves coefficient in Eastern Spain.** Journal of Hydrology v. 529 p. 1713-1724 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.07.054>.

MANTOVANI Everardo Chartuni. BERNARDO Salassier. PALARETTI Luiz Fabiano. **Irrigação: Princípios e método.** 3. Ed. Viçosa-MG: UFV 2006.

MENDOZA Christian José MENEZES Ronaldo Harold DIAS Antonio Solon. **Estimativa da evapotranspiração de referência por diferentes métodos para o município de São Luís-Ma.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI v. 10 n. 3 2016.

PEDROSA DE LUCENA Filipe Augusto et al. **Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência no município de Bom Jesus PI.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI v. 10 n. 3 2016.

RIBEIRO Aureliano Albuquerque et al. **Avaliação de modelos de estimativa da evapotranspiração de referência em Sobral-CE.** Revista Agrogeoambiental v. 7 n. 4 2015.

SENTELHAS Paulo C. GILLESPIE Terry J. SANTOS Eduardo A. **Evaluation of FAO Penman–Monteith and alternative methods for estimating reference evapotranspiration with missing data in Southern Ontario Canada.** Agricultural Water Management v. 97 n. 5 p. 635-644 2010.

SYPERRECK Vera Lucia Greco et al. **Avaliação de desempenho de métodos para estimativas de evapotranspiração de referência para a região de Palotina Estado do Paraná.** Acta Scientiarum. Agronomy v. 30 p. 603-609 2008.. <https://doi.org/10.1590/S1807-86212008000500001>

THORNTHWAITE C. W. **The moisture-factor in climate.** Eos Transactions American Geophysical Union v. 27 n. 1 p. 41-48 1946.

WILLMOTT Cort J. et al. **Statistics for the evaluation and comparison of models.** Journal of Geophysical Research: Oceans v. 90 n. C5 p. 8995-9005 1985.

## DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS EM CENOURA E FEIJÃO-VAGEM POR GC-MS/MS

Data de aceite: 01/12/2020

### Larissa Meincke Eickhoff

Engenharia Química da UNIJUÍ bolsista PIBIT/  
UNIJUÍ

### Arthur Mateus Schreiber

Engenharia Química da UNIJUÍ bolsista PIBIT/  
UNIJUÍ

### Liege Goergen Romero

Engenharia Química da UNIJUÍ bolsista PIBIC/  
UNIJUÍ

### Alessandro Hermann

Ciências da Vida Orientador

### Anagilda Bacarin Gobo

Ciências da Vida Coordenadora

Estudo vinculado à pesquisa Institucional Agroindustrialização de hortaliças orgânicas produzidas no noroeste do RS do Grupo de pesquisa Alimentos e Nutrição da UNIJUÍ

**RESUMO:** A utilização de agrotóxicos de modo indiscriminado e sem orientação é propulsor de inúmeros problemas como a contaminação de alimentos recursos hídricos e complicações na saúde. O Brasil é um dos países com maior evolução no consumo de agrotóxicos. Atualmente 425 ingredientes ativos têm uso autorizado e 2.356 produtos estão liberados para comercialização. Tendo em vista a importância

de estudos nesta área o trabalho objetivou o desenvolvimento de método analítico visando a determinação de resíduos de agrotóxicos em cenoura e feijão-vagem utilizando a técnica de Cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS/MS). Foi utilizado um planejamento fatorial experimental 24 variando-se as proporções dos sorventes de limpeza e NaCl buscando um extrato mais livre de coextrativos e a recuperação dos analitos. A partir dos ensaios realizados foi possível obter o melhor método de extração sendo o método QuEChERS original para a cenoura e QuEChERS citrato para o feijão-vagem bem como as melhores proporções dos sorventes para ambas as hortaliças.

**PALAVRAS - CHAVE:** Pesticidas Espectrometria de massa Preparação de amostras Design experimental.

### DEVELOPMENT OF ANALYTICAL METHODOLOGY FOR THE DETERMINATION OF PESTICIDES IN CARROT AND POD-BEANS BY GC-MS/ MS

**ABSTRACT:** The use of pesticides in an indiscriminate manner and without guidance is the driver of numerous problems such as contamination of food water resources and health complications. Brazil is one of the countries with the greatest evolution in the consumption of pesticides. Currently 425 active ingredients are authorized for use and 2 356 products are released for sale. In view of the importance of studies in this area the work aimed to develop an analytical method aimed at determining pesticide

residues in carrots and green beans using the gas chromatography technique coupled with mass spectrometry (GC-MS / MS ). An experimental factorial design 24 was used varying the proportions of the cleaning sorbents and NaCl seeking a more extract free of coextractive and the recovery of the analytes. From the tests performed it was possible to obtain the best extraction method the original QuEChERS method for carrots and QuEChERS citrate for green beans as well as the best proportions of sorbents for both vegetables

**KEYWORDS:** Pesticides Mass spectrometry Preparation of samples Experimental desing.

## 1 | INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira alcançou forte crescimento nas últimas três décadas. A Revolução Verde permitiu aumento de produtividade a partir da implantação em larga escala de sistemas de monoculturas com emprego intensivo de fertilizantes e agrotóxicos além de ter proporcionado a abertura de um imenso mercado de máquinas sementes e insumos agrícolas (FAO 2018).

Os benefícios da Revolução Verde são evidentes porém para garantir a produção de alimentos os produtores tornam-se dependentes do uso de fertilizantes agrotóxicos e combustíveis fósseis. Com isso as consequências estão vinculadas diretamente ao impacto ambiental (DJUR FELDT 2019). O uso indiscriminado e sem orientação adequada dos agrotóxicos é propulsor de inúmeros problemas desde exposição ocupacional contaminação de alimentos contaminação dos recursos hídricos e sérios problemas a saúde (BARBOSA 2004). Diante do cenário apresentado este trabalho objetiva desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de resíduos de agrotóxicos em culturas de cenoura e feijão-vagem buscando através de estudo e planejamento experimental encontrar as melhores condições de extração e *clean-up*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Preparo das soluções

Preparou-se individualmente 10 mL de solução estoque aproximadamente 1000 mg L<sup>-1</sup> de cada agrotóxico. Após foram preparadas soluções analíticas individuais dos compostos em estudo na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>. A partir destas soluções preparou-se uma mistura (mix) na concentração 10 mg L<sup>-1</sup> contendo todos os compostos e por diluição uma mistura na concentração 1 0 mg L<sup>-1</sup>. Todas as soluções foram preparadas em Acetonitrila (MeCN) grau HPLC.

As amostras utilizadas no estudo foram feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris L.*) e cenoura (*Daucus carota L.*) providos pela UNICOOPER – Cooperativa Central da Agricultura Familiar Ltda. O preparo de hortaliças com cascas consiste em triturá-las e em sequência congelamento da amostra em temperatura de - 40°C em ultra-congelador (modelo UCE – 20 marca Eco).

## 2.2 Desenvolvimento do método QuEChERS

Foram realizados primeiramente três experimentos de extração baseados nos métodos já descritos na literatura consistindo: QuEChERS (original citrato e acetato) a fim de avaliar qual método forneceria a extração com maior recuperação dos compostos. Para isso foram realizadas fortificações nas amostras em triplicata na concentração de 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . O cálculo da recuperação dos analitos após a extração foi realizado por comparação das áreas dos cromatograma obtidos com injeções em triplicata de padrões no extrato da matriz na mesma concentração da fortificação. Após a escolha do melhor método de extração para cada matriz avaliada desenvolveu-se planejamento experimental fatorial  $2^4$  buscando encontrar as melhores condições para a limpeza do extrato obtido (etapa de *clean-up*) com o uso de diferentes sorventes e em diferentes combinações e proporções. Dessa maneira foram gerados 27 ensaios conforme a Tabela 1 para obtenção da superfície de resposta e escolha das condições ideais para extração e limpeza. Os resultados foram avaliados com auxílio do software *Statistica*® 12.0.

Ensaio	NaCl (g)	PSA (mg)	Terra Diatomácea (mg)	C18 (mg)	Ensaio	NaCl (g)	PSA (mg)	Terra Diatomácea (mg)	C18 (mg)
<b>1</b>	1,00	10,00	5,00	10,00					
<b>2</b>	1,00	10,00	5,00	30,00	<b>15</b>	2,00	30,00	15,00	10,00
<b>3</b>	1,00	10,00	15,00	10,00	<b>16</b>	2,00	30,00	15,00	30,00
<b>4</b>	1,00	10,00	15,00	30,00	<b>17</b>	0,50	20,00	10,00	20,00
<b>5</b>	1,00	30,00	5,00	10,00	<b>18</b>	2,50	20,00	10,00	20,00
<b>6</b>	1,00	30,00	5,00	30,00	<b>19</b>	1,50	0,00	10,00	20,00
<b>7</b>	1,00	30,00	15,00	10,00	<b>20</b>	1,50	40,00	10,00	20,00
<b>8</b>	1,00	30,00	15,00	30,00	<b>21</b>	1,50	20,00	0,00	20,00
<b>9</b>	2,00	10,00	5,00	10,00	<b>22</b>	1,50	20,00	20,00	20,00
<b>10</b>	2,00	10,00	5,00	30,00	<b>23</b>	1,50	20,00	10,00	0,00
<b>11</b>	2,00	10,00	15,00	10,00	<b>24</b>	1,50	20,00	10,00	40,00
<b>12</b>	2,00	10,00	15,00	30,00	<b>25 (C)</b>	1,50	20,00	10,00	20,00
<b>13</b>	2,00	30,00	5,00	10,00	<b>26 (C)</b>	1,50	20,00	10,00	20,00
<b>14</b>	2,00	30,00	5,00	30,00	<b>27 (C)</b>	1,50	20,00	10,00	20,00

Tabela 1 - Ensaios para planejamento fatorial 24 para cenoura e feijão-vagem

Na Figura 1 estão descritos os três métodos utilizados nos ensaios os blocos em cor laranja identificam a etapa da extração logo na sequência a cor verde caracteriza a partição enquanto a cor vermelha representa a fase de *clean up*.

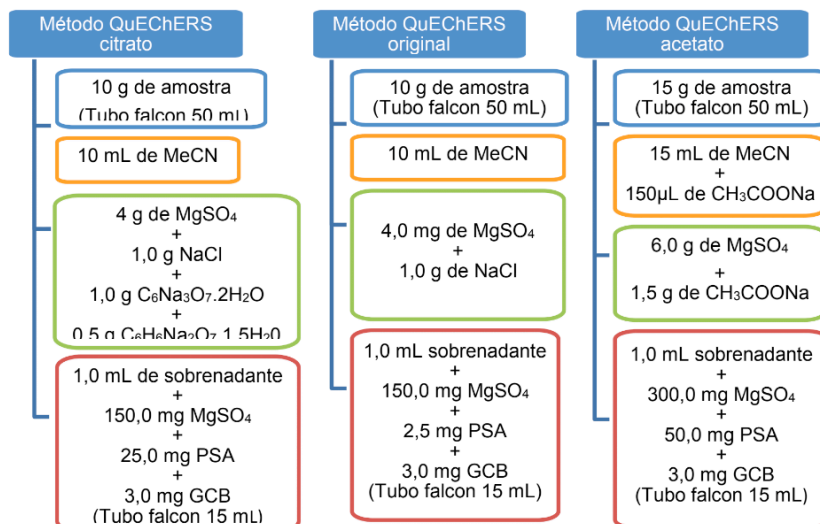


Figura 1 - Método QuEChERS citrato original e acetato respectivamente.

A partir da obtenção das melhores condições para a limpeza do extrato foi avaliada a eficiência real das condições indicadas estatisticamente através da superfície de resposta gerada com os resultados dos 27 ensaios desenvolvidos. A eficácia do *clean-up* também foi avaliada a partir do ensaio gravimétrico por meio da verificação dos co-extratos da matriz não volátil. Para isso utilizou-se 3 mL do extrato final das matrizes com e sem *clean-up*. As alíquotas foram colocadas em vials de 15 mL devidamente secos em estufa a 100°C e as amostras evaporadas sob gás nitrogênio. Os co-extratos não voláteis foram determinados gravimetricamente utilizando balança analítica de precisão modelo AR2140 da marca *Ohaus Corporation*.

### 2.3 Condições cromatográficas e do espectrômetro de massas

O estudo desenvolveu-se por cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massas em série com analisador tipo triploquadropolo (GC-(TQ)-MS/MS) *Agilent Technologies 7890B/7000C* com amostrador automático modelo 7693. O estudo das condições de operação do espectrômetro de massas para a obtenção dos espectros característicos de cada analito foi obtido a partir da injeção de 1µL de uma solução 10 mg L<sup>-1</sup> de cada composto individual no modo *full scan* (ions totais) possibilitando a identificação e avaliação do espectro de massas para cada composto a fim de permitir a escolha dos íons a serem utilizados. O tempo de corrida cromatográfica foi de 28 95 minutos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a separação cromatográfica foi avaliado as melhores condições de temperatura

do injetor a partir das temperaturas de ebulição de cada composto bem como a otimização das condições para a rampa de aquecimento do forno da coluna visando separar o maior número de analitos. Para a operação do espectrômetro no modo de Monitoramento de Reações Múltiplas (MRM) foi necessária a seleção/avaliação de íons precursores obtidos no modo *full scan* para cada composto em estudo neste trabalho. A escolha dos íons a serem utilizados deu-se a partir de suas intensidades de sinal bem como a ausência do padrão de fragmentação do íon para qualquer composto no mesmo segmento de análise.

Para a cenoura com a utilização do método QuEChERS original foi alcançado recuperação entre 70% e 120% para 40 compostos com o QuEChERS citrato 29 compostos e com o QuEChERS acetato apenas 4 compostos de um total de 48. Para o feijão-vagem o método QuEChERS citrato apresentou recuperação de 41 compostos para o QuEChERS original 35 compostos e para o QuEChERS acetato 28 compostos na faixa de 70% a 120%. Desta forma adotou-se o método QuEChERS Original para extração dos compostos na cenoura enquanto que para o feijão-vagem utilizou-se do método QuEChERS citrato pois foram os que apresentaram um maior número de recuperação dos compostos.

Na Figura 2 estão representadas as superfícies de respostas para a cenoura (a) com a interação com os sorventes PSA e Z-SEP e para o feijão-vagem (b) com a interação dos sorventes C18 e PSA. Conforme os resultados obtidos por meio da análise da superfície de resposta para o feijão-vagem a melhor proporção dos sorventes testados sendo estes: 0 4210 g para NaCl 22 46 mg para PSA 15 79 mg para Terra Diatomácea e 0 0 mg de C18.

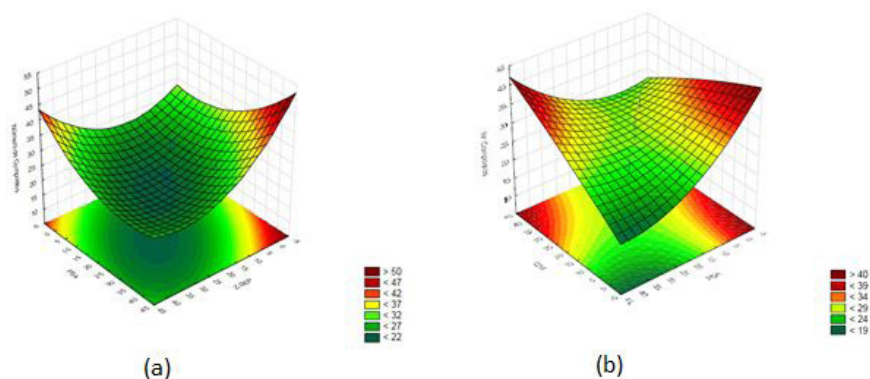


Figura 2-Superfícies de resposta geradas pelo planejamento  $2^4$  para otimização do método de extração de agrotóxicos (a) cenoura (b) feijão-vagem.

As superfícies de resposta dos ensaios realizados com a cenoura também foram avaliados indicando as melhores condições experimentais na execução da etapa de *clean-up*: 26 0 mg para o Z-sep 15 7 mg para o C18 (octadecilsilano) 3 4 mg para o GCB



(do inglês *grafitized Carbon Black*) e 18 0 mg para o PSA (amina primária secundária). A verificação da recuperação dos compostos bem como a eficiência do *clean-up* a partir das condições indicadas resultou em uma recuperação entre 70 e 120% apenas para 9 compostos dentre um total de 48 agrotóxicos. Os co-extratos da matriz não volátil avaliados através do ensaio gravimétrico evidenciou que houve uma remoção de 92 37% dos co-extrativos presentes na amostra.

## 4 | CONCLUSÕES

Os ensaios buscando o melhor método de extração para o conjunto de agrotóxicos avaliados demonstrou melhor eficiência do método QuEChERS original para a cenoura e QuEChERS citrato para o feijão-vagem. A partir do planejamento experimental e da análise das superfícies de respostas geradas foi possível a identificação das melhores proporções dos sorventes avaliados levando-se em consideração a recuperação do maior número de agrotóxicos em cada condição de *clean-up*. A baixa recuperação apresentada na verificação do ponto ótimo de limpeza para a cenoura pode estar vinculada a adsorção dos agrotóxicos aos sorventes de extração necessitando reavaliar os sorventes utilizados visando a recuperação de um maior número de agrotóxicos durante a etapa de extração e *clean-up*. Da mesma forma será testado as condições ótimas apresentadas pelo planejamento experimental para o Feijão Vagem permitindo assim a avaliação real dos compostos recuperados após a etapa de *clean-up*. Atendidas as condições de extração e limpeza os métodos para ambas as matrizes passarão pela etapa de validação analítica segundo os critérios do INMETRO e testes em hortaliças disponíveis em supermercados.

## REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**: relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012. Brasília outubro de 2014.
2. AGUIAR T.J.A E MONTEIRO M.S.L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: a ocupação do cerrado piauiense. **Ambiente e Sociedade**. 2005 8(2):1-18.
3. BARBOSA L. C. A. **Os pesticidas o homem e o meio ambiente**. Viçosa: UFV 2004 p. 15-34.
4. DJUR FELDT G. Green Revolution. **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**. v. 3, p. 147-151 2019. Disponível em:< <https://pdfs.semanticscholar.org/76a2/a8a6cbc72ce2c6db3a0efc6c664b3aaeb487.pdf>>. Acesso em: 15 de junho de 2019.
5. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). **Perspectivas agrícolas 2015-2024**. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/download/pa20142015cb.pdf>>. Acesso em: 11 de março de 2018.

# CAPÍTULO 9

## ECO QUEST GAME

*Data de aceite: 01/12/2020*

*Data da submissão: 21/09/2020*

### Érica de Jesus Soares Scheffel

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e  
Pesquisas Computacionais  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/3107734545773824>

### Claudia Lage Rebello da Motta

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Programa de Pós-Graduação em Informática  
Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e  
Pesquisas Computacionais  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/0774464575739440>

**RESUMO:** O Eco Quest Game é um jogo digital que foi programado por alunos do sexto ano do Ensino Fundamental no Software gratuito Scratch durante as aulas da Oficina de Robótica que acontecem no contraturno de uma escola pública do interior do Rio de Janeiro. Seu conteúdo foi desenvolvido durante as aulas de ciências onde os alunos coletaram informações sobre a fauna a flora os impactos provocados pela ação antrópica e a importância da preservação de ecossistemas presentes na região em que a escola está situada como a Mata Atlântica o Manguezal a Restinga os Costões Rochosos e as Lagoas. A metodologia adotada iniciou-se com a pesquisa sobre o tema e o diálogo com a professora de

ciências seguiu para o desenvolvimento de um jogo em uma versão de papel e outros materiais reutilizáveis prosseguiu para a testagem com demais alunos da turma e aprimoramento da proposta depois para a programação do jogo no Software Scratch incluindo o design de sua interface e sua finalização com a disponibilização do game à comunidade escolar durante a Feira de Ciências da escola. Como resultado o game atraiu visitantes e estudantes de outros anos de escolaridade os quais se divertiram adquiriram informações sobre os ecossistemas e recomendaram aos demais alunos. Diante disso foi concluído que construir games com os alunos é um promissor objeto de aprendizagem tanto no que diz respeito ao conteúdo escolar absorvido pelos alunos que programaram o game e pelos alunos que o jogaram posteriormente quanto para a inserção desses jovens no aprendizado de uma linguagem de programação e no desenvolvimento do Pensamento Computacional tão necessários na atual sociedade.

**PALAVRAS - CHAVE:** Game Ecológico. Jogos Educacionais. Pensamento Computacional.

### ECO QUEST GAME

**ABSTRACT:** The Eco Quest Game is a digital game that was programmed by students from the sixth year of Elementary School in the Free Software called Scratch during classes at the Robotics Workshop that take place in a school of the interior of Rio de Janeiro. The game content was developed during science classes where the students collected information about fauna flora the impacts caused by anthropic action and the importance of preserving ecosystems present in

the region where the school is located such as the Atlantic Forest the Mangrove the Sandbank the Rocky Shores and the Lagoons. The adopted methodology started with a research on the theme and a dialogue with a science teacher then the development of a game in a paper version and other reusable materials after that it was made the testing with other students in the class and the enhancement of the proposal next the game was programmed in the Scratch Software including the design of its interface and it was completed with making the game available to the school community during the School Science Fair. As a result the game attracted visitors and students from other years of schooling who enjoyed themselves and acquired information about ecosystems. Them also recommended the game for other visitors and students. Therefore we conclude that building games with students are a promising learning object as well the regard to school content that were absorbed by the students who programmed the game and by the students who played it later as for the insertion of these young students in learning of a programming language and the development of Computational Thinking so required in actual's society.

**KEYWORDS:** Ecological Game. Educational Games. Computational Thinking.

## 1 | INTRODUÇÃO

Apesar das constantes transformações que a sociedade vivenciou nas últimas décadas com o desenvolvimento de sistemas tão complexos como a Internet a Inteligência Artificial e as experiências imersivas com Realidade Virtual entre outros as escolas disponíveis à população em sua maioria continuam oferecendo um ensino tradicional munido de normas disciplinares e apoiado em estruturas e procedimentos definidos há vários séculos (CANÁRIO 2008). De acordo com o filósofo francês Deleuze (1992) as instituições escolares foram estabelecidas em um modelo social que visava adequar os indivíduos aos interesses econômicos predominantes onde a democratização do acesso à cultura e a valorização da subjetividade e das habilidades de cada um não eram priorizadas.

Uma pesquisa da agência Box 1824 em parceria com a multinacional de consultoria em gestão estratégica McKinsey revelou em 2017 que os jovens nascidos por volta de 1995 ou seja pertencentes à Geração Z que passou pelo Ensino Fundamental nos últimos quinze anos possuem características específicas da primeira geração de indivíduos que nunca viram o mundo sem a Internet. Entre as características mais marcantes encontram-se a vivência de múltiplas realidades presenciais e digitais a capacidade de absorção de muita informação visual a valorização do próprio eu junto à contestação dos estereótipos e definições de gênero a espontaneidade e o pragmatismo (MEIR 2017). Essas peculiaridades de uma geração de aspectos antagônicos ao perfil das gerações passadas nas quais se encontram os docentes e demais profissionais da educação geram um contraste que torna a escola antiquada e conflitante com os anseios dos jovens alunos (SIBILIA 2012). Embora a atual tecnologia seja empregada em muitas escolas na tentativa de adequação à nova geração de alunos interconectados a mesma é comumente associada às práticas tradicionais de ensino.

A tecnologia e os novos recursos midiáticos descolados de uma nova dinâmica de construção dos saberes não são capazes de construir novas práticas escolares. Muitas instituições oferecem o que existe de mais avançado em recursos tecnológicos mas a disponibilidade da tecnologia é apenas uma forma de conceber uma nova roupagem para procedimentos pedagógicos ultrapassados (MARINO 2018 p.23).

Por ser a escola a instituição designada ao preparo adaptativo da população a mesma não pode deixar de se transformar para servir a sociedade conforme as modificações de cada época (MENNUCI 1934). Com a preocupação em ir de encontro à utilização da tecnologia em aulas tradicionais que o presente trabalho visou a aquisição de conhecimento de forma lúdica neste caso um conteúdo de ciências juntamente com o benefício do trabalho em equipe da demanda de criatividade da tomada de decisão da capacidade em solucionar eventuais problemas do empoderamento digital e do despertar do Pensamento Computacional (WING 2006) nos alunos que programaram o Eco Quest Game durante as aulas de robótica.

## 2 | UM GAME VISANDO A PRESERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS

O tema escolhido para o desenvolvimento de um game educativo programado pelos próprios alunos do sexto ano do Ensino Fundamental engloba um dos assuntos ecológicos mais importantes do nosso país: a preservação dos ecossistemas. De acordo com o professor de Direito Ambiental Antônio Herman Benjamin (2010) devido ao clima predominante e à vasta extensão territorial (5,7% da superfície emersa do Planeta Terra) o Brasil está no topo da lista dos países que possuem o maior número de espécies de animais e vegetação e sendo os ecossistemas totalmente interligados existe a troca de matéria e energia entre eles independentemente de seu tamanho. Dessa forma cada ecossistema mesmo que pequeno tem importância para manutenção do equilíbrio do planeta. Porém em pouco mais de quinhentos anos da existência do Brasil a natureza foi tratada como inimiga da civilização e combatida com desmatamentos queimadas e extrações irresponsáveis (BENJAMIM 2010)<sup>1</sup>. Diante disso a Escola possui papel primordial na conscientização do cidadão ainda em formação para que no futuro ele se torne responsável pela preservação do nosso patrimônio natural. Para aumentar a possibilidade de sucesso na sensibilização desses indivíduos a aprendizagem precisa ser significativa e gerar estímulos positivos uma vez que aprendemos pelo prazer e porque gostamos de um assunto de uma mídia ou de uma pessoa (MORAN 2007).

Com a finalidade de otimizar a aprendizagem deste conteúdo escolar como ferramenta de apoio ao professor nas aulas de ciências um dos objetivos do trabalho foi promover o conhecimento sobre os ecossistemas presentes na região onde a escola está situada de maneira lúdica e motivacional. Mas além desse propósito o presente

1 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros.**

trabalho também objetivou o empoderamento dos jovens alunos nas áreas de ciências da computação programação de jogos e demais tecnologias.

Outros autores já se manifestaram a favor da tecnologia como objeto de aprendizagem enquanto processo de construção do saber e não apenas como recurso para uma aula tradicional. Eles comprovaram a abordagem de Seymour Papert sobre o uso da tecnologia como força para a quebra da linha de divisão entre a aprendizagem das ciências humanas e das exatas (PAPERT 1980) promovendo assim a interdisciplinaridade. Em um experimento realizado com professores do Ensino Fundamental da Cidade de Passo Fundo – RS Trentin Teixeira e Signor (2015) analisaram a viabilidade da utilização da Robótica Educacional como ferramenta prática e interdisciplinar para promover a aprendizagem de conteúdos escolares. Os relatos coletados destes professores participantes resumiram que a robótica e a programação de games despertam interesse no aluno de maneira intuitiva e faz com que ele se concentre na montagem e na programação de soluções para os desafios propostos estimulando o raciocínio e agregando a possibilidade de incluir conteúdos de outras disciplinas (TRENTIN TEIXEIRA e SIGNOR 2015).

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho teve início no segundo semestre do ano de 2018 com a introdução do tema *Ecosistemas* durante uma aula de ciências da turma do sexto ano do Ensino Fundamental. Os alunos pesquisaram informações como os animais encontrados em cada ecossistema abordado assim como os tipos de vegetação o território o clima predominante as causas e as consequências da destruição e a importância da preservação destes. Em seguida os estudantes idealizaram e confeccionaram um jogo em estilo *pista de corrida* onde o jogador da vez deveria lançar o dado e percorrer as casas da pista do jogo conforme a numeração sorteada. Algumas casas continham desafios com perguntas sobre os ecossistemas e as ações a serem tomadas conforme as respostas dadas avançando nos casos de acertos e regredindo nos casos de erros. Essa versão do jogo foi produzida com materiais escolares e materiais reutilizáveis como papelão cartolina tampinhas de garrafa PET fitas adesivas e canetinhas para que fosse compartilhado e testado com os colegas da mesma turma. Após alguns ajustes e a boa aceitação pelo restante da turma o mesmo foi levado para as aulas de Robótica que acontecem no contraturno escolar e a programação do game no Software Scratch foi iniciada.

#### 3.1 A Programação do ECO QUEST GAME no Scratch

Scratch<sup>2</sup> é um Software e também uma plataforma virtual para produção e compartilhamento de games produzido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA) e traduzido para diversos idiomas. Possui interface gráfica e didática onde a programação é feita a partir de comandos representados por blocos de encaixar. Esse

<sup>2</sup> <http://scratch.mit.edu/>

tipo de interface em Softwares de programação permite que o aluno mantenha o foco no desenvolvimento do Pensamento Computacional (WING 2006) já que não há necessidade de decorar sinais gráficos e comandos escritos em língua inglesa encontrados nas linguagens de programação linear como C# Python JavaScript etc. O site também disponibiliza os arquivos executáveis que podem ser baixados e instalados para utilização em computadores que não possuem acesso à Internet.

Primeiramente os alunos receberam diversos desafios de programação do mais simples ao mais complexo para que se familiarizassem com o funcionamento do Scratch e desenvolvessem habilidades que proporcionam ao indivíduo a capacidade de particionar um problema para vencer uma pequena etapa por vez até a realização do todo de definir a ordem lógica para que o computador realize efetivamente o que se deseja e de analisar o resultado para corrigir o que for necessário até obter o efetivo funcionamento do que foi planejado. Essas são habilidades envolvidas na formulação do Pensamento Computacional adquiridas pelos indivíduos que possuem a oportunidade de inserção no mundo da programação.

Conforme demonstrado na Figura 1 o jogo de tabuleiro foi desenhado e programado no Software Scratch de versão 1.4 devido à incompatibilidade da versão mais atual (2.0) com o sistema operacional dos computadores da Unidade Escolar.

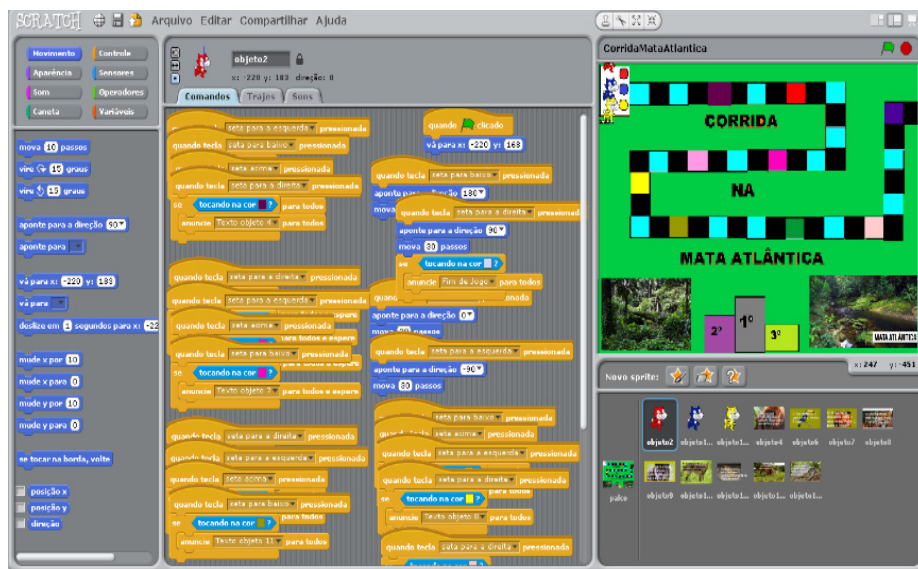


Figura 1 – Tela de Programação do Scratch 1.4

O game produzido foi apresentado em agosto de 2018 na Feira de Ciências da Escola (Figura 2) e posteriormente na Feira de Ciências do Município onde o trabalho

foi convidado para participar da XII FECTI – Feira de Ciência Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro que aconteceu no final de novembro deste mesmo ano.



Figura 2 – Apresentação do Jogo de Tabuleiro e do Game na Feira de Ciências da Escola

Para a ocasião foram acrescentadas novas questões sobre os ecossistemas e sua interface foi redesenhada por decisão dos alunos que desejavam incrementar o game. As telas receberam uma logomarca criada por eles em um Software de edição de imagens o qual eles também aprenderam a utilizar motivados pela realização deste trabalho (Figura 3).

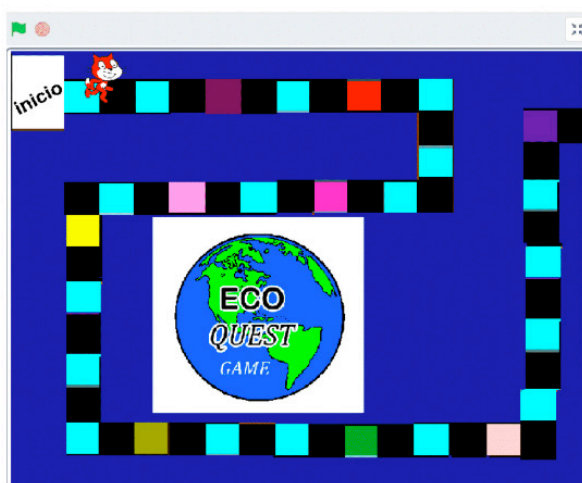


Figura 3 – Nova Interface com Logomarca produzida pelos alunos



Os alunos também acrescentaram telas extras como a tela de abertura a tela de instruções do jogo e outras telas que se abrem conforme a casa de destino do personagem as quais contém imagens dos ecossistemas abordados nas questões contribuindo ainda mais para uma melhor compreensão dos assuntos apresentados conforme demonstrado na Figura 4.

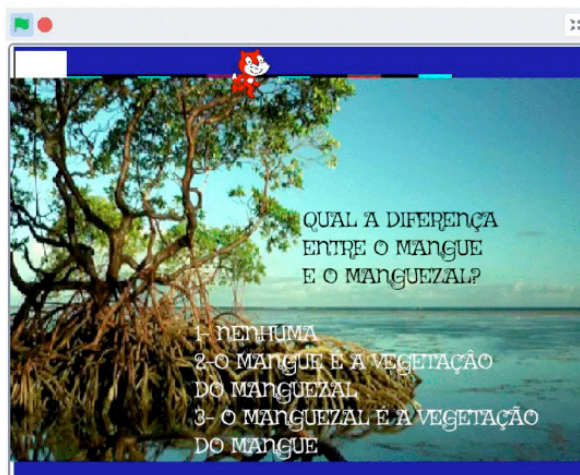


Figura 4 – Uma das telas que aparecem nas casas sorteadas

Para a apresentação na Feira de Ciência Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro (Figura 5) o jogo foi reprogramado pelos alunos no Scratch 2.0 em um computador disponibilizado para tal circunstância a fim de que fosse possível conceder seu link de acesso aos visitantes interessados uma vez que a versão anterior só permitia a utilização do game nos computadores que tivessem instalado o Scratch 1.4 e o arquivo do jogo salvo na pasta raiz do programa.



Figura 5 – Apresentação do trabalho na XII FECTI



## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado foi observado que durante a apresentação na Feira de Ciências da Escola o game atraiu mais jogadores voluntários do que o jogo produzido em papelão. Todos os visitantes e alunos de outras turmas que jogaram o game se manifestaram positivamente sendo que a maior parte deles respondeu que aprendeu informações sobre os ecossistemas citados de uma forma divertida e cerca da metade desses visitantes recomendou o game a outras pessoas.

Também foi possível notar que alguns dos visitantes escolhidos aleatoriamente para participar de uma apresentação unicamente expositiva sobre o tema quando indagados sobre o assunto se lembravam menos das informações do que os visitantes questionados após jogar o Eco Quest Game.

Outro fator relevante observado durante a apresentação na Feira de Ciências foi a reação dos visitantes ao tomar ciência de que o game foi programado pelos próprios alunos: a admiração estava presente na maioria deles principalmente entre os alunos. Mostrar que existe a possibilidade de criar jogos digitais na sua própria Unidade Escolar pode despertar nos demais estudantes o desejo de aprender a programar incentivando-os para inserção na área tecnológica tão presente e necessária na atual sociedade.

Neste projeto além do benefício para os alunos que atuaram na criação do game os demais estudantes também se beneficiaram com sua utilização superando as expectativas iniciais.

## 5 | CONCLUSÕES

Foi constatado que conciliar conteúdos escolares à programação de games tem utilização promissora como objeto de aprendizagem e complementa a atividade dos professores das diferentes disciplinas no caso deste trabalho a disciplina de ciências naturais. Desenvolver o game estimulou e facilitou de forma lúdica a absorção de informações sobre o tema mais rapidamente do que acontece quando a abordagem é feita exclusivamente de forma expositiva como nas aulas tradicionais. Além disso esta experiência inseriu os participantes na aprendizagem de programação e os proveu maturidade para tomar decisões importantes para realização das tarefas assim como exigiu a superação de problemas inesperados frequentes no dia a dia de qualquer ambiente de trabalho os deixando mais preparados para o futuro.

Foi concluído também que o fato do game ter sido idealizado e programado pelos próprios alunos despertou o desejo em outros estudantes de aprender a programar para criar seus próprios jogos pois ver o resultado positivo do trabalho alheio mostra que eles também podem criar seus jogos e ter os mesmos resultados positivos. Tomar ciência de que o jogo foi feito por alunos da mesma comunidade escolar da mesma idade ou até mesmo por colegas mais jovens empodera estes estudantes na imersão tecnológica.

Como trabalho futuro espera-se que novos alunos participem do projeto a fim de que novos jogos sejam programados em parceria com os professores de outras disciplinas criando assim um acervo de games de matemática inglês história geografia artes português e educação física para a Unidade Escolar ou até mesmo para outras Unidades Escolares que se interessarem. Espera-se ainda que essa prática desperte em outras escolas o desejo de desenvolver seus próprios games fomentando o surgimento de uma rede de jogos educacionais os quais poderão ser utilizados como objeto de aprendizagem em diversas disciplinas proporcionando uma aprendizagem lúdica e significativa.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura Municipal de Macaé e ao Projeto Inovar e Aprender por levarem a Robótica à Escola Pública. Agradecemos aos discentes da Escola Estadual Municipalizada Polivalente Anísio Teixeira pela aceitação e participação espontânea no trabalho.

## REFERÊNCIAS

BARCELLOS P. S. C. MOLISANI M. M. PRAGUER D. W. MACHADO M. P. **Reconhecendo os Ecossistemas de Macaé**. 2010. (Cartilha fornecida pela Prefeitura).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros**. Brasília: MMA 2020. 408 p. (Série Biodiversidade 34). Disponível em:< <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/984>>. Acesso em: 25 out. 2018

CANÁRIO R. **A escola: das promessas às incertezas**. Revista Educação Unisinos V. 12 N. 2 P. 73–81 Porto Alegre maio/ ago. 2008. Disponível em: < <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/5309>>. Acesso em 16 set. 2020.

DELEUZE G. **Conversações**. Coleção Trans. Tradução de Peter Pelbart. São Paulo: Editora 34 1992. 231p.

MARINO L. F. **A Falência do Modelo Escolar Tradicional e a Necessária Construção de uma Educação Integral e Comunitária**. Giramundo – Rev. de Geografia do Colégio Pedro II V. 5 N. 10 P.19–30 Rio de Janeiro jul./ dez. 2018. Disponível em:< <file:///C:/Users/Erica/Downloads/2485-6330-1-PB.pdf>>. Acesso em 17 set. 2020.

MEIR J. As 6 características fundamentais da Geração Z. **Consumidor Moderno** São Paulo 22 set. 2017. Disponível em: < <https://www.consumidormoderno.com.br/2017/09/22/caracteristicas-fundamentais-geracao-z/>>. Acesso em: 17 set. 2020.

MENNUCCI S. **A Crise Brasileira da Educação**. São Paulo: Piratininga 1934. 205 p.

MORAN J. M. MASETTA M. T. BEHRENS I. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 10ª Ed. São Paulo: Editora Papirus 2006. 173 p.

PAPERT S. **Mindstorms. Children Computers and Powerful Ideas**. New York: Basic Books 1980. 230 p.

SANTOS V. S. O que é ecossistema? **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-ecossistema.htm>>. Acesso em: 26 out. de 2018.

SIBILIA P. **Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão**. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto 2012. 224p.

TRENTIN M. A. S. TEIXEIRA A. C. SIGNOR L. **Percepções de professores do ensino básico sobre robótica educativa**. Revista Tecnologias na Educação 2015. V. 13 P. 1–11. Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/12/Art8-vol13-dez2015.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

WING J. **Computational Thinking**. Commun. ACM. V. 49 N. 3 P. 33–35 2006.

## EFICIÊNCIA DE GEOTECNOLOGIAS LIVRES PARA A DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DA REDE DE DRENAGEM E MORFOMETRIA DE UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 11/09/2020

### Luan da Silva Figueroa

Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais (UFRRJ). Seropédica – RJ.

<http://lattes.cnpq.br/0412745867091228>

### Antônio Amador de Sousa

Prof. Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UFCG)  
Campus Patos – PB.

<http://lattes.cnpq.br/3578986270311473>

### Mellina Nicácio da Luz

Programa de Pós graduação em Ciências Florestais (UFCG).  
Campus Patos – PB.

<http://lattes.cnpq.br/8959201543385705>

### Roberta Patricia de Sousa

Programa de Pós graduação em Ciência Florestal (UNESP)  
Botucatu – SP.

<http://lattes.cnpq.br/4833024560947320>

### Sérvio Túlio Pereira Justino

Programa de Pós graduação em Ciência Florestal (UNESP)  
Botucatu – SP.

<http://lattes.cnpq.br/6435440748550629>

### Felipe Silva de Medeiros

Programa de Pós graduação em Ciências Florestais (UFCG).

<http://lattes.cnpq.br/6472636047212905>

**RESUMO:** A utilização de geotectecnologias ganhou espaço nas análises ambientais nos últimos anos gerando alta comodidade e uma gama de softwares disponíveis no mercado. Avaliar se essas tecnologias suprem as necessidades atuais é um papel importante para fortalecimento tanto da tecnologia como da confiabilidade nos resultados obtidos. Desta forma o presente estudo buscou determinar automaticamente os parâmetros morfométricos e da rede de drenagem Açude Jatobá utilizando o software livre Qgis. A sub-bacia estudada apresenta forma alongada com canal principal bastante reto e boa densidade de drenagem isso reflete em uma sub-bacia hidrográfica pouco susceptível a eventos hidrometeorológicos extremos como enchentes. A tecnologia utilizada pode ser considerada eficiente para levantamentos que compreendem a gestão territorial de bacias hidrográficas.

**PALAVRAS - CHAVE:** geotecnologia rede de drenagem morfometria.

### EFFICIENCY OF FREE GEOTECHNOLOGIES FOR THE AUTOMATIC DETERNATION OF THE DRAINAGE NETWORK AND MORFOMETRY OF A HYDROGRAPHIC SUB-BASIN

**ABSTRACT:** The use of geotectecnologies has gained space in environmental analyses in recent years generating high convenience and a range of software available on the market. Assessing whether these technologies meet current needs is an important role in strengthening both technology and reliability in the results obtained. Thus the present study sought to automatically determine

the morphometric parameters and the Açude Jatobá drainage network using the free software Qgis. The studied sub-basin has an elongated shape with a straight main channel and good drainage density this occurs in a hydrographic sub-basin that is not susceptible to extreme hydrometeorological events such as floods. The technology used can be considered efficient for surveys that include the territorial management of watersheds.

**KEYWORDS:** geotechnology drainage network morphometry.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente estudos que visam aperfeiçoar a gestão de recursos naturais ganharam força em função da alta demanda por parte da sociedade e o elevado debate em relação aos problemas ambientais contemporâneos. A pressão social presenciada em todo mundo devido aos distúrbios ambientais globais atuais aliada ao histórico recente de desastres naturais presenciados no Brasil faz com que esses estudos se tornem necessários e de extrema importância socioambiental.

O resultado disso é o desenvolvimento do intenso aporte teórico e tecnológico visto na atualidade que visa a evolução de métodos capazes de suprir as necessidades sociais de forma eficiente rápida e cada vez mais cômoda. Para estudos que envolvem a gestão de recursos naturais os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ganharam espaço pela sua alta confiabilidade e facilidade de coletar as informações necessárias.

Essas tecnologias oferecem ao gestor uma capacidade de ampliação da visão dos dados de seu ambiente de trabalho onde todas as informações necessárias estão ao alcance com relativa facilidade inter-relacionadas com diversos dados socioambientais fornecidos pelos governos para sua base de localização geográfica (FONSECA et al. 2016).

Filho e Abramovay (2003) comentam que os territórios não são apenas o receptáculo geográfico neutro onde empresas coletividades e indivíduos atuam. Os territórios se mostram como sistemas carregados de interações sociais econômicas e ambientais que cada vez mais necessitam de planos de planejamento e gestão. A água recurso vital para o ser humano e responsável pelo desenvolvimento e desaparecimento de grandes civilizações é fruto de diversas análises nas múltiplas áreas do conhecimento.

A bacia hidrográfica se caracteriza como um importante componente de gerenciamento territorial pois nestes locais há uma grande variedade de atividades humanas atuantes. A rede de drenagem é modelada e remodelada de acordo com as condições geológicas climáticas e antrópicas locais (FIGUEROA SOUSA 2018).

Lindner et al. (2007) afirmam que os índices morfométricos são parâmetros de grande importância para a prevenção de eventos hidrometeorológicos de magnitude extrema como enchentes e estiagens. Há ainda a vantagem dessas tecnologias serem utilizadas para levantar áreas suscetíveis a processos erosivos tornando-se importante instrumento de planejamento e gestão territorial.

Em relação as variáveis morfométricas a utilização de Sistemas de Informações

Geográficas (SIG's) sob bases de investigação utilizando o sensoriamento remoto transformou metodologias realizadas de forma manual e antes trabalhosa em levantamentos práticos e rápidos com a aplicação de métodos automáticos manipulando softwares e modelos Digitais de Elevação (FIGUEROA SOUSA 2018).

Segundo Tonello (2005) as características morfométricas levantadas por SIG's podem ser divididas em: características geométricas do relevo e da rede de drenagem.

Todas essas características que compreendem a morfometria das bacias hidrográficas podem ser levantadas através de Sistemas de Informação Geográfica para isso é necessário um software e suas devidas permissões de acesso assim como o material necessário para manipulação dos levantamentos.

Um software que vem sendo bastante difundido e utilizado recentemente é o Qgis em função ao acesso livre e gratuito que os usuários tem a esse software assim como sua facilidade de manuseio e versões para ampla utilização e outra para desenvolvedores fez com que essa tecnologia se torna-se tão conhecida e manuseada atualmente.

Devido à alta utilização e facilidade para obtenção e manuseio o presente trabalho buscou avaliar se o software Qgis 2.14 apresenta resultados confiáveis para obtenção de características morfométricas em bacias hidrográficas. Sempre que possível foi comparado os resultados obtidos através do software analisado com outras tecnologias consolidadas e utilizadas ao longo dos anos por pesquisadores como Sousa et al. (2009) no mesmo local.

Para isso o objetivo desse estudo consistiu em avaliar a utilização de SIG e imagem de satélite de acesso livre para obtenção automática da rede de drenagem e cálculo de índices morfométricos da sub-bacia hidrográfica Açude Jatobá como incentivo ao uso de geotecnologias livres.

## **2 | METODOLOGIA**

### **2.1 Localização e caracterização da área de estudo**

A área selecionada para o desenvolvimento desta pesquisa está circunscrita entre as coordenadas planas 9.200.500 m a 9.221.500 m de latitude sul e 687.000 m a 699.000 m de longitude a oeste de Greenwich com altitude média de 250 m compreendendo uma sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas (Figura 1). Toda a área está situada na microrregião homogênea da Depressão do Médio Piranhas abrangendo parcialmente os municípios de Patos São José do Bonfim e Teixeira todos localizados no sertão do estado da Paraíba a aproximadamente 303 Km de João Pessoa capital do estado.

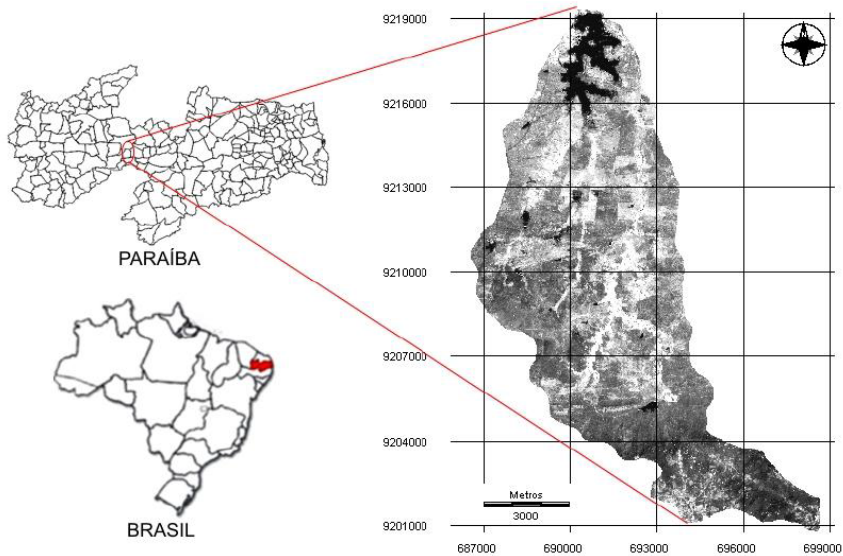


Figura 1 - Localização da área de estudo e identificação da bacia do Açude Jatobá sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas (SOUZA et al. 2009).

Fonte: Souza et al. (2009).

O clima da região é caracterizado como semiárido quente classificado como Bsh de acordo com a classificação de Köppen modificada por Alvares et al (2014). A paisagem florestal é caracterizada em função da semiaridez do clima com vegetação em maioria caducifólia (perde as folhas na estação seca) e ampla presença de cactáceas a precipitação média anual 698 9 mm (DCA/UFCG 2009). Toda a área da sub-bacia é compreendida por fragmentos florestais do Bioma caatinga.

## 2.2 Materiais utilizados

A presente pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Geoprocessamento e Manejo Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal – UAEF no Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG campus localizado na cidade de Patos – PB. sendo utilizado os seguintes materiais equipamentos e softwares:

Carta topográfica editada pela SUDENE (1982) e digitalizada em 1996 folha de Patos – PB (SB.24 – Z – D – I) escala 1:100.000 MDE SRTM na resolução de 30 m Imagem de satélite no formato digital Sentinel-2A Softwares QGIS 2.14 mais complementos e GRASS GIS.

A metodologia utilizada para a extração das feições e cálculos morfométricos foi realizada em 6 etapas: (01) escolha e instalação da ferramenta SIG (02) aquisição da carta topográfica digitalizada e da Imagem de satélite no formato digital Sentinel-2A e MDE

SRTM na resolução de 30 m (03) pré-processamento e tratamento do MDE (04) geração da base de dados georreferenciada com as informações disponíveis (05) mapeamento das feições necessárias (06) realização de cálculos em ambiente SIG e determinação das variáveis morfométricas.

Inicialmente utilizando o mapa de direção de fluxo obtido a partir do DEM foi gerado o mapa da rede de drenagem para então se fazer a delimitação da sub-bacia. Com o mapa delimitado foi realizada a ordenação dos cursos e na sequência executados os cálculos morfométricos.

A ordem dos cursos d'água foi determinada de acordo com Horton (1945) e Strahler (1957). Nessa classificação os canais sem tributários são designados de 1° ordem. Os canais de 2° ordem são os que se originam da confluência de dois canais de 1° ordem podendo ter afluentes também de 1° ordem. Os canais de 3° ordem originam-se da confluência de dois canais de 2° ordem podendo receber afluentes de 2° e 1° ordem e assim sucessivamente (SILVEIRA 2001).

O fator de forma relaciona a forma da bacia com um retângulo correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. O valor varia de 0 a 1 uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes.

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Em que: F= fator de forma A a área de drenagem (m<sup>2</sup>) e L o comprimento do eixo da bacia (m).

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo. Quanto mais irregular for a bacia maior será o coeficiente de compacidade determinado através da equação.

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Em que: Kc o coeficiente de compacidade P o perímetro (m) e A a área de drenagem (m<sup>2</sup>).

O índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. Para isso utilizou-se a seguinte equação:

$$IC = \frac{12,57 * A}{p^2}$$

Em que: IC é o índice de circularidade A a área de drenagem (m<sup>2</sup>) e P o perímetro (m).

O índice de Sinuosidade consiste na relação entre a distância do rio principal em linha reta (Lr) e o comprimento real do rio (L) segundo Mansikkaniemi (1970) é determinado



pela equação.

$$S = \frac{100(L - L_r)}{L_t}$$

Em que: L é o comprimento do rio principal. L<sub>r</sub> é o comprimento em linha reta do exutório até a nascente mais distante.

A densidade de drenagem fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede de drenagem e a área total da bacia determinado através da equação.

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

Em que: D<sub>d</sub> a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>) L<sub>t</sub> comprimento total de todos os canais (km) e A a área de drenagem (km<sup>2</sup>).

Além do mapa da rede de drenagem foi gerado mapa de declividade em porcentagem de acordo com a classificação de EMBRAPA (1979). No quadro 1 estão distribuídas as classes de declividade conforme recomendação da Embrapa.

Declividade	Categorias
0 – 3	Relevo Plano
3 – 8	Relevo suave ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo fortemente ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo fortemente montanhoso

Quadro 1 – Classificação do relevo de acordo com EMBRAPA (1979).

Fonte: EMBRAPA (1979).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se a sub-bacia hidrográfica Açude Jatobá delimitada automaticamente em ambiente SIG com o software Qgis 2.14 a partir do modelo digital de elevação com a respectiva rede de drenagem e ordem dos drenos.

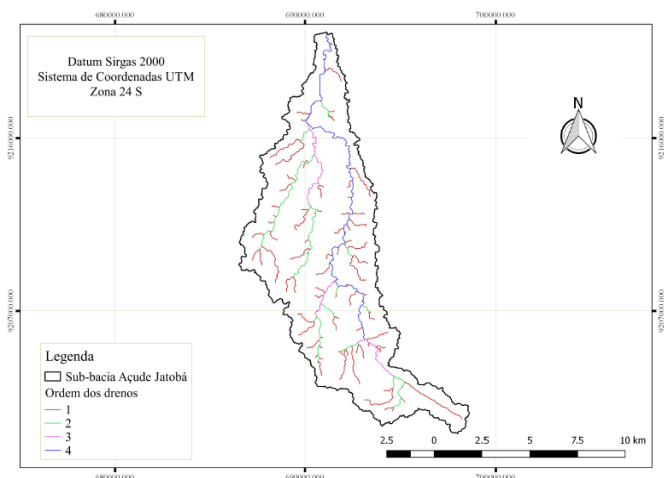


Figura 2 – Sub-bacia Açu de Jatobá delimitada automaticamente utilizando Software Qgis 2.14.

A sub-bacia Açu de Jatobá possui padrão de drenagem dendrítico. Apresenta o total de 106 canais que retratam a contribuição hídrica e constituição da sub-bacia hidrográfica. A classificação do sistema de drenagem conforme Horton (1945) e Strahler (1952) permitiu classificar a sub-bacia Açu de Jatobá como de 4ª ordem apontando grau de ramificação satisfatório pela tecnologia utilizada neste estudo.

A ordem da bacia tem relação com a quantidade de canais e reproduz o grau de ramificação. A sub-bacia estudada apresenta ramificação de quarta ordem isso indica que sua área encontra-se propícia a suportar eventos de desordem no seu sistema de drenagem. (Tonello et al. 2006) comentam que bacias hidrográficas pequenas apresentam ordem inferior ou igual a 4 a ordem reflete os efeitos e consequências diretos do mal uso da terra os autores declaram que quanto mais ramificações houverem na bacia mais eficiente será a drenagem da mesma. Os valores dos índices das características geométricas morfométricas e sua rede de drenagem encontram-se distribuídos no quadro 2.

Atributos	Carta SUDENE	MDE + Qgis	IMAGEM CCD
Área (A)	92 754	96 088 Km <sup>2</sup>	102 946
Perímetro (P)	51 136	76 438 Km	52 328
comprimento dos canais	105 835 Km	127 547 Km	145 250 Km
Densidade de drenagem	1 141 Km/Km <sup>2</sup>	1 33 Km/Km <sup>2</sup>	1 372 Km/Km <sup>2</sup>
Coef. compactidade (Kc)	1 497	2 18	1 454
Índ. de circularidade (Ic)	0 446	0 21	0 473
Fator de forma (F)	-	0 19	-
Número total de canais	-	106	-

Padrão de drenagem	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
Ordem da bacia	4° ordem	4° ordem	4° ordem

Quadro 2 – Os Três métodos utilizados para determinar as características morfométricas da sub-bacia Açude Jatobá.

Fonte: Souza et al. (2009) MODIFICADO.

O coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) próximo da unidade (1) corresponde a uma bacia com geometria circular assim como o fator de forma e o índice de circularidade. No quadro 2 é possível verificar um afastamento da unidade para esses três parâmetros analisados com a metodologia empregada nessa pesquisa (MDE + Software Qgis 2.14) sendo assim pode-se afirmar que a bacia hidrográfica Açude Jatobá possui forma alongada e pouca propensão a picos de enchentes em condições normais de precipitação.

Desta forma na sub-bacia analisada há tendência de direcionar o escoamento superficial num pequeno espaço de tempo para um reduzido trecho do rio principal ocasionando um fluxo contínuo e impedindo o acúmulo local (CARVALHO SILVA 2006). Sendo assim é possível afirmar que o coeficiente de compacidade se relaciona com o potencial de produção de picos de inundações.

Para o índice de circularidade em específico Schumm (1956) relatou que valores menores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais alongada contribuindo para o processo de escoamento. Enquanto que valores acima desse sugerem que a bacia tende a ser mais circular fator que favorece os processos de inundações.

Assim como o fator de forma que correlaciona a bacia com um retângulo e indica a maior ou menor probabilidade de enchentes (Villela e Mattos 1975). Na sub-bacia estudada o fator de forma encontrado é considerado baixo indicando que esta corresponde ao formato alongado sendo assim com menor concentração do deflúvio amortecimento de eventos com grande volume de chuvas e menor tendência a inundações e/ou cheias momentâneas.

Desconsiderando os efeitos antropogênicos nas áreas de cabeceira próximo dos divisores de água e nascentes de bacias hidrográficas há uma queda natural no risco de assoreamento dos corpos d'água e deterioração da sua rede de drenagem para bacias alongadas em comparação com as bacias circulares (BELLUTA et al. 2014).

No curso principal do rio desde a nascente há ramificações significativas como destacado na figura 2 assim como há a existência de uma barragem próximo a área de cabeceira da sub-bacia Açude Jatobá que ajuda a minimizar efeitos de inundações esses fatos relacionados a baixa pluviosidade da região influenciam para a não ocorrência de relatos de fenômenos adversos de inundações na sub-bacia.

É possível observar que o perímetro encontrado utilizando a tecnologia software Qgis 2.14 mais extração com o modelo digital de elevação produziu um valor diferente dos

encontrados com outras tecnologias. Isso deve-se pela união dos pontos mais elevados do terreno para a determinação do perímetro pela tecnologia utilizada enquanto os outros dois métodos analisados por Sousa et al. (2009) estabelece esse parâmetro através das curvas de nível do terreno mostrando um trajeto mais suavizado.

O resultado da união desses pontos é uma linha extremamente sinuosa que delimita o perímetro consequentemente esse caminho sinuoso para delimitação do perímetro produzira um valor maior. Em função disso as variáveis dependentes do perímetro produziram valores arbitrários. No entanto por se tratar de um software livre com versão para desenvolvedores podem ser criados métodos para suavizar o caminho das linhas na determinação do perímetro.

A sub-bacia hidrográfica Açude Jatobá também foi classificada de acordo com sua sinuosidade no quadro 3 está distribuído em classes a sinuosidade conforme proposto por Mandsikkaniemi (1970) em que distribui e classifica em 5 classes. Este índice representa a geometria do canal sinalizando se o canal é reto ou sinuoso.

<b>Classes</b>	<b>Sinuosidade</b>
Muito reto	<20%
Reto	20 – 29 9 %
Divagante	30 – 39 9 %
Sinuoso	40 – 49 9 %
Muito sinuoso	> 50%

Quadro 3 – classificação da sub-bacia Açude Jatobá de acordo com Mandsikkaniemi (1970) utilizando geotecnologias livres.

Fonte: Mandsikkaniemi (1970) MODIFICADO.

O índice de sinuosidade da sub-bacia Açude Jatobá foi igual a 10% inserindo-a na classe de canal muito reto. Esse fator pode influenciar na velocidade que o corpo d'água possui constituindo-se de um fator controlador da velocidade do escoamento das águas e sendo influenciado também pelo relevo local (PÉRICO et al. 2011).

Devido ao rio principal possuir pouca sinuosidade isso pode acarretar em rápida vazão no tempo de concentração da bacia em questão visto que será necessário menor tempo para que toda a precipitação que cai sobre a área de drenagem contribuía para o deflúvio local.

Segundo Villela & Mattos (1975) a densidade de drenagem de uma bacia pode variar entre 0 5 km/km<sup>2</sup> em bacias pouco drenadas e 3 5 km/km<sup>2</sup> bacias bem drenadas). No caso da sub-bacia estudada o valor de densidade de drenagem calculado foi de 1 33 km/km<sup>2</sup> indicando que essa região apresenta capacidade de drenagem moderada segundo essa classificação.

Tonello (2006) comenta que baixos índices de drenagem geralmente estão relacionados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração de precipitação. Fato corroborado com os baixos volumes de intensidade de chuvas e precipitação média anual de 698,9 mm da região de estudo.

Nenhuma variável sozinha expressa a dinâmica local de uma bacia hidrográfica. Schmitt e Moreira (2016) comentam que o uso e ocupação do solo podem influenciar na sua impermeabilização, alterando desta forma o escoamento superficial e a infiltração, modificando algumas variáveis hidrológicas, assim como a vegetação que impede o carregamento de sedimentos para o ecossistema aquático e funciona como filtro em terrenos com declividade mais elevada.

Dito isso, a sub-bacia foi analisada quanto à declividade e ao relevo (Figura 2). Esta foi classificada de acordo com a EMBRAPA (1974). Foi encontrada uma predominância das classes de 3 – 8% suave ondulado ao ondulado (8 - 20%) com declividades acentuadas somente na porção sul da sub-bacia local, que está presente a formação montanhosa Serra de Teixeira – PB, o que sugere vertentes longas em seu maior segmento com pouca declividade em sua maioria, isso acaba por propiciar uma boa infiltração em detrimento do escoamento superficial.

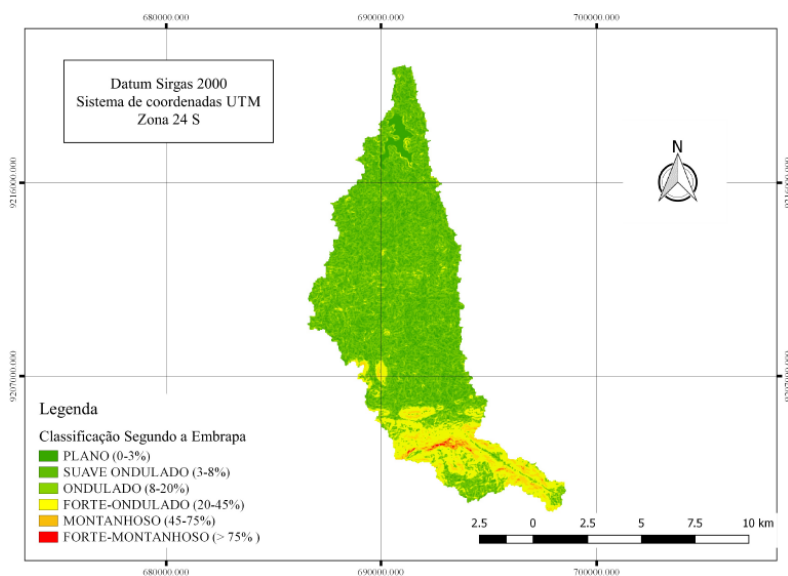


Figura 2 – Sub-bacia Açude Jatoba classificada de acordo com orientação da EMBRAPA (1979).

Por manifestar declividades situadas entre suave ondulado a ondulado, podem ser praticadas na área de estudo algumas atividades como a agricultura e a pecuária, estas

já entrelaçadas na história da região utilizando-se de práticas de manejo e conservação do solo e vegetação o que já é executado porém em pequena escala na maior parte da região. Adotando práticas como essas há um decréscimo nas taxas de transporte de sedimento e conseqüente erosão hídrica que podem resultar no assoreamento dos corpos d'água prejudicando a manutenção da população local e suas atividades de subsistência.

Tonello (2006) fala que os índices de declividades de bacias hidrográficas são importantes para o planejamento e gestão correta do recurso assim como o cumprimento da legislação ambiental e para a garantia na eficácia das atividades do homem sua produção e inserção no ambiente.

Ao relacionar essas informações com as distribuídas na figura 2 verifica-se que há um maior acúmulo de aclives do terreno no baixo médio curso da sub-bacia Açude Jatobá constata-se declividades menos acentuadas e mais propensas a possíveis inundações no alto curso da sub-bacia justificando a construção de uma barragem próximo a sua cabeceira por possuir um terreno mais plano.

A sub-bacia Açude do Jatobá não apresenta propensão às inundações ou alagamentos em circunstâncias normais de precipitação ou seja não há enchente na sub-bacia em condições naturais. Justifica-se a criação da barragem presente na área uma vez que há intensa necessidade e escassez de recursos na região.

## 4 | CONCLUSÃO

O software QGIS (*QuantumGis 2.18 Las Palmas*) permitiu de forma eficiente e eficaz a realização da caracterização morfométrica e a determinação da rede de drenagem da sub-bacia Açude Jatobá. Além dos resultados satisfatórios por se tratarem de dados e SIG gratuitos os mesmos integram um leque possibilidades interessantes para a minimização de custos esforços e tempo na execução dos trabalhos mostrando-se um método vantajosos pelo seu alto custo-benefício em comparação com outros métodos.

É recomendado o uso da ferramenta por partes dos órgãos públicos que são responsáveis por planos de gestão e planejamento territorial em função da economia de insumos humanos e financeiros na realização desses levantamentos.

## REFERÊNCIAS

BELLUTA I JESUS S. A. VIEIRA M. P CORRÊA N. M CARDOSO L. G CAMPOS S VALENTE J. P. S. **Assoreamento de lago na sub-bacia do córrego da cascata em Botucatu (SP): implicações morfométricas.** Caminhos de Geografia. Uberlândia. v. 15 n. 50. p. 172–186 2014.

CARVALHO D. F. C SILVA L. D. B. **Hidrologia.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro 2006.

CHISTOFOLETTI Antônio. **Geomorfologia Fluvial** Ed. Edgard Blücher São Paulo 1981 297p.

DCA/UFCG. **Departamento de Ciências Atmosféricas/UFCG**. Disponível em:< [www.dca.ufcg.edu.br/clima](http://www.dca.ufcg.edu.br/clima) >. Acesso em: 30 de julho de 2017.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Rio de Janeiro 1979. 83 p.

FIGUEROA L. F SOUSA A. A. **Determinação automática da rede de drenagem e da morfometria da sub-bacia Açude Jatobá utilizando geotecnologias livres**. Anais: XV Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. 15P. 2018.

FILHO L. C. B ABRAMOVAY R. **Desafios para a gestão territorial do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Anais. XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). Juiz de Fora – MG. 23p. 2003.

FONSECA C. J SILVA G. M. F MARQUES L. S BARBUDA L CASTRO C. M. F. **Importância do SIG para o cadastramento territorial e planejamento rural no Brasil**. C&D-Revista Eletrônica da Fainor Vitória da Conquista – BA v.9 n.1 p.74-88 2016.

GERBER D PERTILLE C. T VIEIRA F. S CORRÊA B. J. S SOUZA C. F. **Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí–Santa Catarina**. Acta Biológica Catarinense. 2018.

HORTON R. E. **Drainage basin characteristics**. American Geophysics Union Transactions 13 (1932) pp. 350-361

HORTON R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins hydrophysical approach to quantitative morphology**. Bulletin of the Geological Society of America. Volume 56 Issue 3 1945 Pages 275-370.

LINDNER E. A. GOMIG K. KOBAYAMA M. **Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC**. Anais. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 13. 2007 Florianópolis. Anais... Florianópolis: Inpe 2007. p. 3405-3412

MANSIKKANIEMI H. 1970. **The sinuosity of rivers in northern Finland**: Publicationes Instituti Geographici Universitatis Turkuensis 52 :16-32.

MOSSOUX S SAEY M BARTONOLI S POPPE S CANTERS F KERVYN M. QLAVHA: **A flexible GIS plugin to simulate lava flows**. Computers & Geosciences v. 97 p.98 – 109. 2016.

PÉRICO E CEMIN G AREND U REMPEL C ECKHARDT R. R. **Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Forqueta – RS**. Anais. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR Curitiba-PR Brasil. INPE p.1200 2011.

SCHMITT A MOREIRA C. R. **Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software gratuito Quantum-GIS**. Revista cultivando o saber. Edição Especial p. 125 – 137. 2015.

SCHUMM S. A. 1956. **Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy**. Geological Society of America Bulletin 67 (5): 597-646.

SILVA C. S. GIRÃO O. **Análise morfométrica e caracterização geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Jaboatão (BHRJ) – Pernambuco.** Geosul Florianópolis – SC v. 35 n. 75 p. 441-460 2020.

SILVEIRA A.L.L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.** In: TUCCI C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: EDUSP 2001. p 35-51.

SOUZA A. T. A. SOUSA A. A. MENDONÇA I. F. C. **Análise dimensional e semelhança geométrica de bacias hidrográficas de 3ª ordem a partir de imagem CBRES-2B (HRC) utilizando SIG e CAD.** Anais: VI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande 2009.

STRAHLER A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** Trans Am Geophys Union n.38 p.913 – 920 1957.

TONELLO K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas Guanhões MG.** 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa Viçosa 2005.

Tonello K. C. DIAS H. C. T. SOUZA A. L. ALVARES C. A. Ribeiro S. Leite F. P. **Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas Guanhões – MG.** Revista Árvore v. 30 n. 5 p. 849-857. 2006.

VILLELA S.M. MATTOS A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil 1975. 245p.



## ESPECIFICAÇÃO DO NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO ACÚSTICA PERANTE MULTICRITÉRIOS DE SUA DEFINIÇÃO

Data de aceite: 01/12/2020

**Victor Mourthé Valadares**

Universidade Federal de Minas Gerais Rua  
Paraíba 697 Funcionários Belo Horizonte

**RESUMO:** Este trabalho expõe a complexidade da especificação do nível de critério de avaliação (NCA) para verificações de poluição acústica perante multicritérios de definição carentes de integração de procedimentos. Nessa exposição recorreu-se a dois estudos de caso a partir de investigações desenvolvidas pelo autor. A prevalência de multicritérios torna confusa a definição do NCA pautada pela ética e idoneidade profissionais estendendo o tempo de investigação encarecendo tal prestação de serviço dificultando o entendimento da situação pelos atores envolvidos. Num tal cenário a definição do NCA deve ser balizada pelo critério mais restritivo só identificado a partir de uma *abordagem multicritério* que os estudos de caso ilustram. Do aqui exposto espera-se uma motivação da parte dos legisladores para atualizarem e proporem procedimentos integrados de avaliação da poluição acústica.

**PALAVRAS - CHAVE:** Nível de critério de avaliação poluição acústica acústica ambiental.

**ABSTRACT:** This work exposes the complexity about criteria assessment level (NCA) definition in verifying noise pollution face disjointed multi-criteria definition procedures. The exposition

took in account two case studies from author investigations. This prevalence of multi-criteria in praxis becomes confuse the definition of NCA in impartial and ethical way. It involve time consuming and more expansive professional work as so miscomprehension about the situation by actors involved. In this scenery the definition of NCA must be do based by more restrictive criteria only possible to be revealed by multi-criteria approach lighted on the case studies. From what it was exposed here it is hoped a motivation by the legislators in providing jointed procedures to assessment noise pollution.

**KEYWORDS:** Assessment level criteria acoustic pollution environmental acoustics.

### 1 | INTRODUÇÃO

Na verificação da presença ou ausência de poluição acústica no ambiente construído o profissional se depara com situações onde há vários instrumentos legais passíveis de aplicação para definição do nível de critério de avaliação (NCA). Exemplos desses instrumentos são as leis de silêncio nos âmbitos estadual e municipal além de resoluções portarias e/ou normas técnicas no âmbito federal. São agravantes dessa situação tanto o fato de que não há integração entre tais instrumentos assim como o de que à medida que se caminha da esfera federal para a municipal os valores de NCA não se mantém iguais ou aumentam sua restrição como deveria ser resultando em casos de maior permissividade o que é inadmissível

segundo Carneiro [1].

Este estudo expõe através de dois estudos de caso a complexidade da especificação do nível de critério de avaliação (NCA) para verificações de poluição acústica perante multicritérios de definição carentes de integração de procedimentos pelos instrumentos vigentes nos âmbitos federal (Brasil) estadual (Minas Gerais) e municipais (Sete Lagoas e Manhuaçu).

Tendo em vista o exíguo espaço para tratar desse tema com os exemplos selecionados oriundo de levantamento e tratamento dos dados consubstanciados optou-se por não fazer uma revisão bibliográfica de trabalhos que focaram tal questão pois a complexidade aqui apontada é recorrente no caso mineiro baseada na expertise do próprio autor em trabalhos independentes ou em conjunto com o Ministério Público de Minas Gerais tais como Valadares [2] e [3] suficientes para justificar a convergência de foco. Numa outra oportunidade será investigado se o que ocorre no contexto mineiro também é fato em outros contextos brasileiros.

## 2 | MÉTODO

As discussões desse artigo se desenvolveram a partir de dois estudos de caso de avaliação do impacto de casas noturnas em suas respectivas vizinhanças lindeiras em situação de exposição acústica potencialmente crítica nas cidades de Sete Lagoas (avaliação em ambiente externo) e Manhuaçu (avaliação em ambiente interno) ambas no estado de Minas Gerais foram identificados valores de NCA correlatos para a situação nos âmbitos federal estadual e municipal. Como a definição do NCA depende de valores de ruído ambiente na vizinhança em situação de exposição potencialmente crítica medições acústicas foram realizadas observando-se os conteúdos da norma NBR – 10.151 Abnt [4] (âmbito federal) das leis nº 7.302 Almg [5] e a de nº 10.100 Almg [6] (âmbito estadual Minas Gerais) assim como da lei municipal nº 3.595 Cmsl [7] e Portaria Minter n. 92/1980 Brasil [8] (âmbito municipal Sete Lagoas) leis municipais de nº 2.295 Cmm [9] e de nº. 2.681 Cmm [10] (âmbito municipal Manhuaçu).

Em Sete Lagoas as medições acústicas de ruído ambiente externo ocorreram sobre a calçada no ponto de medição P1 em frente à casa de nº 191 na Rua Senhor dos Passos (Casa A) e no ponto de medição P2 em frente à casa de nº 57 na Rua Herculano França (Casa B) onde haviam potenciais reclamantes das atividades da casa noturna (Figura 1). Em Manhuaçu as medições acústicas de ruído ambiente interno ocorreram em três pontos (P1 P2 e P3) de um quarto do apartamento 2402 do edifício de nº 240 na rua Amaral Franco (Apto) faceado ao edifício sede da casa noturna impactante. Tais pontos de medição internos estavam a 1,30 m do piso afastados entre si de mais de 1,00 m e a uma distância de no mínimo 1,00 m de superfícies verticais (Figura 2). Em ambos os casos o tempo de coleta de cada uma das amostras dos dados acústicos para caracterizar a

atmosfera acústica local variou entre 5 a 6 minutos por ponto.

A coleta de descritores acústicos ocorreram na transição entre os dias 22 e 23 de novembro de 2012 em Sete Lagoas e na transição entre os dias 22 e 23 assim como entre os dias 29 e 30 ambas no mês de setembro de 2017 em Manhuaçu todas em período noturno. Os descritores acústicos coletados nas medições acústicas foram os níveis globais de pressão acústica máximo ( $L_{AFMAX}$ ) do décimo percentil ( $L_{AF10}$ ) equivalente-contínuo ( $L_{AeqT}$ ) do nonagésimo percentil ( $L_{AF90}$ ) e mínimo ( $L_{AFMIN}$ ). Tais descritores acústicos foram coletados na condição de ruído ambiente ( $L_{RA}$ ) no ambiente externo nos pontos P1 e P2 em Sete Lagoas conforme Figura 1 e interno nos pontos P1 P2 e P3 no quarto do apartamento residencial monitorado em Manhuaçu conforme Figura 2. O equipamento de medição consistiu de um analisador de ruído Investigator 2260 e calibrador acústico 4231 ambos Brüel & Kjaer ambos com calibração certificada.



Fig.1 (a) – Casa Noturna e pontos de medição P1 e P2.



Fig.1 (b) – Visada da Casa A.



Fig.1 (c) – Visada da Casa B à direita.

Figura 1 : Pontos de medição de Sete Lagoas – Fig.1 (a) na vizinhança potencialmente crítica – Fig.1 (b c).

Fonte: Foto aérea adaptada de Google Maps e Fotos das fachadas extraídas do Google Street View 2017.

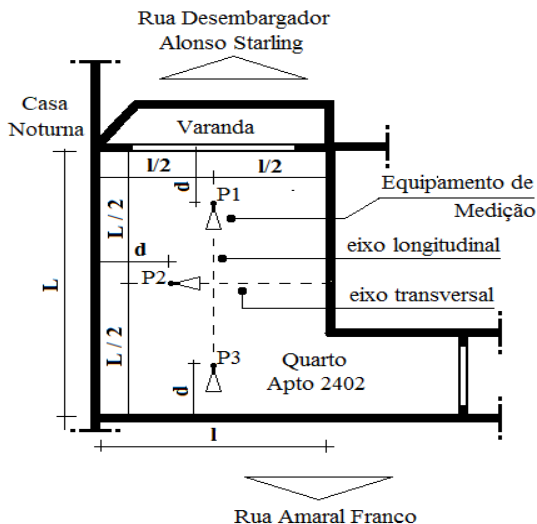


Fig. 2 (a)



Fig. 2 (b)

Figura 2 : Pontos de medição de Manhuaçu – Fig.2 (a): P1 (no eixo longitudinal do recinto direcionado para a varanda) P2 (no eixo transversal do recinto direcionado para a Casa Noturna) e P3 (no eixo longitudinal do recinto direcionado para o seu centro). Dimensões:  $L = 4,00\text{ m}$   $l = 2,83\text{ m}$   $d = 1,20\text{ m}$  Altura do microfone  $h = 1,30\text{ m}$  Pé - direito  $H = 2,74\text{ m}$  VC 2 Frontal P1(no eixo longitudinal do recinto direcionado para a janela) P2 (no eixo transversal do recinto direcionado para a janela) e P3 (no canto inferior direito). Dimensões:  $L = 4,00\text{ m}$   $l = 3,00\text{ m}$   $d = 1,20\text{ m}$  Altura do microfone  $h = 1,30\text{ m}$  Pé - direito  $H = 2,80\text{ m}$ . Vizinhança lindeira crítica – Fig.2 (b): vista da edificação onde a Casa Noturna funciona (trechos de partes em tijolo de bloco celular autoclavado delimitados pela linha vermelha) com uma de suas paredes faceando uma das paredes do quarto de dormir do Apto. 2402 do edifício vizinho (fachada em branco). Fonte: base de dados do autor.

### 3 I DEFINIÇÃO DOS VALORES DE NCA POR ÂMBITO LEGAL

A definição NCA foi feita comparativamente para os âmbitos federal (Brasil) estadual (Minas Gerais) e municipal (Sete Lagoas e Manhuaçu) baseada nos conceitos de subcritério de zoneamento e/ou período do dia (NSC\_ZP ou NSC\_P) assim como de ruído ambiente (NSC\_RA) conforme estrutura geral da avaliação quantitativa da atmosfera acústica ilustrada por Valadares [11]. Em seguida pôde-se constatar as diferenças entre eles e a dita complexidade em defini-lo o que possibilitou uma discussão a respeito e considerações que possam pautar a lida com tais diferenças a partir do contexto de cada estudo de caso embora não necessariamente restritos aos aqui apresentados.

#### 3.1 Âmbito Federal

No caso da esfera federal o NCA é determinado da comparação entre dois níveis de subcritério a saber o nível de sub critério por zoneamento e período do dia (NSC\_ZP) e o nível de sub critério por ruído ambiente (NSC\_RA) consistindo o referido NCA no



maior valor entre tais subcritérios. O NSC\_ZP é definido com base na Tabela 1 de Abnt [4]. Para identificar o tipo de área onde ocorreram as avaliações foram feitos levantamentos e posterior classificação dos usos do solo vigentes nos quarteirões urbanos que contém a vizinhança lindeira em situação de exposição acústica potencialmente crítica. Para exemplificar o resultado obtidos destes levantamentos foram elaborados mapas de distribuição de usos do solo assim como a identificação do zoneamento urbano nas áreas analisadas nos estudos de casos. Aqui nos limitamos a apresentar dados de Manhuaçu onde foram investigados os quarteirões A e B na zona urbana em que se situavam reclamantes do ruído produzido pela casa noturna local objeto do enfoque aqui desenvolvido ilustrado na Figura 3.



Fig. 2 (a) – Mapeamento do uso do solo em Manhuaçu.



Fig. 2(b) – Zona de comércio e serviços 1

Figura 2 : Exemplo de mapeamento de uso do solo vigente nos quarteirões A e B em Manhuaçu MG.

Observação: no quarteirão B haviam reclamantes mas a situação não foi abordada neste estudo. Fonte: Fig. 2 (a) - Registro de campo e tratamento da base de vista aérea. Fonte: adaptado do Google Maps pelo autor Fig. 2 (b) - porção do mapa de zoneamento urbano do Plano Diretor de Manhuaçu contendo os mesmos quarteirões em tela. Fonte: [www.manhuacu.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/revisao-do-plano-diretor-de-manhuacu/58475](http://www.manhuacu.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/revisao-do-plano-diretor-de-manhuacu/58475).

No caso específico de Manhuaçu o Quarteirão A é delimitado pelas ruas Prof. Amintas Campos Desembargador Alonso Starling Luiz Cerqueira e Amaral Franco. O Quarteirão B é delimitado pelas ruas Amaral Franco Luiz Cerqueira Professor Manoel do Carmo e Nudant Pizelli. A base do mapeamento consistiu do tratamento de dados coletados do levantamento de campo dos usos do solo do qual é apresentado um extrato no Quadro

1. Na primeira coluna consta a denominação da via cujo trecho percorrido está indicado na coluna 2. Na terceira e na última coluna constam os números ímpares e pares das edificações / lotes objetos de classificação respectivamente. No caso de uso residencial as colunas quatro cinco e seis trazem informações a respeito. Os demais usos estão especificados entre as colunas 9 e 13 com a coluna 14 fazendo referência aos usos mistos ou seja edificações ou lotes que partilham usos distintos como o caso do comércio ou serviço praticado no térreo da edificação e o uso residencial a partir do primeiro pavimento. Nas duas últimas linhas do referido quadro constam informações de estatística descritiva com valores absolutos e percentuais obtidos.

Nome do Logradouro	Trecho Percorrido	Nº Impar	Casa	Residencial Multifamiliar				Usos do Solo						Nº Par		
			NP	NP	NAP	NA	Sç	C	I	Suc	Agu	Lvsu	M			
Amintas Campos	Amaral Franco ↓ D.Alonso Starling	5	–	3 o/1●	–	–	–	●	–	–	–	–	–	o	22	
		31	–	3 o/2●	–	–	–	–	o	–	–	–	–	–	28A	
		81	1o	2●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	38	
		81A	1o	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	76	
		SN	–	–	–	–	–	●	–	–	●	–	–	–	–	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
Nudant Pizelli	Prof. M. Carmo ↓ Amaral Franco	–	?	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	258	
		–	05	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	234	
		–	05	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	●	230
		–	02	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	224
		–	02	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	●	SN
		–	702	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	●	SN
		–	?	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	SN
–	02	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	176		
Valores Absolutos (unid.)		87	31	–	–	–	–	25	25	04	02	0	0			
Valores Percentuais (%)		100	36	–	–	–	–	29	29	5	2	0	0			

Síglas – NP : número de pavimentos; NAP : número de apartamentos por pavimento; NA : número de apartamentos do edifício; Sç : uso de serviço; C : uso comercial; I : uso institucional; Suc : serviço de uso coletivo; Agu : agricultura urbana; Lvsu : lote vago sem uso; M : misto; SN : sem número; Símbolo ‘o’ : reativo ao números ímpares. ‘●’ : para números pares. Fonte: Arquivos do autor

Quadro 1 : Tratamento de dados de uso do solo vigente nos quarteirões A e B em Manhuaçu (MG) em 2017.

Para o estudo de caso de Sete Lagoas e de Manhuaçu a vizinhança lindeira em situação de exposição acústica potencialmente crítica considerada habitam uma área mista com vocação comercial e administrativa. Assim os valores de NSC\_ZP são para período noturno 55 dB(A) em Sete Lagoas (ambiente externo) e em Manhuaçu (ambiente interno) 45 dB(A) para janela aberta e 40 dB(A) para janela fechada conforme Abnt [4]. No âmbito federal os valores de NSC\_RA coincidem com os obtidos de ruído ambiente ( $L_{RA}$ ) estes últimos especificados para o caso de Sete Lagoas na Tabela 1 (condição sem tráfego em negrito e itálico) e para caso de Manhuaçu na Tabela 2 (duas últimas colunas em negrito e itálico) para as datas e condições de janela consideradas.

Descritor Acústico	Casa A		Casa B	
	<i>Com Tráfego</i>	Sem Tráfego <sup>1</sup>	<i>Com tráfego</i>	Sem Tráfego <sup>1</sup>
$L_{AeqT}$	<b>59</b>	49	<b>54</b>	43

1 – valores na condição sem tráfego serão adotados no âmbito estadual, mas já constam aqui para otimizar o espaço no texto.

Tabela 1 :  $L_{RA}$  em dB(A) entre 22 e 23/11/2012 no período noturno em Sete Lagoas (MG)

Descritor Acústico	Condições	Média 1	Média 2	Média 3	Média 1	Média 2	Média 3	Média Espaço-Tempo	
		P1,2,3	P1,2,3	P1,2,3	P1,2,3	P1,2,3	P1,2,3	Através de P1,2,3	
		Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	no Quarto	
		Janela Aberta (JA)			Janela Fechada (JF)			JA	JF
$L_{AeqT}$ <sup>1</sup>	22-23/09/2017	44	40	44	39	33	33	<b>43</b>	<b>36</b>
	29-30/09/2017	44	45	44	38	36	38	<b>44</b>	<b>38</b>
$L_{AF90}$ <sup>2</sup>	22-23/09/2017	41	36	38	34	30	28	39	32
	29-30/09/2017	40	40	40	32	32	32	40	32

1 – situação com tráfego; 2 - situação sem tráfego, aplicada ao âmbito estadual e aqui incluída para otimizar espaço no texto.

Tabela 2 :  $L_{RA}$  no Apto em dB(A) no período noturno em Manhuaçu (MG).

Os valores de NCA consistem no maior valor entre NSC\_ZP e NSC\_RA para cada caso. Na Tabela 3 constam os referidos parâmetros para Sete Lagoas e na Tabela 4 para Manhuaçu.

Parâmetro Acústico	Casa A	Casa B
NSC_ZP		55
NSC_RA	59	54
<b>NCA</b>	59	55

Tabela 3 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno em Sete Lagoas (MG) âmbito federal

Parâmetro Acústico	Apto			
	22-23/09/2017		29-30/09/2017	
	Janela Aberta	Janela Fechada	Janela Aberta	Janela Fechada
NSC_RA	43	36	44	38
NSC_ZP	45	40	45	40
<b>NCA</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>40</b>

Tabela 4 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno em Manhuaçu (MG) âmbito federal

### 3.2 Âmbito Estadual

No caso da esfera estadual o NCA foi determinado a partir da comparação entre dois níveis de sub critério a saber o nível de sub critério por período do dia (NSC\_P) e o nível de sub critério de ruído ambiente (NSC\_RA) consistindo no menor valor entre eles. O valor do NSC\_P foi obtido a partir do inciso II do artigo 2º de Almg [5] reescrito pela Almg

[6] que consiste em 60 dB(A) para o noturno aplicável em ambos os casos de Sete Lagoas e Manhuaçu.

Para os casos de Sete Lagoas e Manhuaçu os valores de NSC\_RA foram determinados pelos valores de  $L_{AF90}$  na condição sem tráfego especificados nas tabelas 1 e 2 respectivamente acrescidos de 10 dB(A) conforme inciso I do artigo 2º de Almg [5] reescrito pela Almg [6]. Embora a medição para obtenção do ruído ambiente devesse ocorrer no circuito de resposta lenta segundo o parágrafo 4º do inciso II do artigo 2º de Almg [6] pelo fato disso não ser adequado para caracterização de campos acústicos com níveis de pressão acústica variando além de  $\pm 5$  dB(A) segundo Beranek [12] os valores desse parâmetro acústico foram coletados no circuito de resposta rápida para uma avaliação acusticamente mais coerente da situação. Na Tabela 5 consta o conjunto de valores de NSC\_RA obtidos para Sete Lagoas e Manhuaçu.

Local Parâmetro Acústico	Sete Lagoas (MG)		Manhuaçu (MG)			
	Casa A	Casa B	22-23/09/2017		29-30/09/2017	
			Janela Aberta	Janela Fechada	Janela Aberta	Janela Fechada
NSC_RA	59	53	49	42	50	42

Tabela 5 : NSC\_RA em dB(A) no período noturno nas localidades estudadas âmbito estadual.

Os valores de NCA no âmbito estadual são o menor valor entre NSC\_ZP e NSC\_RA parâmetros estes apresentados na Tabela 6 para o caso de Sete Lagoas e na Tabela 7 para o caso de Manhuaçu.

Parâmetro Acústico	Casa A	Casa B
NSC_ZP	60	
NSC_RA	59	53
NCA	59	53

Tabela 6 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno em Sete Lagoas (MG) âmbito estadual

Parâmetro Acústico	Apto			
	22-23/09/2017		29-30/09/2017	
	JA	JF	JA	JF
NSC_RA	49	42	50	42
NSC_ZP	60			
NCA	49	42	50	42

Tabela 7 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno em Manhuaçu (MG) âmbito estadual



### 3.3 Âmbito Municipal

No caso de Sete Lagoas o NCA também foi determinado a partir da comparação do nível de subcritério por período do dia (NSC\_P) e o nível de subcritério de ruído ambiente (NSC\_RA). O valor do NSC\_P foi obtido segundo Brasil [8] recomendado por Cmsl [7] consistindo no valor de 60dB(A) para o período noturno. Já o valor do NSC\_RA é definido por Cmsl [7] e Brasil [8] como o valor de  $L_{RA}$  na condição com tráfego acrescido de 10 dB(A). O NCA consiste no menor valor entre os referidos subcritérios.

Com base na Tabela 1 e no parágrafo acima o valor de NSC\_RA foi de 69 dB(A) para a Casa A e 64 dB(A) para Casa B. Desse modo os valores de NCA são 60 dB(A) para ambas situações. Na Tabela 8 consta a síntese de valores dos subcritérios (NSC\_P e NSC\_RA) e o NCA definido a partir deles para o caso Sete Lagoas.

Parâmetro Acústico	Casa A	Casa B
NSC_ZP	60	
NSC_RA	69	64
<b>NCA</b>	<b>60</b>	

Tabela 8 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno âmbito municipal em Sete Lagoas (MG)

No caso de Manhuaçu na esfera municipal Cmm [9] estabelece que os limites de ruído fixados e os procedimentos de medição consistem naqueles especificados em Abnt [4] fazendo referência também à Abnt [13]. Cmm [9] ainda estabelece limites de níveis de ruído indicado numa tabela específica constituente de seu Anexo I o qual foi modificado por CMM [10]. Assim neste item são apresentados os valores de NCA segundo a Abnt [13] e Cmm [11] tendo em vista que os valores de NCA segundo Abnt [4] já constam no item 3.1 deste artigo. Na Tabela 9 consta a complementação de valores de NCA admitidos para o âmbito municipal em Manhuaçu considerando Cmm [11] e Abnt [13] (edições 1987 e 2017).

Parâmetro Acústico	Qualquer que seja o local da vizinhança crítica					
	ABNT [13]				CMM [11]	
	Edição de 1987		Edição de 2017 <sup>1</sup>		Tabela do Anexo I	
	NC30	NC40	RL <sup>1</sup> <sub>NC30</sub>	RL <sup>2</sup> <sub>NC35</sub>	Diurno	Noturno
<b>NCA</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>55</b>	<b>50</b>

1 – nível de referência baseado na curva de nível de critério 30; 2 – nível de referência baseado na curva de nível de critério 35.

Tabela 9 : Valores complementares de NCA em dB(A) no período noturno âmbito municipal Manhuaçu (MG)

### 3.4 Síntese dos parâmetros acústicos por âmbito legal

Na Tabela 10 constam os parâmetros obtidos do estudo de caso de Sete Lagoas e na Tabela 11 os relativos ao estudo de caso de Manhuaçu.

Local na vizinhança	Âmbito Federal			Âmbito Estadual			Âmbito Municipal		
	NSC_P	NSC_RA	NCA	NSC_P	NSC_RA	NCA	NSC_P	NSC_RA	NCA
Casa A	55	59	<b>59</b>	60	59	<b>59</b>	60	69	<b>60</b>
Casa B		54	<b>55</b>		53	<b>53</b>		64	

Tabela 10 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno por âmbito legal em Sete Lagoas (MG)

Parâmetro Acústico Considerado	Âmbito Federal / Municipal				Âmbito Estadual				Âmbito Municipal		
	22-23/09/17		29-30/09/17		22-23/09/17		29-30/09/17		ABNT [13]		CMM [7]
	JA	JF	JA	JF	JA	JF	JA	JF	NC30-40	RL <sub>NC30-35</sub>	Anexo I
<b>NCA</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>49</b>	<b>42</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>35-45</b>	<b>35-40</b>	<b>50</b>

Tabela 11 : NSC\_ZP NSC\_RA e NCA em dB(A) no período noturno por âmbito legal em Manhuaçu (MG)

## 4 | DISCUSSÃO

Diante do elenco de valores de NCA obtidos nos estudos de caso aqui apresentados é necessária a seleção de um único valor para ser considerado na avaliação da poluição acústica por situação considerada em cada caso. Sempre de um âmbito mais geral para outro mais local (federal ® estadual federal ® municipal estadual ® municipal) o valor selecionado de NCA pode ser repetido mas não aumentado. Isto devido ao fato de que como esclarece Carneiro [1] (...) “em razão do sistema constitucional de repartição de competências” (...) a partir de Abnt [4] (...) “Estados e Municípios podem suplementar esses valores (...) para exigirem mais” (...) mas não é admitido excedê-los.

Para ambos os estudo de caso o NCA exigido no âmbito federal deve vigorar nos âmbitos estadual e municipal. Em outras palavras à medida que se caminha do global para o local o grau de restrição pode ser aumentado mas não diminuído. Pela Tabela 10 no caso de Sete Lagoas na Casa A o grau de restrição foi mantido entre os âmbitos federal e estadual porém entre os âmbitos estadual e municipal o NCA tornou-se menos restritivo em 1 dB(A) o que é inadmissível. Para a Casa B o grau de restrição foi aumentado entre os âmbitos federal e estadual em 2 dB(A) o que é permitido mas a situação foi precarizada com a inadmissível diminuição da restrição em 7 dB(A). Na Tabela 12 são destacados os valores de NCA dentre aqueles presentes na avaliação da poluição acústica no caso em questão.

Local na vizinhança	Âmbitos Federal e/ou Estadual		Âmbito Municipal
	NCA		NCA
Casa A	59		<del>60</del>
Casa B	<del>55</del>	53	
☒ Valores de NCA não aplicáveis			

Tabela 12 : NCA selecionado por situação dentre os obtidos para período noturno em Sete Lagoas (MG)

Pela Tabela 11 no caso de Manhuaçu na Casa A no recinto considerado valores de NCA entre os âmbitos federal e estadual estão diminuindo o grau de restrição o que não é admissível. Na condição de janela aberta entre o âmbito federal e o estadual houve uma diminuição do valor do NCA em 4 dB(A) para a primeira data considerada e 5 dB(A) para a segunda na condição de janela aberta. Na condição de janela fechada tal diminuição foi de 2 dB(A) em ambas as datas. Desse modo deve prevalecerem os valores de NCA preconizados no âmbito federal comparados ao do estadual. No âmbito municipal os valores de NCA podem ser definidos tanto pela Abnt [4] como pela Abnt [13] ou ainda pela Cmm [9] considerada a modificação dada por Cmm [10]. Abnt [13] edição de 1987 admitia que os valores de NCA deveriam estar entre 35 dB(A) situação ideal para o conforto acústico até 45 dB(A) situação limite entre conforto e desconforto acústico. Diante da possibilidade dessa faixa de valores não há como exigir o ideal perante a tolerância concedida e assim para janela aberta os valores de NCA dos âmbitos federal e municipal se equipararam mas para a condição janela fechada deve prevalecer o âmbito federal. Já a Abnt [13] edição de 2017 admite uma tolerância menor em relação ao valor ideal para a situação considerada. Desse modo o valor tolerado de NCA irá prevalecer na condição janela aberta em relação à Abnt [4] e está equiparado na condição janela fechada em relação à Abnt [4]. Desse modo o NCA entre os âmbitos federal e municipal podem ser os mesmos ou prevalecer o municipal o que admissível. O valor de NCA segundo Cmm [10] este deve ser descartado uma vez que é maior que aqueles especificados tanto pela Abnt [4] como pela Abnt [13]. Há uma tendência de equivalência entre os critérios nos âmbitos municipal e federal para o caso de Manhuaçu. Na Tabela 13 são destacados os valores de NCA dentre aqueles presentes na avaliação da poluição acústica no caso em questão.

Parâmetro Acústico Considerado	Âmbito Federal / Municipal		Âmbito Estadual				Âmbito Municipal		
	22-23/09/17 ou 29-30/09/17		22-23/09/17		29-30/09/17		Abnt [13]		Cmm [10]
	JA	JF	JA	JF	JA	JF	NC30-40	RL <sub>NC30-35</sub>	
NCA	<del>45</del>	40	<del>49</del>	<del>42</del>	<del>30</del>	<del>42</del>	<del>35-45</del>	-	<del>50</del>
	<del>45</del>						-	35-40	
☒ Valores de NCA não aplicáveis									

Tabela 13 : NCA selecionado dentre os possíveis – Manhuaçu período noturno

## 51 CONCLUSÃO

A prevalência de multicritérios torna trabalhosa e confusa a definição do NCA quando pautada pela ética e idoneidade profissionais estendendo o tempo de investigação encarecendo tal prestação de serviço dificultando o entendimento da situação pelos atores envolvidos. Num tal cenário a definição do NCA deve ser balizada pelo critério mais restritivo só identificado a partir de uma *abordagem multicritério* que os estudos de caso ilustraram do decorrer do trabalho.

A falta de integração de procedimentos para definição do NCA entre os âmbitos federal estadual e municipal coloca em xeque a lógica do sistema constitucional de repartição de competências resultando nas incoerências de se deparar com graus de restrição mais permissíveis entre os âmbitos legais dos mais gerais aos mais locais. Do aqui exposto espera-se uma sensibilização e motivação por parte dos legisladores para atualizarem e proporem procedimentos integrados de avaliação da poluição acústica assistido de profissionais com competência para lidar com tal questão.

## REFERÊNCIAS

- [1] Carneiro W. A. M. Perturbações sonoras nas edificações urbanas. 3ª. Edição São Paulo. Ed. Revista dos Tribunais. 2004.
- [2] Valadares V. M. Quinto Monitoramento Acústico de Evento no Salão do Estabelecimento Donana em Sete Lagoas - MG. Relatório Técnico 2012.
- [3] Valadares V. M. Avaliação de poluição acústica proveniente da Boate Aster em Manhuaçu – MG. Relatório Técnico 2017.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10151 – *Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. Rio de Janeiro: ABNT 2000:2003.
- [5] Assembléia Legislativa De Minas Gerais (ALMG). Lei n. 7.302 – 21 jul. 1978. *Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais* 1978.
- [6] Assembléia Legislativa De Minas Gerais (ALMG). Lei n. 10.100 – 17 jan. 1990. *Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais*.
- [7] Câmara Municipal de Sete Lagoas (CMSL). Lei municipal nº 3.595.de 19 de dezembro de 1985. *Dispõe sobre a proteção contra poluição sonora no município de Sete Lagoas*.
- [8] Brasil. Ministério do Interior. Portaria MINTER nº 92 de 19 de junho de 1980. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152 – **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro: ABNT 1987.
- [9] Câmara Municipal de Manhuaçu (CMM). Lei Municipal nº 2. 295 de 03/10/2001. *Dispõe sobre ruídos urbanos e sua proteção em Município de Belo Horizonte e dá outras providências*. Manhuaçu : Câmara Municipal de Manhuaçu 2001.

[10] Câmara Municipal de Manhuaçu (CMM). Lei Municipal nº 2. 681 de 31/08/2007. Altera a Lei Municipal nº 2. 295 de 03/10/2001. Manhuaçu : Câmara Municipal de Manhuaçu 2007.

[11] Valadares V. M. Considerações sobre a avaliação da atmosfera acústica e proposição de classificação de sua poluição In: *XXV Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica* Sobrac 2014 Campinas SP 2014.

[12] Beranek L. L. Noise and Vibration Control. Washington INCE 1988.

[13] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152 – *Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. Rio de Janeiro: ABNT 2017.

# CAPÍTULO 12

## ESTUDO DA ÁREA DA INFLUÊNCIA DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA SOBRE OS ACIDENTES DE TRÂNSITO COM VÍTIMAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB

*Data de aceite: 01/12/2020*

*Data de submissão: 11/09/2020*

### **Erivaldo de Araujo Silva**

Superintendência de Trânsito e Transportes  
Públicos – STTP  
Campina Grande – PB  
<http://lattes.cnpq.br/6299608635478443>.

### **Félix Araújo Neto**

Superintendência de Trânsito e Transportes  
Públicos – STTP  
Campina Grande – PB  
<http://lattes.cnpq.br/8319379967348366>.

### **Sônia Eliane Gonçalves dos Santos**

Superintendência de Trânsito e Transportes  
Públicos – STTP  
Campina Grande – PB  
<http://lattes.cnpq.br/3593458913570367>.

### **Wanessa Isthéwany de Albuquerque Wanderley**

Superintendência de Trânsito e Transportes  
Públicos – STTP  
Campina Grande – PB  
<http://lattes.cnpq.br/7055163611722989>.

**RESUMO:** A presente pesquisa tem seu foco principal no estudo da influência da fiscalização eletrônica nas áreas que foram implantadas como ferramenta de combate aos acidentes de trânsito visando o aumento da segurança viária. O estudo foi realizado por dois anos junto aos órgãos parceiros SAMU CPTran Corpo de Bombeiros e NUMOL que lidam diariamente

com a problemática dos acidentes de trânsito na cidade. Os dados foram submetidos a técnicas refinadas de estatística aplicada tanto com olhar descritivo quanto inferencial e seus resultados foram comprovados por meio de testes estatísticos apropriados ao nível de 5% de significância. A pesquisa traz para a sociedade tanto o benefício do conhecimento da eficácia nos atos do poder público quanto a segurança viária visto que nos locais específicos onde a fiscalização eletrônica foi implantada os resultados foram estatisticamente significativos ao nível de 5% de significância sendo 5 vezes melhores que nos corredores principais e 7 vezes melhores que nos secundários destacando-se os locais: MAXXI ATACADO (Avenida Floriano Peixoto) ALPARGATAS (Avenida Assis Chateaubriand) e o cruzamento da rua Rodrigues Alves com a rua Siqueira Campos por não terem registrado nenhuma morte no período comparativo e ainda o estudo evidenciou uma melhoria igual ou superior a 60% em todos os parâmetros de segurança viária estudados. Portanto a fiscalização eletrônica quando colocada em locais específicos de alto índice de acidentes sua influência se traduz em aumento da segurança viária e bem estar social.

**PALAVRAS - CHAVE:** Acidentes de Trânsito Fiscalização Eletrônica Pesquisa.

STUDY OF THE AREA OF INFLUENCE OF ELECTRONIC SURVEILLANCE ON TRAFFIC ACCIDENTS WITH VICTIMS IN THE CITY OF CAMPINA GRANDE-PB

**ABSTRACT:** This research has its main focus on

the study of the influence of electronic inspection in the areas that have been implemented as a tool to combat traffic accidents aiming at increasing road safety. The study was carried out for two years with partner agencies SAMU CPTran Fire Department and NUMOL who deal daily with the problem of traffic accidents in the city. The data were subjected to refined techniques of applied statistics with both descriptive and inferential eyes and their results were confirmed by means of appropriate statistical tests at the level of 5% of significance. The research brings to society both the benefit of knowledge of the effectiveness of governmental acts and road safety since in specific places where electronic inspection was implemented the results were statistically significant at the level of 5% significance being 5 times better than in main corridors and 7 times better than secondary corridors especially local ones: MAXXI ATACADO (avenue Floriano Peixoto) ALPARGATAS (avenue Assis Chateaubriand) and the crossing of Rodrigues Alves street and Siqueira Campos street without a registered reason in deaths in the comparative period however the study showed an improvement equal to or greater than 60% in all the studied road safety parameters. Therefore electronic surveillance when placed in specific places with a high accident rate its influence translates into increased road safety and social well-being.

**KEYWORDS:** Traffic Accidents Electronic Inspection Search.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito constituem um problema que aflige a sociedade como um todo indo desde dano material passando por prejuízos socio/econômicos até a perda da vida.

A legislação brasileira trata do direito de todos à um trânsito em condições seguras conforme previsto no Art. 1º § 2º do CTB.

Art. 1º O trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional abertas à circulação rege-se por este Código.

[...]

§ 2º O trânsito em condições seguras é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito a estes cabendo no âmbito das respectivas competências adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito.

Segundo KI-Moon (p 3 2011.) Por ano cerca de 1 3 milhão de pessoas perdem suas vidas no trânsito são mais de 3000 mortes/dia e o mais preocupante mais da metade dessas pessoas não são viajantes em um carro. Diante dessa verdadeira catástrofe social a fiscalização eletrônica tem sido usada como arma fundamental no combate ao desrespeito às leis de trânsito especialmente no que tange as infrações de circulação parada e eventualmente de estacionamento. Como por exemplo o excesso de velocidade em locais regulamentados avanço de sinal vermelho e parada sobre a faixa de pedestre.

No município de Campina Grande esse tipo de fiscalização foi implementado em

13 de junho de 2016 com objetivo não só de fiscalizar o cumprimento das leis de trânsito auxiliar com imagens os demais órgãos de segurança pública mas principalmente tratar os locais críticos de acidentes de trânsito (Programa PARE 2002) para reduzir os altos índices de acidentes identificados nas principais vias da cidade que foram apontados pelo “**Projeto: Mapeamento dos pontos críticos e caracterização dos acidentes de trânsito no Município de Campina Grande-PB/2014**”. O presente estudo refere-se à quarta avaliação que corresponde a um ano de funcionamento e influência da fiscalização eletrônica sobre os acidentes de trânsito no município.

O aumento da frota veicular juntamente com comportamento inadequado dos condutores nas vias públicas são os principais fatores que favorece a ocorrência de acidentes de trânsito (TAPIA 1998). Daí a importância de se monitorar os locais críticos aumentando assim a segurança viária.

Os resultados foram obtidos a partir da estatística descritiva que “trata-se da organização e sintetização de dados estatísticos.” (STEVENSON) 1981. e confirmados por meio da estatística inferencial. que “focaliza o uso da amostra como método de obter informações sobre uma população sem a necessidade de examinar cada item da população”. (STEVENSON 1981). Os achados são baseados em estudo comparativo entre o período de um ano antes e um ano depois do funcionamento dos equipamentos.

Buscou-se verificar a influência em três níveis de localização viária sendo 1º nível Local Específico onde foram instalados os equipamentos e os dois outros níveis correspondentes aos cruzamentos onde o 2º nível é o Corredor Principal e o 3º nível o Corredor Secundário. Foram analisados 06 parâmetros de segurança viária (*Nº de acidentes com vítimas Quantidade de vítimas por acidente Acidentes com Motocicletas Atropelamentos de Pedestres Severidade dos acidentes nº de óbitos*) e um parâmetro social (*Custos Sociais dos acidentes em aglomerados urbanos*) em 09 locais específicos 08 corredores principais e 06 corredores secundários.

A hipótese levantada é que a fiscalização eletrônica influencia positivamente nos indicadores de segurança viária de acordo com o local em estudo.

## 2 | MATÉRIAS E MÉTODOS

### • DO CALENDÁRIO DO ESTUDO

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2015	-	-	-	-	-	-	O	O	O	O	O	O
2016	O	O	O	O	O	13/06/16	X	X	X	X	X	X
2017	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 01. Período de avaliação



Obs. destaque em vermelho foi a data de implantação dos equipamentos.

O = Antes da fiscalização eletrônica.

X= Depois da fiscalização eletrônica.

## • DA PESQUISA E LEVANTAMENTO DOS DADOS

Pesquisa longitudinal de campo e documental realizada num período em dois anos no período de julho de 2015 a maio de 2017 junto aos órgãos públicos que lidam direto ou indiretamente com os acidentes de trânsito isto é órgão municipal (SAMU e STTP) e estadual (Polícia Militar/CPTran Corpo de Bombeiros e NUMOL) além do auxílio da internet e de telejornais As informações foram colhidas em formulário próprio desenvolvido em planilha do Excel versão 2010. onde receberam a crítica dos dados e foram transferidos para um software estatístico adequado.

## • DA INCLUSÃO E EXCLUSÃO

**Inclusão:** Os dados do SAMU CPTran e NUMOL foram incluídos por terem contribuído em todo período avaliativo.

**Exclusão:** Os acidentes do mês de junho foram excluídos do estudo dado à necessidade do período de educação/adaptação dos condutores quando há um implante de qualquer equipamento novo na via. Os dados dos Corpo de Bombeiros e da delegacia foram excluídos por não estarem contidos em todo o período do estudo. Acidentes somente com danos materiais também foram excluídos.

## • DOS LOCAIS DE ESTUDO – Definições

**Local Específico:** *Cruzamento ou ponto específico na via onde foi implantado o equipamento de fiscalização eletrônica.*

**Corredor Principal:** *rua ou avenida com característica de ligação entre bairros com fluxo de veicular intenso e instalado os equipamentos de fiscalização eletrônica.*

**Corredor secundário:** *rua ou avenida que se cruza perpendicular com os corredores principais e que geralmente não tem instalado equipamento de fiscalização eletrônica.*

<b>CRUZAMENTOS <sup>1</sup>.</b>	<b>PONTOS (Referência) <sup>2</sup>.</b>
VIGÁRIO CALIXTO X JOÃO QUIRINO	MAXXI ATACADO
SEVERINO B. CABRAL X RAIMUNDO N. ARAÚJO	MOTEL XAVANTE
ASSIS CHATEAUBRIAND X ODON BEZERRA	SUBWAY
RODRIGUES ALVES X SIQUEIRA CAMPOS	ALPARGATAS
SEVERINO CRUZ X MIGUEL COUTO	

<sup>1</sup> Fiscalização de: *Avanço de sinal parada sobre a faixa de pedestres e Velocidade*

Quadro 02. Pontos específicos suas características e participação no estudo.

<sup>2</sup> Fiscalização de: *Velocidade*

<b>CORREDORES PRINCIPAIS.</b>	<b>CORREDORES SECUNDÁRIOS.</b>
FLORIANO PEIXOTO	ODON BEZERRA
ASSIS CHATEAUBRIAND	SIQUEIRA CAMPOS
VIGÁRIO CALIXTO	JOÃO QUIRINO
MANOEL TAVARES	MIGUEL COUTO
SEVERINO BEZERRA CABRAL	RAIMUNDO NONATO DE ARAÚJO
RODRIGUES ALVES	PEDRO LEAL
MANOEL MOTA	
SEVERINO CRUZ	

Quadro 03. Corredores sua participação e classificação no estudo.

## • **DAS ANÁLISES E TESTES ESTATÍSTICOS**

Como o objetivo desse estudo não são os fundamentos teóricos da estatística e sim a influência da fiscalização eletrônica como fator preponderante para segurança viária usando os métodos estatísticos que nos dê mais credibilidade nos resultados e saia do campo da mera descrição iremos suprimir os conceitos dos testes e usar apenas seus resultados porém seguindo todos os seus pressupostos.

Os dados foram submetidos à crítica das informações para padronização e eliminação das duplicidades e analisados por meio do SPSS (Statistical Package for the Social Sciences versão 2017)

A hipótese levantada é que a fiscalização eletrônica reduza igualmente os acidentes nas três áreas de influência para aceitação ou rejeição da hipótese nula(H0) utilizou-se os testes: t de student para amostras emparelhadas Wilcoxon Kolmogorov Smirnov e Shapiro

Wilk ao nível de 5% de significância.

### 3 I DIAGNÓSTICO PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

#### • DA ANÁLISE GLOBAL

Analisando-se os acidentes na amplitude total da cidade num período de dois anos sendo: “Um ano antes” e “Um ano depois” da Fiscalização Eletrônica e sabendo-se que a tendência natural é de aumentar o número de ocorrências esse tipo de fiscalização demonstrou uma eficácia positiva no sentido de ter barrado o crescimento dos acidentes de trânsito na cidade. Como pode ser visto na tabela 01.

Período	Nº de acidentes	%
Antes	2.736	50 0
Depois	2.737	50 0
Total	5.473	100 0

Tabela 01: Número total de acidentes na cidade no período de julho de 2015 a maio/2017. (Antes e Depois da Fiscalização Eletrônica). Exceto junho de 2016.

Fonte: STTP apoio CPTTran SAMU e NUMOL.

#### • DA ANÁLISE GERAL (Locais Específicos Corredores Principais e Secundários):

Analisando os acidentes nos Locais Específicos e considerando-se os itens: (**Nº de acidentes com vítimas Quantidade de vítimas por acidente Acidentes com Motocicletas Atropelamentos de pedestres Severidade dos acidentes Nº de óbitos e Custos Sociais**) como parâmetro de eficiência da fiscalização eletrônica segurança viária e economia social conclui-se que houve melhoria superior a 60% em todos nos parâmetros de segurança em relação a antes da fiscalização eletrônica. Com destaque para a redução dos óbitos (-100%) redução dos custos sociais (-71%) e redução dos atropelamentos de pedestres (-67%).

Analisando os acidentes nos corredores principais conclui-se que todos os itens avaliados apresentaram melhoria com destaque para redução de 27 3% no nº de óbitos que passou de 11 para 08 depois da fiscalização. Destacam-se também os atropelamentos de pedestres por apresentar a segunda maior redução (-20 9%). Outro destaque importante é a “quantidade de vítimas” por influenciar diretamente na ocupação dos leitos hospitalares e reduziu em 79 (-14 5%) em relação ao mesmo período do ano anterior. Os acidentes com motocicletas também reduziram porém menos expressivo (-13%). Em relação aos custos à sociedade causados pelos acidentes nos corredores em estudo concluímos que houve

uma redução de (14 8%) o que equivale a -1.411.194 00 de reais.

O estudo nos corredores secundários também mostra influência positiva da fiscalização eletrônica por ter constatado redução em 04 dos 07 itens de segurança viária apenas os atropelamentos de pedestres aumentaram nos corredores secundários. Como pode ser visto na tabela a seguir.

Após aplicado o teste de Wilcoxon comparando-se o “Antes” e “Depois” o número de acidentes com vítimas nas três áreas de influência da fiscalização eletrônica observou-se diferença significativa apenas nos locais específicos  $p < 0,05$  que apresentou redução de 62% dos acidentes com vítimas e de 100% nos óbitos. Enquanto que tanto nos corredores/vias principais quanto nos corredores/vias secundários apesar haver diminuição dos acidentes nessas áreas esta redução não é estatisticamente significativa como pode ser visto no quadro 04 e gráfico 01.

➤ Estudo comparativo nos LOCAIS ESPECÍFICOS				
Parâmetros	Período avaliativo <sup>3</sup>		Variação/resultado	
	Antes	Depois	Absoluta	Percentual
Acidentes com Vítimas	77	<b>29 p = 0,005*</b>	-48	-62%
Nº de vítimas	91	36	-55	-60%
Acidentes com motocicletas	60	21	-39	-65%
Atropelamentos de pedestres	06	02	-4	-67%
<sup>2</sup> Severidade – UPS	345	120	-225	-65%
Nº de óbitos	03	00	-3	-100%
<sup>1</sup> Custos sociais (R\$)	R\$	R\$	R\$ -	
	1.725.474	506.340	1.219.134	-71%

➤ Estudo comparativo nos corredores PRINCIPAIS.				
Parâmetros	Período avaliativo <sup>3</sup>		Variação/resultado	
	Antes	Depois	Absoluta	Percentual
Acidentes com Vítimas	465	406 <b>P &gt; 0,05</b>	-59	-13%
Nº de vítimas	544	465	-79	-15%
Acidentes com motocicletas	369	321	-48	-13%
Atropelamentos de pedestres	43	34	-9	-21%
Severidade – UPS <sup>2</sup>	2037	1760	-277	-14%
Nº de óbitos	11	08	-3	-27%
Custos (R\$) <sup>1</sup>	R\$ 9.516.098	R\$ 8.104.904	R\$ - 1.411.194	-15%
➤ Estudo comparativo nos corredores SECUNDÁRIOS.				
Parâmetros.	Antes <sup>3</sup>	Depois <sup>3</sup>	Absoluta	Percentual
Acidentes com Vítimas	64	58 <b>P &gt; 0,05</b>	-6	-9%
Nº de vítimas	80	66	-14	-18%
Acidentes com motocicletas	52	52	00	0%
Atropelamentos de pedestres	03	05	02	67%
<sup>2</sup> Severidade - UPS	262	242	-20	-8%
Nº de óbitos	00	00	00	0%
<sup>1</sup> Custos Sociais (R\$)	R\$ 1.117.440	R\$ 1.012.680	R\$ -104.760	-9%

Quadro 04. Parâmetros Comparativos nos Locais ESPECÍFICOS corredores PRINCIPAIS e corredores SECUNDÁRIOS dado "Acidentes Com vítimas".

Fonte: STTP apoio CPTTran SAMU e NUMOL.

<sup>1</sup> Custos sociais em aglomerados urbanos. De acordo com pesquisa do IPEA - 2003.

<sup>2</sup> **Severidade - UPS:** Valor equivalente ao somatório do produto entre o nº de acidentes e o peso de cada tipo de acidentes exceto danos materiais com peso 1.

<sup>3</sup> **Antes** - (julho a dezembro/2015 e janeiro a maio/2016).

<sup>3</sup> **Depois** - (julho a dezembro/2016 e janeiro a maio/2017).

\*Significativo ao nível de 5% de significância.

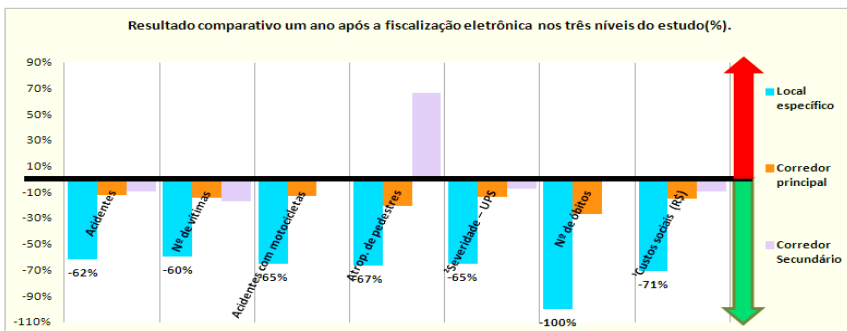


Gráfico 01: Resultado comparativo de um ano após a fiscalização eletrônica nos três níveis do estudo.

Fonte: STTP apoio CPTran SAMU e NUMOL

#### • DA ANÁLISE INDIVIDUALIZADA POR LOCAL ESPECÍFICO:

A análise conjunta dos 09 locais específicos que foram implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica mostra que todos os parâmetros de segurança viária apresentaram redução tendo variado de (-62%) a (-100%) com destaque para os acidentes com vítimas fatais que reduziu em (-100%). Em relação ao número de acidentes todos os locais apresentaram redução com destaque principalmente para o SUBWAY (Av. Manoel Tavares) com (-100%) e o cruzamento das ruas Severino Bezerra Cabral com Raimundo Nonato de Araújo (-87%). Quanto aos acidentes com vítimas fatais 03 dos 09 locais apresentaram redução enquanto que os demais locais mantiveram-se sem nenhum óbito logo a redução foi de (-100%) das mortes. Destacando-se o MAXXI ATACADO (Av. Floriano Peixoto) ALPARGATAS (Av. Assis Chateaubriand) e o cruzamento da rua Rodrigues Alves com a rua Siqueira Campos por não ter registrado nenhuma morte no período comparativo. (-100%). Em relação ao número de acidentes com motocicletas 08 dos 09 locais apresentaram redução com destaque para os cruzamentos das ruas: Severino Bezerra Cabral com Raimundo Nonato de Araújo (-93%) e Assis Chateaubriand com Odon Bezerra (-67%). Considerando os acidentes envolvendo pedestres 04 dos 09 locais apresentaram redução dos atropelamentos com destaque para quatro locais: os cruzamentos das ruas Rodrigues Alves com Siqueira Campos e Severino Cruz com Miguel Couto além do MAXXI ATACADO e Motel XAVANTE todos (-100%). Conforme tabela 02.

#### • DA ANÁLISE INDIVIDUALIZADA POR CORREDOR (Principal)

Considerando a influência da fiscalização eletrônica sobre os corredores principais onde foram implantados os equipamentos concluímos que: Assim como nos locais específicos todos os parâmetros de segurança viária também apresentaram redução destacando-se os acidentes com vítimas fatais (-27%) onde observou-se que dos 08

corredores 05 houve redução especialmente nos corredores: Vigário Calixto (-100%) Manoel Tavares (-100%) Rodrigues Alves (-100%) por não terem registrado nenhum. E os atropelamentos de pedestres (-21%) visto que 05 dos 08 ou 62 5% dos corredores apresentaram redução com destaque para os corredores: Manoel Tavares (-100%) Rodrigues Alves (-100) e Severino Cruz (-100%). por apresentarem as maiores reduções dos atropelamentos. Em relação ao nº de acidentes 06 dos 08 ou 75% dos corredores apresentaram redução destacando-se os corredores da Manoel Tavares (-75%) e Severino Cruz (-71%). Quanto aos acidentes com motocicletas concluímos que: 06 dos 08 ou 75% dos corredores apresentaram redução com destaque para os corredores: Manoel Tavares (-78%) e Severino Cruz (-67%). Como pode ser visto na tabela 02.

LOCAL ESPECÍFICO	Fatores de Segurança viária	Var. no Local Específico	Var. no Corredor Principal <sup>1</sup>
VIGÁRIO CALIXTO, 1 X JOÃO QUIRINO	Nº de Acidentes	-57% (-8)	-36% (-19)
	Vit. Fatal	0%	-100% (-1)
	Acid. com Motocicleta	-64% (-7)	-42% (-18)
	Atrop. de pedestre	0%	150% (-3)
SEVERINO B. CABRAL 1 X RAIMUNDO N. ARAÚJO	Nº de Acidentes	-87% (-13)	-15% (-5)
	Vit. Fatal	0%	0%
	Acid. com Motocicleta	-93% (-14)	-19% (-5)
	Atrop. de pedestre	0%	-75% (-3)
ASSIS CHATEAUBRIAND 1 X ODON BEZERRA	Nº de Acidentes	-64% (-7)	-27% (-29)
	Vit. Fatal	0%	-25% (-1)
	Acid. com Motocicleta	-67% (-6)	-24% (-22)
	Atrop. de pedestre	100% (+1)	-30% (-3)
RODRIGUES ALVES 1 X SIQUEIRA CAMPOS	Nº de Acidentes	-25% (-1)	-19% (-5)
	Vit. Fatal	-100% (-1)	-100% (-1)
	Acid. com Motocicleta	-33% (-1)	-9% (-2)
	Atrop. de pedestre	-100% (-1)	-100% (-3)
SEVERINO CRUZ 1 X MIGUEL COUTO	Nº de Acidentes	-33% (-2)	-71% (-12)
	Vit. Fatal	-	0%
	Acid. com Motocicleta	-25% (-1)	-67% (-8)
	Atrop. de pedestre	-100% (-2)	-100% (-4)
MAXXI ATACADO (Florian Peixoto 1)	Nº de Acidentes	-50% (-6)	22% (+35)
	Vit. Fatal	-100% (-1)	-33% (-1)
	Acid. com Motocicleta	-44% (-4)	21% (+27)
	Atrop. de pedestre	-100% (-1)	29% (+4)
MOTEL XAVANTE (Manoel Mota 1)	Nº de Acidentes	-75% (-6)	25% (+6)
	Vit. Fatal	0%	200% (+2)
	Acid. com Motocicleta	-80% (-4)	29% (+5)
	Atrop. de pedestre	-100% (-1)	50% (+1)
SUBWAY (Manoel Tavares 1)	Nº de Acidentes	-100% (-3)	-75% (-30)
	Vit. Fatal	0%	-100% (-1)
	Acid. com Motocicleta	0%	-78% (-25)
	Atrop. de pedestre	0%	-100% (-4)

ALPARGATAS (Assis Chateaubriand <sup>1</sup> )	Nº de Acidentes	-50%	-27% (-29)
	Vít. Fatal	-100%	-25% (-1)
	Acid. com Motocicleta	-50%	-24% (-22)
	Atrop. de pedestre	0%	-30% (-3)
TOTAL	Nº de Acidentes	-62% (-48)	-13% (-59)
	Vít. Fatal	-100% (-3)	-27% (-3)
	Acid. com Motocicleta	-65% (-39)	-13% (-48)
	Atrop. de pedestre	-67% (-4)	-21% (-9)

Tabela 02: Resumo do Resultado percentual e absoluto da Fiscalização Eletrônica com base nos Locais Específicos e Corredores Principais após um ano de funcionamento dos equipamentos comparando com o mesmo período o ano anterior (Sem fiscalização eletrônica).

Fonte: STTP apoio CPTran SAMU e NUMOL.

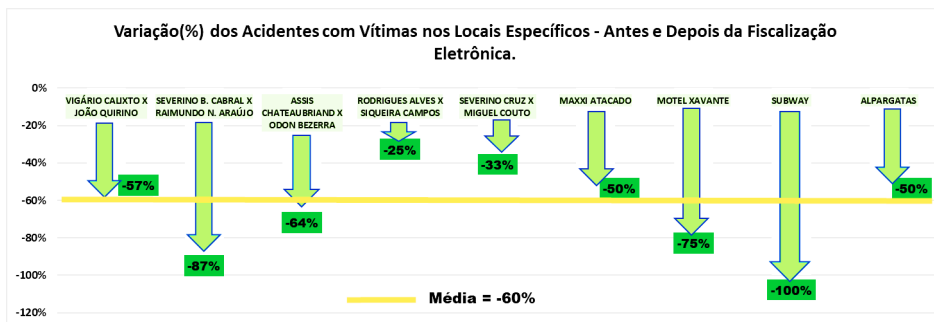


Gráfico 02: Análise gráfica dos locais específicos antes e depois da fiscalização eletrônica.

Fonte: STTP apoio CPTran SAMU e NUMOL.

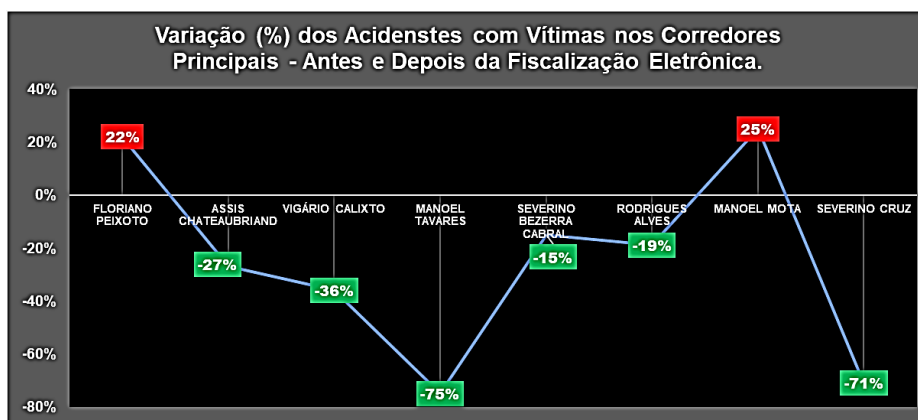


Gráfico 03: Variação dos acidentes a nível de corredor principal

Fonte: STTP apoio CPTran SAMU e NUMOL



## 4 | CONCLUSÃO

Considerando o que preconiza a Década de Ações para Segurança Viária e o Programa PARE a pesquisa evidenciou que nos locais específicos onde há fiscalização eletrônica os resultados foram estatisticamente significativos ao nível de 5% de significância sendo 5 vezes melhores que nos corredores principais e 7 vezes melhores que nos corredores secundários contudo um ano após o funcionamento dos equipamentos o estudo mostra resultados positivos nos três níveis de localização dos acidentes sendo mais expressivo nos locais específicos onde a melhoria foi superior a 60% em todos os parâmetros de segurança com destaque para a redução dos óbitos (-100%) redução dos custos sociais (-71%) e redução dos atropelamentos de pedestres (-67%). com ênfase para os locais específicos: MAXXI ATACADO (Avenida Floriano Peixoto) ALPARGATAS (Avenida Assis Chateaubriand) e o cruzamento da rua Rodrigues Alves com a rua Siqueira Campos por não terem registrado nenhuma morte no período comparativo. Quanto aos corredores principais os destaques entre os parâmetros foram: Redução de (-27 3%) no nº de óbitos que passou de 11 para 8 depois da fiscalização principalmente nos corredores: Vigário Calixto (-100%) Manoel Tavares (-100%) Rodrigues Alves (-100%) Redução de (-20 9%) nos atropelamentos de pedestres especialmente no corredores: Manoel Tavares (-100%) Rodrigues Alves (-100) e Severino Cruz (-100%) e Redução de (-15%) na “quantidade de vítimas por acidentes” por influenciar diretamente na ocupação dos leitos hospitalares Os acidentes com motocicletas também reduziram especialmente nos corredores: Manoel Tavares (-78%) e Severino Cruz (-67%) porém menos expressivo (-13%). Quanto aos custos à sociedade causados pelos acidentes nos corredores concluímos que houve uma redução de (15%) o que equivale a -1.411.194 00 reais. Logo concluímos que a fiscalização eletrônica quando colocado em locais específicos de alto índice de acidentes sua influência se traduz em redução de acidentes sendo esta estatisticamente significativa nesses locais. Concluímos ainda que tanto nos corredores principais quanto nos corredores secundários também ocorre diminuição dos acidentes num percentual menor e gradativo sendo não significativo ao nível de 5% de significância. Contudo não pretendemos exaurir as possibilidades de novos estudos à medida em que as características das vias e os costumes dos condutores e pedestres mudam com o passar dos tempos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil Brasília 24 set. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9503Compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503Compilado.htm) Acesso em 17 set. 2020.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras** – relatório executivo. Brasília: Ipea e ANTP 2003

KI-MOON Ban **Global Plan for the DECADE OF ACTION FOR ROAD SAFETY 2011-2020** Version 3. 2011.

**Programa PARE** – Procedimentos para o tratamento de Locais críticos de acidentes de Trânsito. / Ministério dos Transportes. – Brasília: TDA Desenho e Arte. 2002.

STEVENSON William J. **Estatística Aplicada a Administração**. São Paulo: Harper & Row do Brasil 1981.

TAPIA GRANADOS José A. **Rev Panam Salud Pública**. vol.3. n.3 Washington. Mar. 1998.

# CAPÍTULO 13

## GRUTA DA MOITA DOS PORCOS CAETITÉ – BA E O PROBLEMA DO REGISTRO DE SÍTIOS ESPELEOLÓGICOS COM PERFIL ARQUEOLÓGICO

*Data de aceite:* 01/12/2020

*Data de submissão:* 04/09/2020

### **Elvis Pereira Barbosa**

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC.  
Departamento de Filosofia e Ciências Humanas  
– DFCH.  
Ilhéus Bahia.  
<http://lattes.cnpq.br/9806422518681233>

### **Márcio Santana Santos**

Universidade do Estado da Bahia – UNEB.  
Departamento de Ciências Humanas e  
Tecnológicas Campus XVIII.  
Eunápolis Bahia.  
<http://lattes.cnpq.br/9224697403305200>

**RESUMO:** Originalmente este trabalho foi apresentado 35º Congresso Brasileiro de Espeleologia realizado na cidade de Bonito/MS de 19-22 de junho de 2019 e procura evidenciar a partir do estudo de caso de uma caverna situada no município de Caetité BA os problemas oriundos da classificação de sítios espeleológicos como sítios arqueológicos e a dificuldade em manter protocolos compatíveis entre o IPHAN e o CECAV/ICMBio e que sejam facilitadores da classificação da relevância das cavernas como sítio espeleológico e/ou sítio arqueológico.

**PALAVRAS - CHAVE:** Cavernas – Topografia – Sítios Arqueológicos.

### MOITA DOS PORCOS CAVE CAETITÉ – BA AND THE PROBLEM OF THE REGISTRATION OF SPELEOLOGICAL SITES WITH ARCHAEOLOGICAL PROFILE

**ABSTRACT:** Originally this work was presented at the 35th Brazilian Speleology Congress held in the city of Bonito/MS from June 19-22 2019 and seeks to highlight from the case study of a cave located in the municipality of Caetité BA the problems arising the classification of speleological sites as archaeological sites and the difficulty in maintaining compatible protocols between IPHAN and CECAV/ICMBio and that facilitate the classification of the relevance of caves as a speleological site and/or archaeological site.

**KEYWORDS:** Caves – Topography – Archaeological Sites.

## 1 | INTRODUÇÃO

A região sudoeste da Bahia tal qual boa parte do semiárido nordestino também é caracterizada por longos períodos de estiagem escassez de água clima quente e seco no verão e frio e seco no inverno apresentando precipitações entre 400 e 600 milímetros por ano. O município de Caetité (Figura 1) apresenta uma população de 52.696 habitantes para uma área territorial de 2.442 887 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 19 45 hab/km<sup>2</sup> para um IDHM de 0 625 (IBGE 2010). A base econômica municipal é pautada na agricultura e pecuária com uma diversificação maior para o comércio e

indústrias de base (mineração de urânio e ferro principalmente) em Caetité.



Figura 1 – Localização do Município de Caetité. Fonte: BARBOSA 2020.

A região está localizada na Serra do Espinhaço que tem início em Minas Gerais e término na Bahia mais precisamente na Chapada Diamantina. A região da Serra do Espinhaço na Bahia possui uma ocupação que remonta aos fins do século XVIII e início do século XIX a partir do deslocamento do gado e da passagem de tropeiros que faziam o comércio entre as margens do Rio São Francisco o litoral e o norte da Província de Minas Gerais (TAVARES 2001).

A região caracteriza-se historicamente como área de criação de gado que abastecia as regiões do sul e sudoeste da Chapada Diamantina produtoras de ouro e diamantes do período colonial e também por fazer parte da zona de entrepostos comerciais que abasteciam os tropeiros que cruzavam a antiga Estrada Real principalmente entre a Vila Nova do Príncipe e Santana de Cayteté e a Vila Nova de Nossa Senhora do Livramento das Minas do Rio de Contas com a Estrada Real da Vila de Diamantina no norte da Província de Minas Gerais. Este caminho possibilitava o abastecimento e o fluxo de mercadorias entre as zonas produtoras de outro e diamantes da Chapada Diamantina com as vilas situadas mais ao norte da Província de Minas Gerais.

Caetité tem sua origem relacionada a um pequeno núcleo de catequese situado às

margens da antiga Estrada Real que ligava a antiga Vila da Jacobina ao porto de Paraty no Rio de Janeiro. Data do final do século XVII o entreposto comercial conhecido como Fazenda Timóteo. Em 1724 tornou-se parte do território da Vila do Rio de Contas e em 1754 foi elevada à condição de Freguesia. Já no final do século XVIII e início do século XIX tornou-se Vila e em 5 de abril de 1810 conseguiu a emancipação de Rio de Contas sendo elevada à cidade em 1867.

Em fins do século XIX durante a passagem pela região retornando de Bom Jesus da Lapa em direção a Salvador Teodoro Sampaio tece a seguinte descrição a cerca de Caetité:

(...) Descendo para *Caetité* situada no fundo de um vale estreito a estrada defelete a lés-nordeste depois a nordeste procurando passagem por entre grotas e penhascos de quartzito que nos informaram serem auríferos e penetra na cidade cujo aspecto é deveras grato ao viajante que vem do sertão (SAMPAIO 2002 p. 211).

A descrição feita por Teodoro Sampaio para os penhascos que cortam a cidade na sua parte mais a oeste ficam mais claras quando se observa a descrição para a geologia local:

(...) os limites ocidental e oriental do Bloco do Paramirim são marcados por descontinuidades estruturais com o Espinhaço Setentrional e com a Chapada Diamantina respectivamente. Para su-sudeste não são bem definidas suas relações com o Bloco do Gavião. As coberturas vulcanossedimentares e sedimentares acumuladas nas bacias proterozóicas e pertencentes aos supergrupos Espinhaço e São Francisco têm representantes a oeste e a leste do Bloco do Paramirim. A leste conformando a província fisiográfica da Chapada Diamantina ocorrem os grupos Rio dos Remédios Paraguaçu e Chapada Diamantina do Supergrupo Espinhaço de idades Paleo a Mesoproterozóica e o Grupo Una Neoproterozóico integrante do Supergrupo São Francisco. (ARCANJO 2005 p. 3).

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia empregada consistiu na topografia da caverna – visto que ela estava cadastrada em duas plataformas (CANIE/CECAV/ICMBio e CNSA/IPHAN) porém sem indicação de topografia – e no registro fotográfico das gravuras identificadas no seu interior.

A topografia foi realizada utilizando-se bússola/clinômetro Brunton e trena convencional a partir de bases fixas e irradiação de visadas com fechamento da poligonal em grau de precisão BRCA 4D conforme pode ser observado na tabela 1. Graças a morfologia simplificada da cavidade foram necessárias apenas duas bases fixas uma poligonal e 14 visadas para fechamento da topografia.

A cavidade possui morfologia cônica em sua projeção horizontal (PROHZ) e côncava em sua seção transversal. Sua PROHZ é de apenas 17 66 metros desenvolvendo-se na

direção SW-NE com desnível de 4,5 m. A altura do teto na entrada tem aproximadamente 4,5 m e no fundo do cone chega a 1,6 m. Sua estrutura é predominantemente horizontal. Possui sedimentos consolidados em argila e inconsolidados em areia com a presença de seixos angulosos. É uma cavidade seca sem drenagem aparente ou recente. Não possui espeleotemas.

A tabulação dos dados foi feita com o software Surverx Espeleoliti 4.4 para definição de linha de trena, inclinação e poligonal (Figura 2).

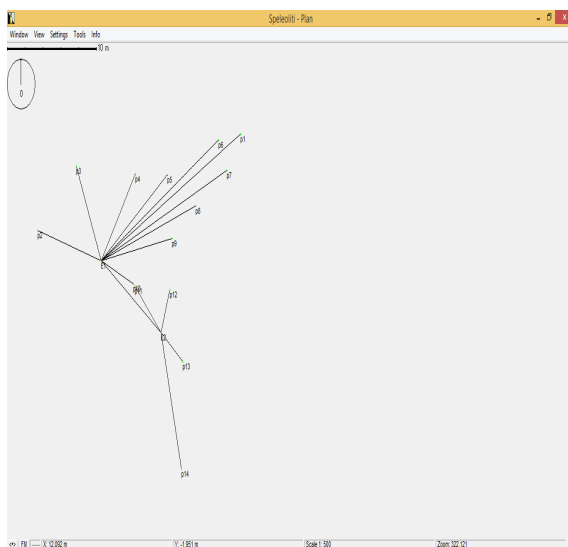


Figura 2 – Bases e linha de Trena tabulados no Speleoliti.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a região de Caetité através do mapa de Potencialidade/Porcentagem de Ocorrência do CECAV (Figura 3) observa-se que a zona com maior probabilidade de ocorrência de cavernas situa-se na porção Leste-Sul coincidindo um pouco com a formação Lagoa Real. Ainda segundo o mapa é possível observar na região de Caetité que a probabilidade de existência de cavernas gira em torno dos índices Baixo e Ocorrência Improvável segundo dados do CECAV conforme apresentado na Figura 3 e explicitado na Tabela 1.

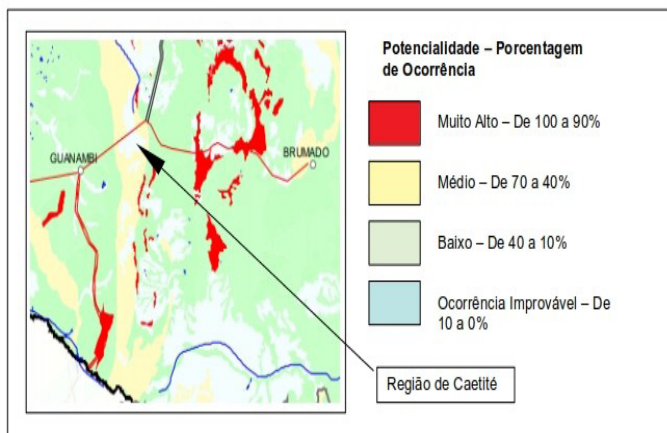


Figura 3 – Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas baseada na Litologia.

Fonte: CECAV 2008.

Litologia	Grau de Potencialidade
Rocha carbonática evaporito e formação ferrífera	Muito Alto
Arenito calcixisto carbonatito conglomerado micaxisto filito folhelho fosforito gravavaca mármore milonito quartzito ortoquartzito pelito ritmito rocha calci-silicática siltito e xisto.	Médio
Andesito anfibolito anatexito anortosito aplito adamelito ardósia argilito arcoseo basalto brecha calcedonito charnockito cloritito cromito dacito diamictito diorito diabásio diamictito dunito enderbitto fenito fonolito foyaito gabro glimmerito hornblendito hornfels ignimbrito jotunito kingzito komatito lamprofiro latito laterita máficas mangerito magnesito migmatito monzonito nefelina nordmarquito norito peridotito pegmatito piroxenito riódacito riolito rocha alcalina rocha piroclástica rocha vulcânica serpentinito sienito silexito tilito tonalito traquito troctolito trondhjemito tufito ultramafito e websterito	Baixo
Aluvião areia argila cascalho lamito linhitto sedimentos turfa e tufo	Ocorrência Improvável

Tabela 1 – Legendas das potencialidades de ocorrência de cavernas baseada na litologia.

Fonte: CECAV 2008

Após a topografia e análise dos dados segundo a matriz de valoração proposta pela IN 02/2017 a cavidade Moita dos Porcos foi classificada como sendo uma caverna de **Significativa Importância** sob o **Enfoque Local** visto que dos oito atributos apresentados obteve classificação suficiente em três atributos – ecossistema cavernícola sedimentação química e clástica histórico-culturais e socioeconômicos – e de **Baixa Importância** sob o

## Enfoque Regional.

O atributo considerado determinante para a classificação da cavidade como de Significativa Importância sob o Enfoque Local é o que diz respeito ao valor histórico-cultural e socioeconômico em decorrência da existência de um sítio arqueológico representativo – as laterais da caverna possuem um conjunto singular de inscrições pictográficas (conjunto de gravuras rupestres esculpidos na rocha em baixo-relevo) além de um volume considerado de sedimentos no seu interior.

A série de desenhos registrados nas paredes da caverna podem estar relacionados com os sedimentos identificados no interior da mesma. O significativo volume de sedimentos é um elemento fundamental para auxiliar na melhor identificação de possíveis vestígios de materiais arqueológicos principalmente com características líticas e/ou cerâmicas. O outro detalhe que chama a atenção é a considerável visitação que existe à caverna principalmente por parte de estudantes de escolas da região. Na propriedade onde está situada a caverna existe um controle de pessoas/grupos que visitam o local.

Dentro do contexto de Arqueologia Regional e que inclui o sítio/caverna da Moita dos Porcos observa-se a sua relevância singular para a região principalmente pelo fato de que inscrições rupestres com características pictográficas como está registrado no interior da cavidade é raro na área. Dentro do que é classificado como registro rupestre para esta parte do estado da Bahia encontra-se a tradição rupestre São Francisco definida como:

Uma Tradição típica do vale do Rio São Francisco estendendo-se entre os estados de Minas Gerais Bahia e Sergipe além de Goiás e Mato Grosso. Nesta Tradição predominam os motivos geométricos mas verificam-se também desenhos que representam formas humanas e animais (peixes pássaros cobras sáurios e algo parecido com tartaruga). Não existe nenhuma cena e na maioria dos casos as figuras são feitas em duas cores. (...) Os artesãos demonstraram um forte sentido de "efeito" na combinação de cores vivas e na organização interna das figuras geométricas o que torna os painéis extraordinariamente espetaculares. (GASPAR 2003 p. 52-53).

Esta definição abrange quase que exclusivamente as pinturas rupestres e não inclui as pictografias portanto a caverna possui uma singularidade em relação aos demais sítios arqueológicos encontrados na região e mais ainda quando se considera o fato dele estar situado no interior de uma cavidade natural subterrânea e sem estudos de caráter arqueológicos desenvolvidos até o presente momento tendo apenas o seu registro como sítio arqueológico junto ao Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do Instituto Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – CNSA/IPHAN.

Além da classificação da cavidade segundo a matriz de valoração proposta pela IN 02/2017 também foi realizada a topografia da caverna. Esse procedimento teve como finalidade concluir o processo de cadastramento da cavidade junto ao Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE do CECAV/ICMbio além de incluí-la no CNC/SBE. Embora de pequena projeção e sem grandes atributos espeleológicos possui em seu



interior pictografias de grande valor arqueológico.

## 4 | CONCLUSÕES

A região de Caetité e cidades circunvizinhas vem sendo objeto de instalação de significativos parques eólicos ao longo desta década. Em decorrência da implantação destes empreendimentos houve um aumento significativo dos processos de licenciamentos ambientais envolvendo principalmente estudos arqueológicos e estudos espeleológicos ampliando a gama de conhecimento da Arqueologia e Espeleologia para a região. Combinado com o vasto conhecimento geológico em virtude da existência de mineração de urânio e ferro as serras e planaltos de Caetité apresentam surpresas. Apesar da proximidade da bacia do São Francisco – visto que a região está inserida no Cráton do São Francisco – e em função das suas características geológicas nota-se que o terreno não indica a presença de afloramentos significativos que determinem ou indiquem qualquer possibilidade de ação cárstica por veículos químicos ou físicos apenas a ocorrência de rochas carbonáticas em pequenas quantidades evaporito e formação ferrífera no entorno do município de Caetité.

Destá maneira e com base nos dados geológicos não seria errôneo afirmar que na região de Caetité predominam as características geológicas metassedimentares com uma maior ocorrência de cavernas ferríferas concentradas nas imediações do povoado de Brejinho das Ametistas situadas a sudeste da sede do município.

Neste sentido a cavidade que se destaca é a Toca dos Tapuias também conhecida na região como Moita dos Porcos situada a aproximadamente 18 km da sede municipal. Esta pequena cavidade é um sítio arqueológico tombado pelo IPHAN e no seu interior destaca-se um expressivo conjunto de pictografias e pinturas rupestres localizadas em suas laterais (Figuras 4 a 7).



Figura 4 – Entrada da caverna vista a partir do seu interior.

Foto: Márcio Santana 2017.



Figura 5 – Vista do final da caverna a partir do seu ponto central com luminosidade natural.

Foto: Elvis Barbosa 2017.



Figura 6 – Lateral esquerda da cavidade com as inscrições pictográficas feitas em baixo-relevo.

Foto: Elvis Barbosa 2017.



Figura 7 – Lateral direita da cavidade com as inscrições pictográficas em detalhe.

Foto: Elvis Barbosa 2017.

O maior problema observado nesta caverna diz respeito a dificuldade em estabelecer de maneira clara a sua classificação em decorrência da legislação divergente entre o CECAV/ICMBio e o IPHAN no tocante a classificação de cavernas. Pelo registro do IPHAN constante na Instrução Normativa IN 001 de 25 de março de 2015 a cavidade (sítio arqueológico) possui extrema relevância para a Arqueologia Brasileira. Porém ao fazermos a classificação segundo os atributos da Matriz de Valoração constante na IN 02/2017 do CECAV/ICMBio encontramos o seguinte posicionamento: **Significativa Importância** sob o **Enfoque Local** e **Baixa Importância** sob o **Enfoque Regional**.

Essa divergência entre as legislações comprometem o estabelecimento de parâmetros mínimos e seguros diante do avanço dos empreendimentos que necessitam de estudos de Arqueologia e de Espeleologia para compor a avaliação dos danos ambientais que possam ser causados pela implantação dos mesmos como parques eólicos parques solares e usinas hidrelétricas. Essa dubiedade de legislação põe os investimentos em cheque evidenciando a falta de comunicação entre dois setores significativos no processo de licenciamento ambiental o IPHAN e CECAV/ICMBIO. Embora seja observado uma disposição para o diálogo por parte do CECAV/ICMBIO até o presente momento não foi possível encontrar no IPHAN a mesma disposição ao diálogo ou sinais que apontem para uma aproximação das legislações específicas de cada órgão e que tratam do assunto – sítios arqueológicos localizados em cavidades naturais subterrâneas.

Essa visão até certo ponto unilateral por parte do IPHAN pode ser considerada perigosa visto que afasta empreendedores e principalmente pode conduzir ao desenvolvimento de estudos simplificados sobre a relevância e classificação das cavidades naturais subterrâneas brasileiras comprometendo a avaliação realizada por espeleólogos e desqualificando na medida do possível a legislação referente ao patrimônio espeleológico

brasileiro e que vem sendo consolidada ao longo dos últimos 50 anos.

Nos últimos anos a Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE vem envidando esforços para contornar essa situação através de uma maior aproximação junto a Sociedade de Arqueologia Brasileira – SAB. Entretanto esta é uma media que também precisa ser encampada pelo IPHAN e pelo CECAV/ICMBio respectivamente responsáveis pela fiscalização das ações que podem colocar em risco o patrimônio arqueológico e espeleológico brasileiro. Até lá ficamos a descoberto com as inúmeras brechas da legislação conflitante atualmente em vigor.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

A Universidade do Estado da Bahia – UNEB

## REFERÊNCIAS

ARCANJO J. B. A. et al. **Vale do Paramirim Bahia**: geologia e recursos minerais. Salvador: Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM 2005. (Arquivos Abertos v. 22). Disponível em: <http://www.cbpm.com.br/maneger/file/aberto22.zip> Acessado em 20/08/2017.

BARBOSA E. P. **Localização do Município de Caetité**: Modificação a partir de imagem de Rafael Lorenzeto de Abreu disponibilizada em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bahia\\_MesoMicroMunicip.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bahia_MesoMicroMunicip.svg) Acessado em 01/09/2020.

CANIE. **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas**. CECAV/ICMBio. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html> Acessado em 31/08/2017.

CECAV. **Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas baseada na litologia – primeira aproximação**: Estado da Bahia. Brasília: CECAV 2008.

GASPAR M. **A arte rupestre no Brasil**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar 2003. (Descobrimo o Brasil).

IBGE. **Portal IBGE Cidades**. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=290520&search=bahialcaetite>. Acessado em 20/08/2017.

MACHADO G. S. **Geologia da porção sul do complexo Lagoa Real Caetité Bahia**. Salvador: UFBA 2008. (Instituto de Geociências Universidade Federal da Bahia Monografia de Graduação em Geologia).

SAMPAIO T. **O rio São Francisco e a Chapada Diamantina**. Organização: José Carlos Barreto de Santana. São Paulo: Companhia das Letras: 2002.

TAVARES L. H. D. **História da Bahia**. São Paulo Salvador: UNESP EDUFBA 2001.

## INTEGRAÇÃO SISTÊMICA ENTRE SOCIEDADE E AMBIENTE: UM ESTUDO DO BAIXO RIO JUNDIAÍ NO MUNICÍPIO DE INDAIATUBA SP

*Data de aceite: 01/12/2020*

**Osmar da Silva Laranjeiras**

Universidade Estadual de Campinas. Campinas  
SP Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9438466979360033>

**RESUMO:** Este estudo aponta para uma relação íntima entre meio ambiente e crescimento econômico no curso inferior da Bacia do Rio Jundiáí no município de Indaiatuba Estado de São Paulo. São aspectos que possibilitam a reflexão sobre o desenvolvimento econômico e a conservação da natureza frente ao rápido desenvolvimento na região principalmente pela presença de modernos condomínios industriais e rápida expansão urbana. Compreender a relação entre ambiente e sociedade requer uma análise envolvendo o território e os sistemas que os permeiam. A relação entre cidadãos e natureza trata-se de uma conexão importante na perspectiva do meio ambiente e da sociedade. Tal compreensão está vinculada à preservação das tradições culturais e ambientais condicionada à complexidade dos sistemas e subsistemas e suas interações envolvendo múltiplos aspectos econômicos jurídicos de governança sociais ambientais. a compreensão territorial como patrimônio da perspectiva do meio ambiente e da sociedade exige uma visão de todos os eventos do ponto de vista sistêmico para entender uma cidade resiliente do ponto de vista da qualidade de vida e economia.

**PALAVRAS - CHAVE:** Meio ambiente e sociedade Sistema complexo Cultura Rio Jundiáí Educação ambiental Resiliência.

SYSTEMIC INTEGRATION BETWEEN SOCIETY AND THE ENVIRONMENT: A STUDY OF THE LOWER JUNDIAI RIVER IN INDAIATUBA CITY SP

**ABSTRACT:** This study points out an intimate relationship between environment and economic growth in the downstream of the Jundiáí River Basin in the municipality of Indaiatuba São Paulo State. These aspects make it possible to reflect on economic development and nature conservation given the rapid development in the region in particular by the presence of modern industrial condominiums and rapid urban expansion. Understanding the relationship between environment and society requires an analysis involving integrated analyzes of the territory. The relationship between citizens and nature is an important connection in the environment and society perspective facing the preservation of cultural and environmental traditions conditioned to the complexity of systems and subsystems and their interactions involving multiple economic legal governance social environmental Thus territorial understanding as a heritage from the perspective of the environment and society requires a look at all events from the systemic view in order to understand a resilient city from the point of view of quality of life and economy.

**KEYWORDS:** Environment and society Complex system Culture Jundiáí River Environmental education Resilience.



## INTRODUÇÃO

A relação da população de Indaiatuba cidade do interior do Estado de São Paulo e a educação ambiental do Bacia do Baixo Jundiá constitui um dos pilares importantes sobre ordenamento territorial de resiliência urbana e educação ambiental requer uma visão sistêmica sobre os aspectos econômicos sociais culturais ambientais e de governança. Além disso envolve outras potencialidades que merecem atenção por parte do poder público e da sociedade visto que os elementos da natureza não atuam isoladamente mas num contexto coletivo baseado na Teoria Geral dos Sistemas.

Segundo abordagem de Bertalanfy (1972) as interações pressupõem que os elementos da natureza e seus fenômenos interagem numa escala global sistêmica constituindo uma teia da natureza. Essas mesmas visões são apontadas por Capra (2006) cujo raciocínio aponta para os elementos conectados em todas as suas dimensões incluindo as abordagens jurídica e sociológica de acordo com o pensamento da complexidade. É nessa mesma direção que os eventos no território não ocorrem de forma isolada mas num contexto de sistemas organizados no qual o todo é maior do que a soma das partes.

O recorte do estudo partiu da necessidade de preencher uma lacuna de pesquisas envolvendo a Sub Bacia do território de forma integrada relacionando as dinâmicas socioeconômicas da região de modo que a pesquisa seja transformada num produto voltado ao planejamento urbano ao desenvolvimento sustentável constituindo uma ferramenta para a gestão e administração de cidades e do território e da consciência coletiva. O estudo tem como base a porção situada no baixo curso da Bacia do Rio Jundiá envolvendo os componentes do território numa perspectiva indissociável da natureza do espaço conforme aborda Milton Santos (2001).

### **A Bacia do Rio Jundiá integrada sob olhar de um sistema complexo**

Segundo Tucci (1997) a designação de bacia hidrográfica é entendida como uma área de captação natural da água oriunda da precipitação e dos cursos d'água exigindo o escoamento para um único ponto de uma rede de drenagem. Trata-se de uma área onde as águas confluem dos rios nascentes rochas até resultar em um leito único no seu exutório.

A Bacia Hidrográfica refere-se à Bacia do Jundiá integrante do PCJ – Bacias dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiá localizadas nos municípios de Itupeva Salto Cabreúva e Indaiatuba como parte da Sub Bacia do baixo Rio Jundiá. A relação da sociedade com as águas parte do entendimento das dinâmicas espaciais numa perspectiva interdisciplinar entre o território das águas e outras condicionantes que interferem nos processos que (re) organizam o território. O estudo da Sub Bacia forma outras relações não apenas entre os municípios a que pertencem como também as regiões do médio e alto Rio Jundiá. Pensando num enfoque sistêmico as Sub Bacias devem ser entendidas como unidades que se interagem de forma permanente com os elementos das camadas de análise constituindo uma unidade multiplicidade e diversidade (MORIN 2008). Assim as Sub bacias devem ser

pensadas como subsistemas dos sistemas indissociáveis de objetos e de ações. Isso inclui a vegetação o relevo a economia a cultura as dinâmicas urbanas econômicas para exemplificar.

Segundo Sampaio (1998) o território do baixo Rio Jundiá é entendido como recorte de um sistema de bacias o que implica repensar uma proposta de elementos inter-relacionáveis como parte do todo que assume uma estrutura particular uma dinâmica no domínio do tempo e espaço. Embora as unidades hídricas se assemelhem em muitos aspectos as microbacias do baixo Jundiá assumem uma paisagem peculiar e estratégica para os municípios e outros territórios tanto do ponto de vista do abastecimento hídrico urbano quanto das suas interações com os demais elementos físicos humanos culturais e afetivas do lugar.

Considerando a Bacia do Rio Jundiá como um sistema e os seus afluentes como um subsistema o conjunto desempenha funções específicas muito embora a soma dos subsistemas não corresponda ao todo. Segundo Capra (1986) a concepção sistêmica está presente no mundo cada vez mais conectado contrariando as ideias do mundo linear e cartesiano. Por isso a Bacia Hidrográfica como sistema sugere que os fenômenos e eventos que ocorrem no território estão permanentemente inter-relacionados e em permanente processo de mudança segundo os estágios de aprimoramento das ideologias adotadas no território em consonância com as novas relações urbanísticas antrópicas sociológicas e no comportamento humano no espaço geográfico onde os processos estão presentes às dinâmicas dos fixos e dos fluxos como as malhas rodoviárias estradas portos aeroportos bairros os recursos hídricos sistema de produção (indústria comércio serviços agropecuária etc) atuam como requisitos do enfoque sistêmico. Os processos físicos biológicos e antropológicos do município de Indaiatuba[SP] constituem um sistema essencial para construção de uma sociedade integrada com os demais sistemas proporcionando um elevado grau de crescimento econômico social e humano constatado pelo elevado Índice de Desenvolvimento Humano que segundo o PNUD – Programa das nações Unidas para o Desenvolvimento encontra-se numa posição elevada de qualidade de vida. Com base nas camadas econômicas sociais culturais ambientais de governança e de legislação na perspectiva do pensamento complexo o território na Sub bacia do Rio Jundiá constitui uma complexa relação o que exige não só a análise isolada do território mas a análise de todo de forma mais ampla possibilitando que os processos identifiquem os pontos fracos apresentando propostas de melhorias. Os processos que ocorrem na sub-bacia se conectam numa região com potenciais econômicos significativos com geração de emprego renda e desenvolvimento para os municípios do baixo Jundiá promovendo benefícios para outras regiões do seu entorno em particular nas macrometrópoles de São Paulo não obstante os interesses econômicos em detrimento ao desenvolvimento humano numa perspectiva da coletividade.

## Aspectos culturais e ambientais

O Município de Indaiatuba recebeu no século XIX um expressivo fluxo migratório de europeus destacando-se os cidadãos de origem Suíça e Alemã formando uma complexa identidade na qual os costumes hábitos e tradições são variadas o que favorece a preservação dos costumes e culturais com uma notável relação de pertencimento representado pela culinária danças músicas rituais religiosos língua projetos arquitetônicos práticas agrícolas entre outros hábitos misturados aos cidadãos que já habitavam o território como a tradição africana e portuguesa. A partir da metade do século XX o desenvolvimento econômico foi impulsionado por diversas atividades introduzidas no território incluindo as modernas indústrias estabelecendo uma harmonia entre modernidade e cultura. Entretanto o desenvolvimento econômico os conflitos entre modernidade e cultura não foram impedimento para despoluição da Bacia Hidrográfica do baixo Jundiá. Albuquerque (2012) explica que tendo a bacia como base principal do sistema de gestão é possível realizar a delimitação e reconhecimento do ambiente físico a aplicação de legislação específica compatível à realidade local e a análise integrada que leva a possível coesão entre os grupos sociais e o aspecto físico local.

A aceitação mundial deste mecanismo de gestão é reconhecida por diversos autores e outro fator que destaca sua relevância é que a bacia é um sistema natural de delimitação geográfica onde os fenômenos e interações podem ser conectados além de contribuir para o pensamento a partir de uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização de qualquer espaço geográfico por menor que seja há uma interação com uma bacia hidrográfica criando um espaço de referência conforme aponta Nascimento (2008).

A bacia como unidade de planejamento e gerenciamento propõe uma visão abrangente incluindo em seu programa as políticas públicas tecnológicas e de educação promovendo solução de problemas a disponibilização de recursos e a garantia dos usos múltiplos da água com a participação da sociedade dos gestores municipais cientistas poder público organizações públicas e governança conforme destaca Nascimento (2008).

Segundo Argollo Ferrão (2016) o entendimento da Bacia ultrapassa os limites dos recursos hídricos da paisagem atribuindo à região uma hierarquia mais ampla por estar além da visão fragmentada do território a partir apenas da observação e dos sentidos sensoriais. Dessa forma é necessária uma visão além do discurso da água agregando o Método POP – Pensamento Orientado a Processos. A abordagem sistêmica o pensamento complexo de acordo com as análises de Argollo Ferrão (2016) proporciona uma visão ampla sobre a bacia hidrográfica levando em consideração os arranjos que envolvem o território como o uso do solo vocações econômicas culturais. Segundo La Laina (2008) a gestão de recursos hídricos baseada em bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990 quando foram acordados os Princípios de Dublin especialmente os princípios que fazem referência à importância da água doce como recurso na qual se sustenta a vida



e à importância nas atividades econômicas culturais religiosas turismo e outros usos e representações que a sociedade atribui.

Dessa forma a interação entre sociedade e ambiente enseja um amplo envolvimento coletivo composto por gestores públicos e civis de forma mútua de todos os níveis e hierarquias no território (WMO 1992). A Organização Meteorológica Mundial detectou em períodos anteriores a eficácia da governança de recurso hídrico baseados em unidades de bacias que ocorreram no passado. No Brasil o início da gestão integrada dos recursos hídricos em bacias hidrográficas surgiu no ano de 1976 com um acordo entre o Ministério de Minas e Energia e o governo de estado de São Paulo para melhorar as condições sanitárias das bacias do Alto Tietê e Cubatão. Em 1978 foi constituído o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas visando a participação dos órgãos do governo sociedade e organizações com atribuições consultivas com intuito de envolver toda a sociedade na preservação da vida.

Dessa forma a bacia hidrográfica só assume a sua identidade e sua unicidade quando se estabelece relações a outros integrantes da natureza como os aspectos biológicos antropológicos relevo vegetação correntes de ventos regime de chuvas e outros fenômenos meteorológicos característicos daquela região. A água só assume uma condição de recurso a partir da relação humana e seus impactos através de intercâmbios usos e vínculos afetivos. Em determinados territórios a exemplo de Indaiatuba as relações entre bacias hidrográficas formam uma unidade em particular no meio urbano onde os meios produtivos bem como sua representação na riqueza e diversidade cultural.

As tradições humanas encontram-se vivas em muitos aspectos como as festas que mostram a riqueza do acervo material e imaterial destacando-se a FENUI – Festa das Nações Unidas (com as colônias suíça italiana japonesa alemã e afro-brasileira). Destacam-se ainda a Festa do Peão FAICI – Festa Agropecuária Industrial Comercial Festa das Frutas e Hortaliças além das tradições praticadas no ambiente familiar. O geógrafo Milton Santos (2012) defende que a produção do espaço é resultado da ação dos homens atingindo os objetos naturais e artificiais ratificando o papel dos valores culturais muito embora nem todas as práticas culturais estejam voltadas para a resiliência.

Assim a ação do homem sobre o território é uma reprodução de níveis diferentes na cultura material e imaterial. Na região existem museus que representam os aspectos culturais da região como o Museu da Água cemitérios privados templos religiosos que marcam a cultura local. Segundo Milton Santos (2012) a paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais e suas múltiplas relações e funções formando um sistema complexo entre as formas culturais envolvendo os atores específicos daquela cidade. Segundo Simmel (2005) a complexidade da vida social a multiplicidade das funções o domínio das técnicas no sistema produtivo e os artifícios culturais vão se degradando ao passo que o dinheiro vai adquirindo mais importância.

As megacidades e as cidades globais em particular na região Sudeste do Brasil

são exemplos emblemáticos de sociedades que pouco valorizam as memórias esvaziam o sentido afetivo de sua história desprezo pela cultura do seu passado e presente. Entretanto algumas sociedades ainda valorizam o seu território e os seus acontecimentos como maior patrimônio de sua existência a partir das interações com o meio-ambiente intercâmbio cultural das representações do imaginário.

Voltando para o caso específico de Indaiatuba os parques a água como fonte de abastecimento e temática cultural do lugar adicionada a eventos culturais de atividades recreativas e esportivas são uma realidade do território. Por isso o turismo rural local possui forte incremento devido a manutenção das tradições agrícolas onde são promovidas visitas às plantações de frutas e aos locais de produção de bebidas. Há vários pontos para a venda de derivados de leite salames licores doces artesanais resultado da forte influência da cultura da Sub bacia. Também existem na cidade edifícios históricos alguns desativados que fazem parte da história da cidade edificações ferroviárias desativadas mas com potencial de inserção na identidade local.

Os donos de escravos tinham a obrigação de fazê-los receber o sacramento do batismo pois era uma forma de registro dos proprietários e das autoridades locais que faziam o controle dos negros ex-escravos na vila. Os templos não eram apenas locais de práticas de rituais mas locais de registro da população as quais passaram a ser recenseada apenas em 1850 pelo IBGE – Instituto de Geografia e Estatística. É possível inclusive encontrar registros de escravos que trabalhavam para os donos das terras nas atividades agrícolas seguindo as tradições europeias muito embora os efeitos da escravatura careçam de políticas inclusivas a favor da população afro-descendente. Além do conhecimento sobre a produção cafeeira a cultura possibilitou algumas memórias presentes na paisagem e nas fazendas locais o que Argollo Ferrão (2015) chamou de *arquitetura do café* remete a promoção e legado histórico-cultural cujas atividades deixaram as suas marcas no território. As atividades culturais e comerciais foram fundamentais para a manutenção das tradições locais como a presença de peças em cerâmica ferramentas formas de comunicação e expressão.

No entanto um importante legado das atividades culturais e os costumes locais são os recursos hídricos como um ícone regional como o *landmark* de Indaiatuba. Entretanto esses vínculos podem constituir um embaraço frente ao crescimento das cidades a expansão urbana e o uso predatório dos recursos naturais não apenas locais mas vinculados à falta de políticas adequadas em outras bacias que atingem a cidade sob a análise do pensamento sistêmico requerendo uma reflexão sobre o planejamento urbano cujo produto é prepara uma cidade para todos em conformidade com as análises de Henry Lefebvre (2001)

## **Aspectos jurídicos e de governança**

O aspecto de governança envolve da participação dos grupos envolvidos na questão

do território da bacia hidrográfica buscando uma articulação no campo da política do lazer da mobilidade e do meio ambiente. A governança envolve os cidadãos empresas ONG's poder público além das escalas municipais. Sobre a área de estudo atuam muitas entidades de nível nacional como a Agência Nacional de Águas (ANA) Comitê Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) entidades estaduais como as secretarias estaduais CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) Fundação ITESP (Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo) e também entidades regionais da bacia. No total são 28 decretos 32 leis federais e estaduais paulistas além de portarias de diferentes órgãos como o Departamento de águas e Energia Elétrica e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos. O ranking do PMVA (Programa Município Verde e Azul) programa contido do Plano de Bacias 2010-2020 organizado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo adotado pelas cidades deste território mede a eficiência na gestão ambiental e desenvolvimento sustentável.

As diretrizes deste programa estadual abrangem os temas: Município Sustentável Estrutura e Educação Ambiental Conselho Ambiental Biodiversidade Gestão das Águas Qualidade do Ar Uso do Solo Arborização Urbana Esgoto Tratado e Resíduos Sólidos. O Programa Município Verde e Azul ajudará as cidades a constituírem estrutura executiva com capacidade e autonomia para comandar ações ambientais locais. O programa tem também por objetivo preparar os municípios para realizar licenciamento e fiscalização ambiental (COBRAPE 2011). Notadamente algumas premissas sugeridas através do Plano de Bacias do PCJ tal plano busca a integração sistêmica de todos os territórios administrativos que fazem parte da Bacia do consórcio. Outro importante projeto constante no Plano de Bacias 2010-2020 do PCJ denominado como Projeto de Recuperação de Matas Ciliares (PRMC) é um importante passo para a recuperação de áreas de várzea e contribuição para a manutenção da qualidade das águas do estado.

O Projeto de Recuperação de Matas Ciliares (PRMC) tem como objetivo o desenvolvimento de instrumentos metodologias e estratégias para viabilizar um programa de restauração de matas ciliares de longo prazo e abrangência estadual. No caso das Bacias PCJ as Microbacias selecionadas são: Ribeirão Moinho em Nazaré Paulista Ribeirão Piráí em Cabreúva e Ribeirão Cancã em Joanópolis (COBRAPE 2011). Visando a integração entre usuários da sub-bacia do Rio Piráí manancial importante da bacia do Rio Jundiáí e a dificuldade nas questões ambientais em comum para a população das cidades que se abastecem deste curso d'água são elas Indaiatuba Itu Salto e Cabreúva através de uma abordagem sistêmica para a junção de esforços em prol de um benefício comum foi criado em 12 de Junho de 2003 o Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Piráí (CONIRPI). Este órgão busca a integração intermunicipal para o planejamento regional estratégico buscando entender a complexidade inerente ao território e propondo programas e projetos com vistas à preservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico.

A Sub-bacia do baixo Rio Jundiáí dispõe de legislação ambiental rigorosa que

delimita entre outras a APA Serra do Japí no município de Jundiá local de enorme importância ambiental e declarado Reserva da Biosfera do Cinturão Verde pela UNESCO e através da Resolução nº 11/83 a APA Serra do Japí também foi objeto de tombamento pelo CONDEPHAAT. Esta região é composta por grandes fragmentos de vegetação de Mata Atlântica e circundam a Região Metropolitana de São Paulo e compõe valor incalculável de biodiversidade. Segundo Rodrigues *et al.* (2006) as reservas da biosfera representam mais do que uma figura tradicional de conservação ambiental. A visão tradicional de gestão das áreas protegidas tende em muitos casos a considerar o ambiente natural isoladamente desconectando-o do seu contexto ecológico social econômico e cultural. Embora esta perspectiva “*convencional*” tenha contribuído significativamente com a conservação da natureza é crescente o consenso em favor da necessidade de se ampliar o alcance do conceito. Neste sentido a conservação transita por uma fase de reorientação. Ganham espaço os enfoques que consideram os sistemas de co-gestão que negociam os interesses e os conflitos dos diferentes atores com o propósito de se conciliarem os objetivos de conservação e de desenvolvimento.

A implementação destes enfoques contudo constitui um enorme desafio com implicações jurídicas institucionais e administrativas. Para que esta reorientação teórica seja operativa na prática deve-se modificar substancialmente a participação e o papel dos grupos interessados no processo de tomada de decisão Jaeger (2005). No caso específico da Bacia do Rio Jundiá existem instrumentos legais e jurídicos como enquadramento do planejamento de gestão e de tratamento voltados ao uso racional. As políticas do uso da água estão previstas em legislação como a Agência Nacional das Águas – ANA Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB como instrumentos para regulação e instrumento fundamental na esfera do planejamento. Além disso a legislação tem o caráter de integrar a política de recursos hídricos com a política de meio ambiente associando a outros instrumentos de gestão das águas (Outorga do Direito de Uso de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos) com os instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento de qualidade). Não devendo ser visto como uma simples classificação o enquadramento é um recurso de gestão que visa assegurar que a qualidade das águas seja compatível com as demandas. A partir da identificação dos usos mais nobres e conseqüentemente mais restritivos em termos de qualidade o enquadramento estabelece no caso das águas superficiais a classe de qualidade da água a ser mantida ou alcançada em um trecho (segmento) de um corpo de água.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) dispõe que as classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental e delega às Agências de Bacia competência para propor aos respectivos Comitês de Bacia o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos de acordo com a dominialidade. Anterior a PNRH o Decreto Estadual nº 8.468 de 8 de setembro de 1976 definiu classes

de uso e o Decreto 10.755 de 22 de novembro de 1977 apresentou em seu contexto o enquadramento dos corpos d'água no Estado de São Paulo. Os Decretos Estaduais nos 24.839/86 e 39.173/94 e as Deliberações do Conselho Estadual de Recursos Hídricos estabeleceram reenquadramento de alguns destes corpos d'água. A CETESB em parceria com a Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente e a Coordenadoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos aplicou sobre uma base cartográfica digital os dados de enquadramento dos corpos hídricos segundo regramentos legais. Com a criação disponibilização e manutenção contínua deste material esperam-se auxiliar os diversos processos envolvidos na Gestão dos Recursos Hídricos e Gestão Ambiental e ainda dar subsídio às discussões de reenquadramento dos corpos hídricos.

A falta de fiscalização para cumprimentos dos instrumentos jurídicos tem se constituído um empecilho para garantir o equilíbrio do ecossistema em particular das águas das microbacias do Rio Jundiáí as bases de governança e amparo jurídico o estudo aponta como essas instituições de reportam frente a esses desafios. Os inúmeros rios e cursos d'água que com frequência sofrem processos de poluição necessitam de ações não só do poder público e agências reguladoras municipal estadual e federal mas por iniciativas de grupos humanos e de governança além das limitações dos Comitês das águas.

## CONCLUSÃO

As pesquisas abordando os sistemas e subsistemas do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Baixo Jundiáí sob a perspectiva da sociedade e ambiente apontam uma região próspera do ponto de vista econômico e ambiental. O Município se destaca pela forte vocação industrial comercial e de produção cultural contribuindo para o aumento da riqueza e qualidade de vida. Além disso o território se configura como um importante lugar dinâmico de fortes laços afetivos e ambientais entre território e sociedade favorecendo a correlação entre o espaço urbano e rural incluindo os recursos hídricos principalmente o Córrego Barnabé que ao longo de seu curso a população utiliza como área de lazer e entretenimento.

O rio faz parte do acervo patrimonial do Município em conjunto com o Museu da Água muito utilizados por escolas de ensino básico para aulas de educação ambiental. Todos os elementos que conformam o território são resultantes de um espaço complexo por sistema de objetos integrando o desenvolvimento econômico e preservação da natureza. Além da cultura representada por vários grupos étnicos e sociais deve-se destacar os processos de governança e de legislação considerados importantes para o bem-estar social a fim de se construir um ordenamento territorial no qual sociedade e natureza formem alianças de integração. Apesar disso as políticas do uso da água e urbanização acelerada bem como

a futura possibilidade de escassez dos recursos hídricos pelo aumento da sociedade de consumo aliada à industrialização poluidora e a adoção de uma política de urbanização sem planejamento o risco ambiental podem afetar a convergência entre os sistemas que compõem o território como a perda das tradições afetivas do lugar.

Dessa forma é necessário que a gestão dos recursos naturais e destinação dos rejeitos sejam repensados como escolha norteador da qualidade de vida da população. Além disso a educação deve elaborar uma discussão permanente sobre as prioridades do município levando em conta o debate sobre o lucro e sustentabilidade. Fatores associados aos aspectos físicos como clima geologia relevo geomorfologia devem aliar-se aos aspectos de outras ordens buscando um entendimento no âmbito disciplinar envolvendo as escolas comunidades museus poder público para que de forma integrada mantenham a Sub Bacia do Baixo Jundiá numa região próspera cujas potencialidades não sejam prejudicadas pelo uso predatório do solo e dos recursos.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE A. R. C. (2012). *Bacia Hidrográfica: Unidade de Planejamento Ambiental*. Manaus: UFM.

ARGOLLO FERRÃO A. M. (2016). Cidades e territórios sustentáveis paisagens culturais e desenvolvimento regional.

Labor & Engenho Campinas [SP]. Brasil v.10. p. 170-179. Acessado em [https://www.researchgate.net/publication/305213375\\_Cidades\\_e\\_territorios\\_sustentaveis\\_paisagens\\_culturais\\_e\\_desenvolvimento\\_regional](https://www.researchgate.net/publication/305213375_Cidades_e_territorios_sustentaveis_paisagens_culturais_e_desenvolvimento_regional) acessado em

BERTALANFY L.V. (2010). *Teoria Geral dos Sistemas*. Rio de Janeiro: Vozes

BRASIL. (1997). *Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001 de 13 de março de 1990 que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil Brasília DF 09 jan. 1997.

CAPRA F. (1986). *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix.

CAPRA F. (2006). *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix.

DAVENPORT T. H. (2000). *Mission critical: realizing the promise of enterprise systems*. 1 ed. Boston. Harvard Business School Press

Fundamentos desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis: Vozes

Fundamentos desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis: Vozes

Fundamentos desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis: Vozes

Fundamentos desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis: Vozes

Fundamentos desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis: Vozes. Cap. 1

GONÇALVES C. M. (2011). *Abordagem de resolução de problemas complexos orientada aos Princípios de Hidrográficas dos Rios Piracicaba Capivari e Jundiá 2010 a 2020*. São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. (s.d.). *IBGE Cidades*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/indaiatuba/panorama>.

JAEGER T. (2005). *Nuevas perspectivas para el programa MAB y las Reservas de Biosfera: Lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe*. Programa de Cooperación Sur-Sur. França Unesco

LANNA A. E. L. (1995). *Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília: IBAMA.

MORELLATO L.P.C. (Org.) (1992). *História Natural da Serra do Japi*. Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas: Ed. Unicamp/FAPESP. p. 12-23.

LEFEBVRE Henri (2001). *O direito à cidade*. São Paulo Centauro.

MORIN E. (2013). *A via para o futuro da humanidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MORIN E. (2015). *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina.

NASCIMENTO. W. M. & VILAÇA M. G. (2008). *Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento*. Três

Lagoas *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros* n. 7 maio de 2008.

OHLSSON L. & TURTON A.R. (1999). *The Turning of a Screw*. Social resource scarcity as a bottleneck in adaptation to water scarcity. Londres: University of London School of Oriental and African Studies 8p. (SOAS Occasional Paper n. 19).

RODRIGUES E. A. VICTOR R. A. B. M. & PIRES B. C. C. (2006). A reserva da biosfera do cinturão verde na cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade seus serviços ambientais e o bem-estar humano. São Paulo Fundação Seade São Paulo em Perspectiva v. 20 n. 2 p. 71-89. Disponível em: <http://www.seade.gov.br> <<http://www.scielo.br>>. Acesso 19 de maio de 2018.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2017). *Relatório Anual de Qualidade da Água*. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2017/rqa2017\\_Cabreuva.pdf](http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2017/rqa2017_Cabreuva.pdf). Acesso 19 de maio de 2018.

SAMPAIO S. L. & SAMPAIO C. C. (1998). *Indaiatuba: sua história*. Indaiatuba Rumograf.

SANTOS M. (1982). O espaço e os seus elementos: questões de método. Belo Horizonte *Revista Geografia e Ensino* v.1 n.1 p.19-30

SANTOS M. (2012). *Metamorfose do espaço habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia*. São Paulo: EDUSP. p. 71-80.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTOS (SAAE). (s.d.). *Mananciais e estações de tratamento de água de Indaiatuba*. Disponível em: <https://www.saae.sp.gov.br/mananciais-e-estacoes-de-tratamento-de-agua/>.

SIMMEL G. (2005). O Dinheiro na Cultura Moderna. In: SOUZA J. & ÖELZE B. (Orgs.). (2005). *Simmel e a Modernidade*. Brasília: Editora UnB.

HIRATA. R. (2009). A Água como recurso. In: TEIXEIRA W. FAICHILD T. R. & TOLEDO M. C. M. de. (Orgs.). (2009). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Companhia das Letras.

TUCCI C. E. M. (1997). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora UFRGS 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos v.4).

WMO. (1992). *The Dublin Statement and Conference. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21<sup>st</sup> Century*. 26-31 January 1992. Dublin Ireland Disponível em: <http://www.un-documents.net/h2o-dub.htm>.



## ISOLAMENTO ACÚSTICO LEGAL NORMAL OU REAL: QUAL ADOTAR?

Data de aceite: 01/12/2020

**Victor Mourthé Valadares**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Minas Gerais Brasil

**RESUMO:** Este trabalho faz uma reflexão sobre a questão da definição do isolamento sonoro de origem aérea recomendado para envoltórias de ambientes de edificações na vertente da privacidade acústica no contexto do tratamento acústico de recintos fechados. Foram desvelados três formatos possíveis dessa definição de isolamento aqui nomeados de *legal normal* e *real* na perspectiva do conceito de diferença de nível de pressão acústica entre ambientes que uma partição edilícia pretende isolar uma expressão da difundida noção de perda por transmissão acústica. Na reflexão teórica os níveis de critério pelas curvas NC foram adotados nos âmbitos federal (Brasil) estadual (Minas Gerais) e municipal (Belo Horizonte). Quanto à indagação no título do trabalho o formato de isolamento acústico real é melhor para orientação da especificação de sistemas construtivos de isolamento acústico pelo profissional.

**PALAVRAS - CHAVE:** acústica de edificações  
isolamento acústico  
diferença de nível.

**ABSTRACT :** This work focused on the issue of airborne sound insulation to the indoor enclosures regarding acoustic privacy in the context of the acoustic treatment of enclosed spaces. Three

types of isolation were displayed namely *real normal* and *legal* from the perspective of the notion of level difference a kind of acoustic transmission loss parameter. The theory reflection applied the noise criteria NC concept contextualized to federal (Brazil) state (Minas Gerais) and municipal (Belo Horizonte) ambits. Regarding the question posed in the title of this paper here is suggested that the real type acoustic insulation is better to guide the specification of acoustical building insulation system by professional.

**KEYWORDS:** building acoustics  
sound insulation  
difference of level.

### 1 | INTRODUÇÃO

No tratamento acústico de ambientes na abordagem da privacidade acústica há variações na denominação e definição do isolamento sonoro de origem aérea (*airborne sound insulation*) das envoltórias edilícias. Para promover o domínio sobre a estratégia que rege os estudos de privacidade acústica na prática de projetos acústicos em que este aspecto do conforto acústico é requisitado proporcionando mais clareza e familiaridade com os termos envolvidos este trabalho desvelou três formatos de isolamento acústico: o *real normal* e *legal*. Eles estão tacitamente presentes na literatura de acústica de edificações em geral (*building acoustics*) em artigos científicos normas técnicas ou livros-textos sendo importante explicitá-los no intuito de dar base para um

entendimento do compromisso de desempenho atrelado a cada formato.

## 2 | MÉTODO

Inicialmente foram feitas considerações preliminares sobre o conforto acústico na abordagem em tela seguida do delineamento da estratégia para lidar com a questão através dos conceitos de níveis de imissão e de critérios acústicos envolvidos na definição do isolamento acústico cuja denominação aqui adotada foi peculiar com a especificação de um termo base de descrição para isolamento acústico diante do conjunto de termos vigentes na comunidade científica. Na sequência os três formatos de isolamento acústico aqui desvelados foram exemplificados mediante uma reflexão teórica abrangendo os âmbitos federal (Brasil) estadual (Minas Gerais) e municipal (Belo Horizonte) e então elucidado os compromissos de desempenho de isolamento acústico envolvidos em cada um deles.

## 3 | PRELIMINARES

Na perspectiva quantitativa o conforto acústico no âmbito da privacidade acústica consiste em manter o nível de ruído ambiente do recinto de interesse dentro de num intervalo de valores entre o apropriado situação recomendada de conforto propriamente dita e o admitido limiar entre o conforto e o desconforto acústicos compondo um intervalo de aceitabilidade. Tal intervalo envolve em muitos dos casos considerados uma faixa valores definidos em termos de curvas de critério de ruído para conforto acústico para um certo ambiente interno de uma certa tipologia edilícia faixas estas denominadas em geral de curvas NC (*noise criteria curves*) as quais foram propostas e revisadas por Beranek [1] e apropriadas nas versões da NBR 10.152 de 1987 e 2017 Abnt [2] e Abnt [3] respectivamente. O menor valor de NC desse intervalo é aqui denominado de valor mais restritivo (NC+R) e o maior menos restritivo (NC-R). Na Tabela 1 constam extratos de recomendações dessas faixas para ambientes domésticos.

Especificação do local	NC <sup>1</sup>	Fonte
Quartos dormitórios em quartéis hospitais residências apartamentos hotéis motéis (para dormir descansar relaxar) Ambientes de estar	até 30	Beranek [1]
Ambientes de estar e entretenimento em ambientes domésticos (para conversação audição de rádio e televisão)	30 a 40	
Residências Dormitórios Salas de estar	35 a 45 40 a 50	ABNT [2] <sup>2</sup>

Residências		ABNT [3] <sup>3</sup>
Dormitórios	até 30	
Salas de estar Salas de cinema em casa (home theater)	até 35	
<p>1 - “Em geral o menor valor da faixa deveria ser selecionado caso seja desejada uma elevada expectativa na comunicação por fala ou na audição de música. O maior valor da faixa só deveria ser utilizado onde considerações econômicas sejam imperativas quando condições marginais de aceitabilidade são admitidas (...). O consultor ou arquiteto de usar seu julgamento na escolha da curva NC na faixa de aceitabilidade para uma especificação particular uma vez que circunstâncias não usuais como as atitudes das pessoas em relação ao ruído expectativas locais ou a necessidade por economia extrema são importantes fatores intervenientes.” (Fonte: tradução do autor de [1])</p> <p>2 - o valor inferior representa o nível (...) para conforto enquanto o valor superior representa o nível aceitável para a finalidade. Níveis superiores aos valores mais altos das faixas são considerados de desconforto (Fonte: NBR 10.152 1987 p.3).</p> <p>3 - Para fins de elaboração de estudos e projetos acústicos de ambientes internos a edificações</p>		

Tabela 1: Faixas de aceitabilidade de curvas NC nível para alguns recintos da tipologia edilícia habitacional

Os intervalos de aceitabilidade em questão propiciam naturalmente uma atmosfera de sossego: ora para o descanso – restabelecimento somático compensação da fadiga sono etc – ora a realização de certas atividades – laboral corriqueira de lazer por exemplo – onde a atenção na praxis e ou a escuta em algum processo de comunicação inteligível sejam possíveis sem interferências de eventos acústicos inconvenientes incomodativos ou em caso extremo insanos. Ressalta-se que o conforto acústico em termos de privacidade acústica não requer silêncio. A vida é sonida mescla de sons e ruídos variados sendo que a acusticosfera que nos envolve e de que hoje somos protagonistas nesse estágio civilizatório que nos encontramos é uma mescla de fenômenos acústicos vários potencialmente danosos à comunicação fruição descanso ou sanidade. Estes rotulados de ruídos são objeto do projeto para isolamento acústico. Acusticosfera é um termo utilizado aqui em substituição ao termo paisagem sonora proposto por Schafer [4] cuja justificativa e pertinência será tratado em outra oportunidade.

Na perspectiva da discussão aqui elaborada a estratégia de estudo de isolamento acústico consiste inicialmente em estimar espectral e/ou globalmente o desnível acústico expectado ( $D_E$  e  $D'_E$  respectivamente) para as envoltórias do recinto (vedos verticais – com ou sem esquadrias – e coberturas lajes entre pisos e telhados – estes últimos com ou sem presença de lajes). Em seguida deve-se buscar pela especificação de um sistema construtivo constituinte das envoltórias cujo desempenho estimado espectral ou globalmente ( $d_o$  e/ou  $d'_o$  respectivamente) seja capaz de reduzir os níveis de imissão acústica incidentes oriundos de ambientes contíguos ou os níveis de emissão acústica incidentes sobre ambientes contíguos caso o recinto seja potencialmente impactado ou impactante conforme ilustra a Figura 1.

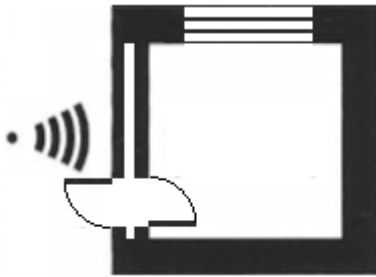


Fig.-1.a : imissão acústica recinto impactado



Fig.-1.b: emissão acústica: recinto impactante

Figura 1: Situações básicas em estudos de isolamento acústico em edificações.: imissão e emissão. (adaptado de Gureneisen [5]).

A definição do  $d_e$  (ou  $d'_e$ ) baseia-se em informações de catálogos técnicos fornecidos por fabricantes de materiais de construção / sistemas construtivos ou de estimativas provenientes de modelos de cálculos e procedimentos presentes na literatura especializada em acústica de edificações tais como artigos científicos normas técnicas e livros-textos os quais dão base ao desenvolvimento de planilhas eletrônicas ou programas computadorizados dedicados. A título de exemplo a partir de Gerges [6] o parâmetro  $d_e$  (em dB) pode ser calculado espectralmente entre a frequência de ressonância e a frequência crítica de desempenho do material / sistema construtivo considerado ou seja dentro do regime das lei das massas por

$$d_e = 20 \cdot \log (M \cdot f) - 47,4 \quad (1)$$

em que  $M$  (em  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) consiste na massa superficial do sistema construtivo homogêneo em espessura tal como uma parede simples resultado do produto da densidade do material (em  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) pela sua espessura de aplicação (em m)  $f$  consiste nas faixas de frequência centrais de bandas de oitava (em Hz) por exemplo sendo que  $f_r < f < f_c$  onde  $f_r$  consiste na frequência de ressonância do sistema construtivo e  $f_c$  na frequência crítica. Caso a parede seja composta de materiais diferentes justapostos sem cavidade de ar entre eles tratando-se de uma modalidade de sistema construtivo heterogêneo em espessura deve-se adotar:

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \quad (2)$$

onde  $m_i$  é a massa superficial de cada camada justaposta do material: por exemplo ' $m_1$ ' referente ao reboco interno ' $m_2$ ' referente ao tijolo da parede e ' $m_3$ ' referente ao reboco externo. No caso de sistemas construtivo composto de vedos duplos dependendo da situação do valor da faixa frequência de estimativa de desempenho em relação às três frequência de referências  $f_i$  (frequência inferior na região grave do espectro)  $f_{mam}$  (frequência massa-ar-massa intermediária referente ao efeito da cavidade do sistema construtivo) e  $f_s$  (frequência superior na região aguda do espectro) pode-se estimar o desempenho  $d_e$  com base nas equações relacionadas na Tabela 2. Os valores de  $f_i$ ,  $f_{mam}$  e  $f_s$  são assim estimados:

$$f_i = (\rho \cdot c) / \pi \cdot (m_1 + m_2) \quad (3)$$

$$f_{mam} = (c/2 \cdot \pi) \cdot \{(\rho / d) \cdot [(m_1 + m_2) / (m_1 \cdot m_2)]\}^{1/2} \quad (4)$$

$$f_s = c / (2 \cdot \pi \cdot e) \quad (5)$$

com  $\rho$  consistindo na densidade do ar (em  $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )  $c$  na velocidade do som no ar (em  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) e na espessura da cavidade entre as paredes (em m)  $d_e$  no desempenho de isolamento acústico aéreo do sistema duplo (em dB)  $d_{e1}$  no desempenho de isolamento acústico aéreo da primeira face do sistema duplo (em dB)  $d_{e2}$  no desempenho de isolamento acústico aéreo da segunda face do sistema duplo (em dB)  $m_1$  na massa superficial da primeira face (em  $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) e  $m_2$  na massa superficial da segunda face (em  $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

Região	Faixa de frequência de estimativa em (Hz)		Equações	
1	Se	$f_i < f < f_{mam}$	então:	$d_e = 20 \cdot \log [(m_1 + m_2) \cdot f] - 47,4$ (6)
2		$f_{mam} < f < f_s$		$d_e = d_{e1} + d_{e2} + 20 \log (4 \cdot p \cdot d \cdot f / c)$ (7)
3		$f > f_s$		$d_e = d_{e1} + d_{e2} + 6$ (8)

Tabela 2: Situação de  $f$  em relação à  $f_i$ ,  $f_{mam}$  e  $f_s$  para identificação do equação de isolamento de vedo duplo

Fonte : adaptado de Gerges [5].

Caso a área de um vedo específico seja constituído por dois sistemas construtivos isolantes distintos ou seja um sistema construtivo heterogêneo em superfície (vedo vertical composto de alvenaria e esquadria de janelas numa fachada por exemplo) deve-se fazer uma média logarítmica ponderada das contribuições dos desempenhos de cada

componente definindo assim o desempenho de isolamento acústico composto adaptado de Gerges [6] por:

$$d_c = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n s_i \cdot t_i} \quad (9)$$

onde  $s_i$  consiste na área de cada sistema construtivo integrante do vedo heterogêneo e  $t_i$  consistindo nas respectivas transmissividades acústicas envolvidas:

$$t = 10^{-d_e/10} \quad (10)$$

Partindo-se do princípio de que um dos sistemas construtivos já está previamente definido para o vedo heterogêneo em superfície numa composição alvenaria e esquadria de janela por exemplo uma vez definido o desempenho de isolamento acústico estimado para a alvenaria  $d_{e\text{ alv}}$  pode-se conhecer o desempenho de isolamento acústico estimado para a esquadria de janela  $d_{e\text{ jnl}}$  a partir da definição de sua transmissividade acústica:

$$t_{\text{jnl}} = [(S \cdot 10^{-d_c/10}) - (s_{\text{alv}} \cdot t_{\text{alv}})] / s_{\text{jnl}} \quad (11)$$

onde  $S$  consiste na área do vedo heterogêneo em superfície (em  $\text{m}^2$ )  $s_{\text{alv}}$  na área de alvenaria (em  $\text{m}^2$ )  $t_{\text{alv}}$  na transmissividade de alvenaria (adimensional) e  $s_{\text{jnl}}$  a área da esquadria da janela (em  $\text{m}^2$ ). Assim pela definição de isolamento acústico:

$$d_{e\text{ jnl}} = 10 \cdot \log_{10} (1/t_{\text{jnl}}) \quad (12)$$

Uma vez definido os valores do  $d_e$  e  $D_E$  a desigualdade  $d_e \geq D_E$  deve ser verificada para assegurar o atendimento ao nível de critério adotado. Assim como foi feito em relação ao parâmetro  $d_e$  há que se fazer considerações também em relação à definição dos valores de  $D_E$  e o modo pelo qual serão feitas irá remeter aos formatos de isolamento acústico *real normal* ou *legal* foco deste trabalho e que serão abordados na seção seguinte.

#### 4 | OS TRÊS FORMATOS DE ISOLAMENTO ACÚSTICO

A seguir são apresentados os formatos de isolamento aqui desvelados.

#### 4.1 Isolamento normal

O isolamento normal consiste naquele em que o parâmetro  $D_E$  ou  $D'_E$  é definido pela consulta a uma norma técnica específica sem exigir em geral do profissional responsável pela especificação do sistema construtivo uma definição do desempenho de isolamento acústico requerido para situação por sua expertise. Podemos citar como exemplos as normas NBR – 12.237 referente à salas de projeção cinematográfica Abnt [7] e NBR – 15.575 (Parte 4) Abnt [8] referente ao desempenho de sistemas construtivos de edificações habitacionais sobre vedos verticais. Em Abnt [7] estão definidos os valores espectrais de desempenho de isolamento acústico de envoltórias de salas de projeção cinematográficas (Tabela 3) constando na última coluna o valor global  $D'_E$  ausente nesta fonte ou seja o número único para desempenho de isolamento acústico aqui denominado de número único do isolamento expectado. O valor de  $D'_E$  foi obtido segundo Iso [9] com síntese do procedimento apresentado na Figura 2.

f [Hz]:	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	$D'_E$
$D_E$ [dB]:	38	48	52	66	66	66	66	66	66	63

Tabela 3: Isolamento acústico requerido pela norma NBR 12.237 Abnt [6]

Em Abnt [8] são indicados valores de  $D'_E$  em três níveis de desempenho: mínimo (M) intermediário (I) e superior (S) conforme a situação da habitação e contiguidades entre recintos através dos parâmetros diferença padronizada de nível ponderada considerando a envoltória edilícia ( $D_{2m nT W}$ ) ou vedos verticais entre ambientes internos ( $D_{nT W}$ ) ou no parâmetro índice de redução sonora ponderado ( $R_W$ ).

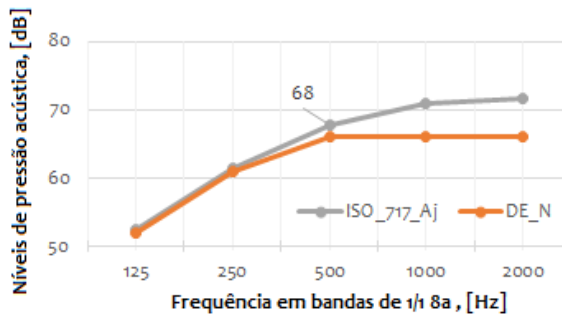


Figura 2: Definição do valor de  $D'_E$  segundo Iso [9] não especificado em Abnt [7]. O valor de  $D'_E$  aqui estimado está corrigido de 5 dB na Tabela 2 para anular o efeito de compactação espectral quando da aplicação da Iso [9] em bandas de 8ª e não em 1/3 de 8ª.

A seleção entre os parâmetros D ou R é baseada na opção de se verificar experimentalmente o desempenho do sistema construtivo especificado em condições de campo (vigência de D) ou de laboratório (vigência de R). Nas tabelas 4 e 5 constam valores de D e R da Abnt [8]. Selecionado por exemplo um certo valor de  $D_{2m, nT, W}$  pela Tabela 4 fica assim estabelecido o valor  $D'_E$  para uma certa situação de projeto e prevalecendo a desigualdade de  $d'_e^{-3} \leq D'_E$  o sistema construtivo especificado fica definido através do conceito de *isolamento normal*.

Parâmetro de Isolamento	Classe de Ruído	Situação da habitação	Desempenho		
			M	I	S
$D_{2m, nT, W}$	I	distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	$\geq 20$	$\geq 25$	$\geq 30$
	II	exposta à ruídos não enquadráveis nas classes I e III	$\geq 25$	$\geq 30$	$\geq 35$
	III	exposta a ruído intenso, conforme a legislação	$\geq 30$	$\geq 35$	$\geq 40$
$R_w = D_{2m, nT, W} + 5$					

Tabela 4:  $D'_E$  em termos de diferença de nível D e índice de redução R para envoltórias

Fonte: adaptado de ABNT [7]

Parâmetro de Isolamento	Vedo	Desempenho		
		M	I	S
$D_{nT, W}$	Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	30 a 34	35 a 39	$\geq 40$
	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	40 a 44	45 a 49	$\geq 50$
	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos			
	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	45 a 49	50 a 54	$\geq 55$
	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório			
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas				
$R_w = D_{2m, nT, W} + 5$				

Tabela 5:  $D'_E$  em termos de diferença de nível D e índice de redução R para vedos internos

Fonte: adaptado de ABNT [7]

## 4.2 Isolamento real

O isolamento real consiste naquele baseado na mensuração de descritores acústicos como os definidos em Iso [10] que são levados em conta na caracterização da acusticosfera vigente ao redor das envoltórias da edificação no caso de avaliação de fachadas. Conforme Balou [11] o desempenho de isolamento acústico esperado  $D_{E,R}$  deve ser definido partindo-se de um nível de imissão acústica (NIA) expressão cunhada por Valadares [12] e [13] porém para uma situação crítica de exposição acústica ou



seja baseado no descritor nível de pressão acústica máximo (ou de pico dependendo da criticidade da exposição) que no caso de uma acusticosfera de níveis muito variáveis deve ser ponderado temporalmente no circuito de resposta rápida ( $L_{LFMAX}$ ). Nesse caso o nível de imissão acústica sobre as envoltórias edilícias coincide com esse nível crítico selecionado ( $NIA = L_{LFMAX}$ ) e deve ser subtraído aritmeticamente do nível de critério (NC) recomendado no interior do recinto objeto de privacidade acústica para a definição do  $D_{E,R}$  conforme especificado no item 5.1.1.1 da Abnt [14]. Na Figura 4  $D_{E,R}$  refere-se ao desnível acústico entre o  $L_{LFMAX}$  e o nível de critério de ruído ambiente NC para o recinto considerado. O  $D'_{E,R}$  fica definido segundo Iso [9].

$$D_{E,R} = L_{LFMAX} - NC \quad (13)$$

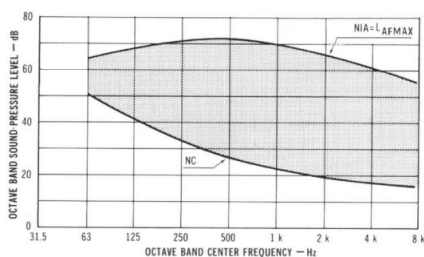


Fig. - 4.(a) Superposição de valores de NIA e NC

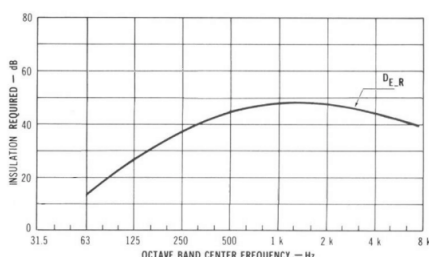


Fig. - 4.(b) Isolamento acústico esperado  $D_{E,R} = NIA - NC$

Figura 4: Desempenho de isolamento acústico esperado espectral  $D_E$  por isolamento real. Fonte: Balou [11].

### 4.3 Isolamento legal

Já o isolamento legal  $D_{E,L}$  é aquele definido partindo-se da premissa de que a acusticosfera no entorno da edificação considerada possui níveis de pressão acústica equivalente-contínuo concernentes aos estabelecidos pela legislação ambiental vigente sobre poluição acústica. O nível de imissão acústica (NIA) sobre as envoltórias edilícias coincide então com o nível de critério de avaliação (NCA) das 'leis de silêncio' ( $NIA = NCA$ ). Ainda com base em Balou [11] o valor de  $D_{E,L}$  consiste no desnível acústico entre o NCA e o nível de critério NC termos esses presentes na Figura 5. O  $D'_{E}$  fica definido segundo Iso [9].

$$D_{E,L} = NCA - NC$$

O resultado de desempenho acústico esperado será espectral ou global conforme o caso dos valores de NCA e NC sejam apresentados espectralmente ou globalmente respectivamente. O valor do NCA pode ser definido conforme preconizado pelos textos

leis dos três âmbitos legislativos: federal estadual ou municipal. Em ambas as esferas o valor de NCA é definido a partir de dois subcritérios conforme reflexões prévias com foco no caso mineiro desenvolvidas por Valadares [12] e [13]: o nível de subcritério de zoneamento e ou período do dia (NSC\_ZP ou NSC\_P) e o de ruído ambiente (NSC\_RA). Um dentre eles será o NCA baseado no texto da lei no âmbito considerado. Na Tabela 6 constam o NSC\_ZP ou NSC\_P e NSC\_RA para definição do NCA segundo os âmbitos legais com ênfase no caso mineiro.

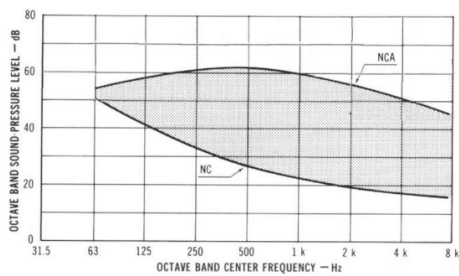


Fig. - 4.(a) Superposição de valores de NCA e NC

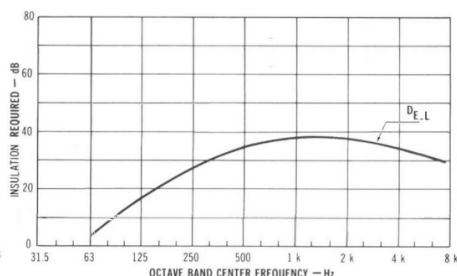


Fig. - 4.(b) Definição do isolamento acústico  $D_E = NCA - NC$

Figura 5: Desempenho de isolamento acústico expectado espectral DE por isolamento legal.

Fonte: Balou [11]

Âmbito Federal: NSC_ZP NBR 10.151 (2000:2003), Abnt [15]					Âmbito Estadual: NSC_P Lei 7302 (1978), Almg [16] & Lei 10.100 (1990), Almg [17]			Âmbito Municipal: NSC_P Lei 9.905 (2008), Cmbh [18]		
Zona Urbana	Diurno		Noturno		Período do Dia	G dB(A)	NC dB	Período do Dia	G dB(A)	NC <sup>1</sup> dB
	G dB(A)	NC <sup>1</sup> dB	G dB(A)	NC <sup>1</sup> dB						
Áreas de sítios e fazendas	40	35	35	30	Diurno	70	65	Diurno	70	65
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas <sup>5</sup>	50	45	45	40	Noturno	60	55	Vespertino	60	55
								Noturno 1	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50	50	45	Noturno 2	45	40		45	40
									45	40
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	55	50	Definição do NSC_RA e do NCA por âmbito legal					
					Âmbito	NSC_RA	NCA			
Área mista, com vocação recreacional	65	60	55	50	Federal	L <sub>RA</sub>	Maior valor entre NSC_ZP NSC_RA			
					Estadual	L <sub>RA,ST</sub> + 10	Menor valor entre NSC_P NSC_RA			
Área predominantemente industrial	70	65	60	55	Municipal	L <sub>RA</sub> + 10				

G – valor global; NC – curva de critério de ruído ambiente para conforto acústico; L<sub>RA,ST</sub> – nível de ruído ambiente sem tráfego  
 Valores de NSC\_P municipal em negrito são recomendados para áreas sensíveis: escolas, hospitais, entre outras.  
 1 – Está-se assumindo a correspondência entre valores em dB(A) e NC conforme Abnt [2].

Tabela 6: Valores de NSC\_ZP ou NSC\_P e de NSC\_RA no caso mineiro.

## 5 I DISCUSSÃO

A explicitação do compromisso de cada formato de isolamento acústico foi feita por um estudo de caso teórico quantitativo cujos dados constam na Tabela 7 tendo como fonte de ruído o tráfego veicular extraídos da base de dados do autor. Adotando como exemplo uma fachada de uma edificação habitacional exposta ao espectro de ruído do dito tráfego veicular de 1/1 8ª entre 63 Hz e 8kHz através do descritor acústico  $L_{LFMAX}$  (linha L1 das colunas C1 até C8) cujo valor global é de 94 dB (C9) este descritor foi usado na equação [13] junto com a curva NC35 segundo Abnt [3] para definir o isolamento acústico expectado espectral no formato real ( $D_{E,R}$ ) das envoltórias de uma sala de estar voltada para a via situada numa área mista com vocação comercial e administrativa no período diurno. Na sequência das linhas de L2 a L6 da Tabela 7 constam os demais descritores acústicos necessários à estimativa do isolamento acústico expectado no formato legal apresentados em termos espectrais e globais sempre com valores sem ponderação na frequência (linhas ímpares) e com ponderação na curva “A” (linhas pares) relacionados à fonte de ruído (valores máximos) e ao ruído ambiente (valores médios em termos de níveis de pressão acústica equivalente-contínuos com ou sem tráfego). Séries de cinco linhas foram necessárias para definição por âmbito legal dos valores de  $D_{E,L}$  recorrendo à equação [14]. O formato normal de isolamento acústico expectado só é obtido globalmente ( $D'_{E,N}$ ) e foi baseado em Abnt [8] conforme observações na linha 22.

		Níveis acústicos espectrais em bandas de oitava, [Hz] e Global									
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	
Descritores	Acústico	L1: $L_{LFMAX}$	89	89	85	84	76	73	70	65	94
		L2: $L_{AFMAX}$	57	67	72	76	75	79	76	59	83
		L3: $L_{Leq\_RAST}$	68	60	58	55	55	52	47	43	69
		L4: $L_{Aeq\_RAST}$	36	38	44	47	54	58	52	37	61
		L5: $L_{Leq\_RACT}$	78	70	68	65	65	62	57	53	79
		L6: $L_{Aeq\_RACT}$	46	48	54	57	64	68	62	47	71
Isolamento Legal Âmbito de Avaliação	Federal	L7: NSC ZP	–	–	–	–	–	–	–	–	60
		L8: NSC RA	–	–	–	–	–	–	–	–	71
		L9: NCA→NC66	81	76	72	69	66	65	64	63	71
		L10: NC 35	60	52	45	40	36	34	33	32	35
		L11: $D_{E,LF}$	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<i>32</i> / <i>27</i>
	Estadual	L12: NSC P	–	–	–	–	–	–	–	–	70
		L13: NSC RA	–	–	–	–	–	–	–	–	71
		L14: NCA→NC65	78	72	67	64	61	60	59	58	70
		L15: NC35	60	52	45	40	36	34	33	32	35
		L16: $D_{E,LE}$	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<i>31</i> / <i>26</i>
	Municipal	L17: NSC P	–	–	–	–	–	–	–	–	70
		L18: SC RA	–	–	–	–	–	–	–	–	81
		L19: NCA→NC65	78	72	67	64	61	60	59	58	70
		L20: NC35	60	52	45	40	36	34	33	32	35
L21: $D_{E,LM}$		<b>20</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<i>31</i> / <i>26</i>	
Isolamento Normal	L22: $D'_{E,N}$	Para classe de ruído II e desempenho superior								<i>35</i> / <i>30</i>	
Isolamento Real	L23: NC35	60	52	45	40	36	34	33	32	35	
	L24: $D_{E,R}$	<b>29</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<i>44</i> / <i>39</i>	

Obs: Constam aqui os valores de  $D'_E$  estimados (coluna C9 em negrito e itálico) que foram corrigido de 5 dB para anular o efeito de compactação espectral quando da aplicação da ISO [9] em bandas de 8ª e não em 1/3 de 8ª.

Tabela 7: Estimativa de valores de isolamento legal normal e real em termos de  $D_E$  e  $D'_E$

Comparando-se os valores de  $D_E$  e  $D'_E$  entre os formatos de isolamento desvelados o isolamento real mostrou-se mais restritivo em relação ao normal e ao legal nesse último nos três âmbitos considerados. O isolamento normal mostrou-se entre o real e o legal esse último menos restritivo uma vez que considera a acusticosfera do entorno do empreendimento mais amena do que ela é de fato. No caso do isolamento legal os valores entre os âmbitos municipal e estadual coincidiram e foram menos restritivos que os do âmbito federal. Esta constatação mostra que nos âmbitos estadual e municipal a situação de exposição acústica é mais permissiva e a da federação o que não deveria ocorrer. Convém definir o isolamento acústico das envoltórias pelo formato real uma vez que ele trata do contexto vigente e menos abstrato da situação.

## 6 | CONCLUSÃO

Este trabalho fez uma reflexão geral sobre a questão isolamento acústico de origem aérea sobre as envoltórias das edificações na vertente da privacidade acústica no contexto do tratamento acústico de recintos fechados. Foram desvelados três formatos de isolamento acústico denominados de *legal normal e real* na perspectiva do conceito de diferença de nível. No que tange à pergunta colocada no título do trabalho o formato de isolamento acústico real é o que deve reger a especificação de sistemas de isolamento acústico nas envoltórias das edificações para assegurar a privacidade acústica numa acusticosfera vigente mais próxima da realidade.

## REFERÊNCIAS

[1] Beranek L. L. Noise and Vibration Control. Washington INCE 1988.

[2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152 – *Níveis de ruído para conforto acústico*. Rio de Janeiro: ABNT 1987.

[3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152 – *Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. Rio de Janeiro: ABNT 2017.

[4] Schafer R. M. O ouvido pensante. São Paulo: Fundação Editora da UNESP 1991.

[5] Grueneisen Peter. Soundspace: architecture for sound and vision. Basel Boston: Birkhäuser 2003.

[6] Gerges Samir N.Y. Ruído: fundamentos e Controle. Florianópolis S.N.Y.Gerges 2000.

[7] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.237 – *Projetos e instalações de salas de projeção cinematográficas*. Rio de Janeiro: ABNT 1988.

[8] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15575 – *Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho*. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro ABNT 2009.

[9] International Organization for Standardization. ISO 717 – *Rating of sound insulation in buildings and building elements*. Genève: ISO 2013.

[10] International Organization for Standardization. ISO 1996 – *Description measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures*. Genève: ISO 2017.

[11] Ballou G. M. *Handbook for sound engineers: the new áudio cyclopedia*. Indiana: SAMS 2002.

[12] Valadares V. M. Considerações sobre a avaliação da atmosfera acústica e proposição de classificação de sua poluição In: *XXV Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica* Sobrac 2014 Campinas SP 2014.

[13] Valadares V. M. Leis de silêncio em belo horizonte – MG: evolução e tendências. In: *XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído ENCAC & X Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído ELACAC da Sociedade Brasileira de Acústica* Encac 2017 Balneário Cambiú SC 2017.

[14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12179 – *Tratamento acústico em recintos fechados*. Rio de Janeiro: ABNT 1992.

[15] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151 – *Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. Rio de Janeiro: ABNT 2000:2003.

[16] Assembleia Legislativa De Minas Gerais (ALMG). Lei n. 7302 – 21 jul. 1978. *Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais* 1978.

[17] Assembleia Legislativa De Minas Gerais (ALMG). Lei n. 10.100 – 17 jan. 1990. *Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais*.

[18] Câmara Municipal de Belo Horizonte (CMBH). Lei n. 9.905 – 23 jan. 2008 . *Dispõe sobre o controle de ruídos sons e vibrações no Município de Belo Horizonte e dá outras providências. Diário Oficial do Município* Belo Horizonte ano XIV . 3.016 de 24/01/2008.

## MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A DESLIZAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO PARANÁ COM A APLICAÇÃO DO MODELO SHALSTAB

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 02/09/2020

### Ney Lyzandro Tabalipa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Pato Branco – PR  
<http://lattes.cnpq.br/4223668089074618>

### Leonardo Disperati

Università Degli Studi di Siena - UNISI  
Siena (TO) Itália  
<https://orcid.org/0000-0001-6510-2575>

### Alberto Pio Fiori

Universidade Federal do Paraná  
Curitiba- PR  
<http://lattes.cnpq.br/3121081787926441>

**RESUMO:** Este trabalho compara modelos matemáticos de estabilidade de encostas associados a técnicas de mapeamento temático em SIG. O objetivo principal foi avaliar a aplicação do modelo SHALSTAB no mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência de escorregamentos na região de Pato Branco Paraná buscando determinar a quantidade de chuva necessária para desencadear estes eventos extremos e comparar com resultados de trabalhos anteriores que determinaram os fatores de segurança das encostas dessa área. Os resultados obtidos demonstraram que ambas metodologias analisadas se mostraram aptas como ferramenta para identificar zonas de susceptibilidade à ocorrência de escorregamento raso uma vez que os deslizamentos ocorridos na cidade estão

localizados em áreas consideradas instáveis pelos dois métodos.

**PALAVRAS - CHAVE:** Escorregamentos SHALSTAB Fator de Segurança.

### MAPPING AREAS SUSCEPTIBLE TO LANDSLIDES IN THE CITY OF PATO BRANCO PARANÁ WITH THE APPLICATION OF THE SHALSTAB MODEL

**ABSTRACT:** This paper compares mathematical models of slope stability associated with thematic mapping techniques in GIS. The main objective was to evaluate the application of SHALSTAB model in the susceptible mapping areas to the occurrence of landslides in Pato Branco Paraná State aiming to determine the needed amount of rain to trigger these extreme events and to compare with previous studies results what have determined the security factors of the slopes in this area. The results showed that both analyzed methodologies proved suitable as a tool for identifying susceptibility to the occurrence of slip shallow areas once the slips occurred in the city are located in areas considered unstable by both methods.

**KEYWORDS:** Landslides SHALSTAB safety factor.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em Pato Branco PR como na maioria das cidades brasileiras o uso e a ocupação do solo veem ocorrendo sem a adequada consideração dos condicionantes geológicos

acarretando inúmeros desastres. Esse uso indiscriminado do solo sem levar em conta os limites impostos pela natureza alterando as características originais dos terrenos tem sido responsável pelo surgimento de processos de escorregamentos na cidade causando prejuízos econômicos e comprometendo a qualidade de vida da população.

Os escorregamentos são processos naturais e estão associados à dinâmica externa da Terra sendo um dos responsáveis pela modelagem da paisagem da superfície. Neste sentido Guidicini & Nieble (1983) afirmam que os movimentos de massa em princípio decorrem da própria dinâmica de evolução das encostas quando as massas de solo formadas a partir da progressiva alteração das rochas que compõem tais vertentes atingem espessuras que podem ser consideradas críticas para a estabilidade.

Diversas metodologias veem sendo desenvolvidas com o intuito de entender os fatores que condicionam o processo de movimento de massa. Estes modelos tem como referencial a modelagem matemática utilizando equações baseadas na combinação de modelos hidrológicos com modelos de estabilidade de encostas sendo necessário o levantamento de dados pedológicos geomorfológicos climáticos e hidrológicos da área estudada.

No ano de 2008 foi aplicado um modelo matemático nas vertentes da bacia hidrografia do rio Ligeiro onde está localizada a área urbana do município de Pato Branco – PR para analisar a estabilidade dessas vertentes voltado a encontrar os fatores de segurança dessa área. Esta análise foi efetuada através de método determinístico baseado no conceito de equilíbrio limite. O modelo matemático adotado descrito em Fiori & Carmignani (2009) baseia-se na distribuição das forças atuantes em uma vertente infinita considerando a influência da cobertura vegetal sobre as encostas a inclinação e orientação das vertentes a presença de água no solo bem como os índices físicos e as propriedades mecânicas de cada solo.

Como resultado desta pesquisa vários mapas foram gerados com o objetivo de comparar os índices de segurança das vertentes com diferentes estados de saturação permitindo uma visualização das áreas de risco em relação à instabilidade das encostas.

A metodologia que foi adotada não permite conhecer quais são os valores de precipitação máxima para o surgimento dos deslizamentos. Assim surgiu a necessidade de testar outros modelos em particular o modelo SHALSTAB - Shallow Landsliding Stability que objetiva mapear encostas instáveis e susceptíveis a ocorrência de escorregamentos indicando essas áreas em relação a valores de precipitação máxima diária.

Esse modelo apresenta como resultado valores de precipitação máxima para o surgimento de deslizamentos rasos e assim complementando o estudo anterior que numa perspectiva de gestão de riscos se torna extremamente útil.

Neste contexto este trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação do modelo SHALSTAB no mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência de escorregamentos na região de Pato Branco Paraná buscando determinar a quantidade de chuva necessária

para desencadear estes eventos extremos e comparar com resultados de trabalhos anteriores que determinaram os fatores de segurança das encostas dessa área.

## 2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

Localizada na porção sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1) a área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do rio Ligeiro no perímetro urbano do município de Pato Branco entre as coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) em quilômetros 7.092 a 7.104N e 328 a 338E.

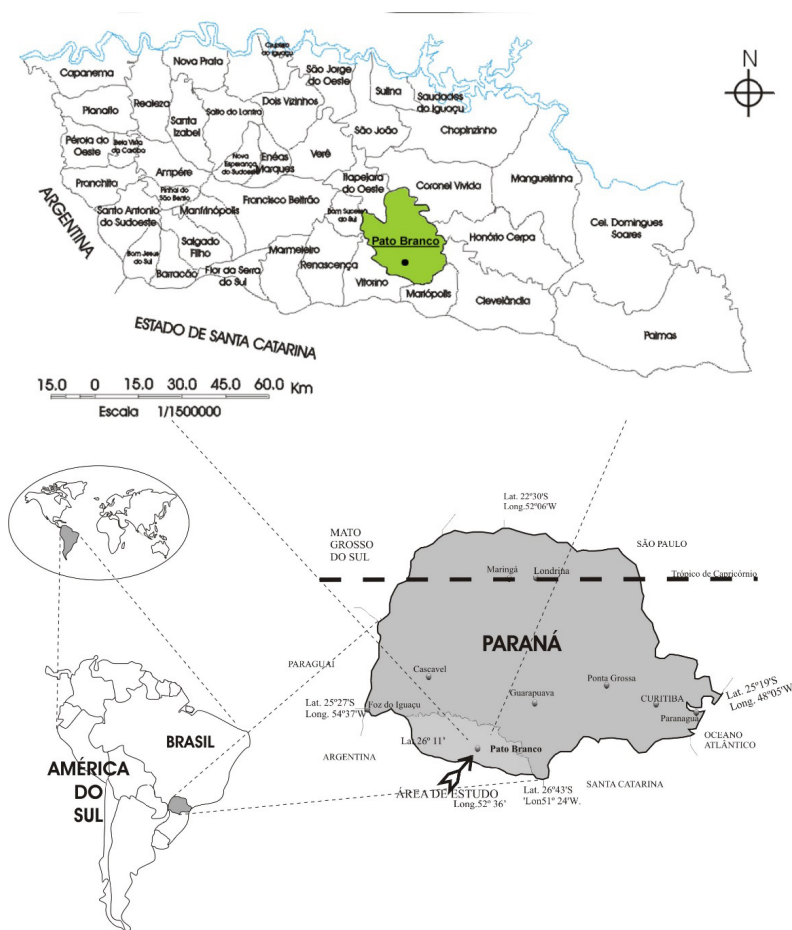


Figura 1. Localização do município de Pato Branco no Estado do Paraná e na região Sudoeste.

Fonte: Tabalipa (2008)



Essa bacia possui altimetria variando entre 600 e 1000m apresenta uma topografia de relevo ondulado respeitando a seguinte distribuição: 21 78% plano 22 60% suavemente ondulado 42 64% ondulado e 12 33% forte ondulado e 0 65% montanhoso (Tabalipa 2008).

A média de precipitação anual para o período de 1979 a 2014 na bacia é de 2.084mm/ano (estação Pato Branco - código ANELL 26075241 - ponto de coordenadas geográficas 26°06'59" de latitude Sul e 52°40'59" de longitude Oeste e altitude de 721 80m).

A constituição geológica da região é representada por rochas basálticas da Formação Serra Geral que recobrem inteiramente a área mapeada.

Conforme o CPRM (1996) a geologia da região Sudoeste do Paraná se compõe de rochas basálticas do Grupo São Bento Formação Serra Geral. As rochas são efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdaloides com intercalações de arenito e rochas vulcânicas ácidas ambas atravessadas por diques e sills de diabásio.

Em relação à pedologia segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Sudoeste do Estado do Paraná EMBRAPA (1974) adaptado para a nova classificação adotada pela Embrapa (1999) na bacia estudada ocorrem solos das ordens Latossolo (69%) Nitossolo (5 82%) Cambissolo (5 8%) Neossolo (1 14%) e Gleissolos (4 14%).

## 2.1 Determinação do Fator de Segurança (FS)

O método utilizado por Tabalipa (2008) para a determinação da susceptibilidade a deslizamentos nas vertentes estudadas segue a proposta apresentada por Fiori & Carmignani (2009) efetuada por meio do método determinístico baseado no conceito de equilíbrio-limite.

Este modelo matemático tem por base a distribuição das forças atuantes em um talude de extensão infinita considerando como variáveis a inclinação do terreno os índices físicos e propriedades mecânicas do solo (coesão ângulo de atrito pesos específicos) a presença da água (peso do solo saturado e altura do lençol freático) avaliando a influência da vegetação. O Fator de segurança resultante representa a razão das forças favoráveis ao movimento pelas forças resistentes.

A equação (1) apresenta a expressão empregada e a Figura 2 abaixo representa de modo esquemático as variáveis consideradas.

$$FS = \frac{(C_s + S_r) + [(Z \cdot \gamma_{sub} + P_a) \cdot \cos^2 i + T \cdot \text{sen} \theta] \cdot \text{tg} \phi + T \cdot \cos \theta}{[(Z \cdot \gamma_{sub} + Z \cdot \gamma_a + P_a) \cdot \text{sen} i + F_{ve}] \cdot \cos i} \quad (1)$$

onde:

$C_s$  = coesão

$S_r$  = contribuição da raiz para a coesão do solo

$h_1$  = espessura do solo não saturado  
 $\gamma_{nat}$  = peso específico natural do solo  
 $h_2$  = espessura do solo saturado  
 $\gamma_{sub}$  = peso específico do solo submerso  
 $P_a$  = peso das árvores sobre o solo  
 $\gamma_a$  = peso específico da água  
 $i$  = ângulo de inclinação da vertente  
 $F_{ve}$  = força exercida pelo vento nas árvores  
 $\phi$  = ângulo de atrito interno do solo

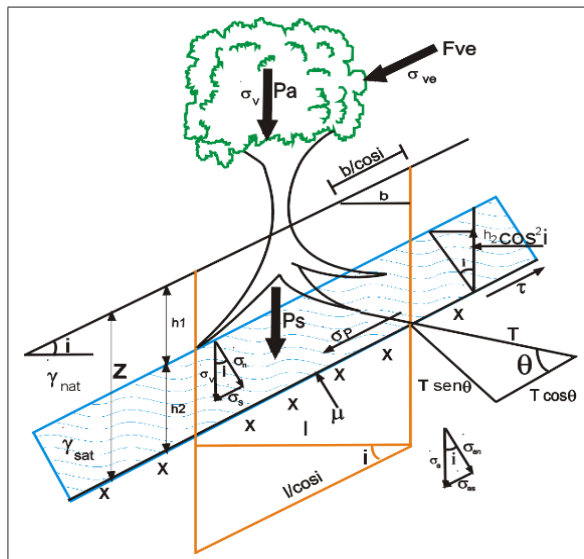


Figura 2. Principais fatores que influenciam na análise de vertentes e forças atuantes

Fonte: Fiori & Carmignani (2009)

## 2.2 Modelo Shalstab

O SHALSTAB (Shallow Landsliding Stability Model) foi desenvolvido por Montgomery & Dietrich (1994) onde propuseram um modelo digital de terreno para mapear o padrão de potencial instabilidade de taludes (Dietrich et al. 1992 Dietrich et al. 1993 Montgomery & Dietrich 1994) construído sobre o modelo hidrológico TOPOG desenvolvido por O'Loughlin (1986).

O modelo de estabilidade de deslizamentos rasos ou SHALSTAB é um modelo matemático baseado na combinação de um modelo de estabilidade de encosta e um modelo hidrológico para calcular a quantidade de chuva necessária para romper o equilíbrio

da encosta.

Montgomery & Dietrich (1994) afirmam que o modelo SHALSTAB baseia-se na teoria de encosta infinita da lei de ruptura Mohr-Coulomb em que o componente descendente do peso do solo representada pela resistência ao cisalhamento é igual à força de resistência causada pela coesão e pela resistência de atrito devido à tensão normal eficaz no plano de ruptura.

Para modelar os controles hidrológicos Montgomery & Dietrich (1994) usaram um fluxo de subsuperfície raso em estado estacionário com base no trabalho de O'Loughlin (1986) e que tem semelhanças com TOPOG (Beven & Kirkby 1979) que mostram que a saturação do solo tem relação direta com a razão entre a área de drenagem a montante de um ponto dividida por uma unidade de comprimento de contorno e a declividade.

Combinando o modelo de estabilidade de taludes e o modelo hidrológico encontramos a equação de estabilidade hidrológica da encosta utilizada por SHALSTAB que pode ser expresso em termos de precipitação crítica  $Q_c$  (equação 2):

$$Q_c = \frac{T \cdot \sin \theta}{(a/b)} \left[ \frac{C}{\rho_w \cdot g \cdot Z \cdot \cos^2 \theta \cdot \tan \phi} + \frac{\rho_s}{\rho_w} \left( 1 - \frac{\tan \theta}{\tan \phi} \right) \right] \quad (2)$$

que tornam o declive instável usando a relação onde  $Q_c$  é a precipitação estacionário eficaz (m/dia)  $T$  é a transmissividade ( $m^2$ /dia) do solo a saturação é em relação da condutividade hidráulica  $K_s$  multiplicada pela profundidade  $Z$  do solo  $\theta$  a inclinação ( $^\circ$ )  $a$  é a área contribuinte da célula examinada ( $m^2$ )  $b$  a largura da sua secção de saída (correspondente ao tamanho do pixel - m)  $C$  a coesão  $\rho_s$  densidade do solo ( $kg/m^3$ )  $\rho_w$  a densidade da água ( $kg/m^3$ )  $g$  a aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )  $Z$  a profundidade do solo  $\phi$  o ângulo de atrito ( $^\circ$ ).

### 3 | RESULTADOS

Os parâmetros das propriedades do solo da área de estudo foram encontrados a partir de levantamentos de campo e ensaios de laboratório realizados por Tabalipa (2008). No referido estudo foram executados coleta e descrição de solos em 16 pontos pré-determinados para levantar aspectos gerais do afloramento localização na área relevo drenagem existência ou não de erosão situações de risco além do uso atual do solo.

Com as amostras de solo desses pontos determinou-se a permeabilidade do solo ( $K$ ) através do método de Carga Variável baseado na lei de Darcy.

Com as informações sobre os solos e a declividade da área de estudo foram gerados mapas de fatores de segurança indicando a estabilidade das encostas. Foram consideradas como instáveis todas as áreas com fator de segurança menor do que 1.5.

Para realizar a comparação dos resultados de fatores de segurança com o modelo

SHALSTAB adotou-se o mapa de fatores de segurança para solos saturados (Figura 3) sem considerar a influência da vegetação.

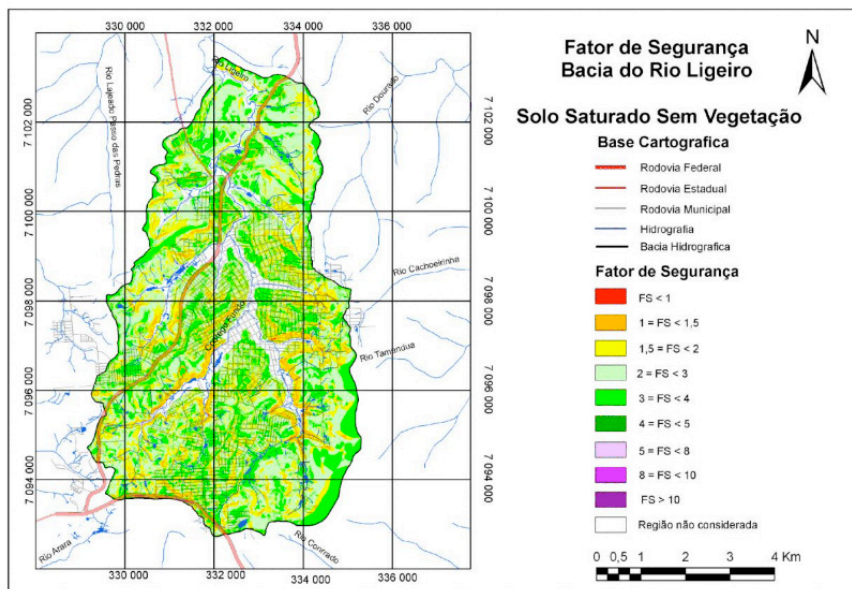


Figura 3. Mapa de Fator de Segurança do solo saturado sem a influência da vegetação.

Fonte: Tabalipa (2008)

No mapa de Fator de Segurança descrito anteriormente as áreas instáveis totalizaram 2 86 km<sup>2</sup> representando 6 27% do total.

Para a aplicação de SHALSTAB inicialmente foi confeccionado o Modelo Digital de Terreno (MDT) da área de estudo no software ArcGis 9.3 utilizando curvas de nível de intervalo de 1 m obtidas através da base planialtimétrica do perímetro urbano de Pato Branco na escala 1:10.000 onde gerou-se um raster de grade regular com resolução de 1 m.

Os resultados finais do SHALSTAB geram sete classes de estabilidade sendo cinco classes intermediárias em função da variável Q/T. As duas classes extremas representam áreas incondicionalmente instáveis e incondicionalmente estáveis respectivamente.

Para melhor entendimento dos processos envolvidos no desencadeamento de escorregamentos estas sete classes foram reduzidas a quatro conforme Tabela 1 tendo em vista os dados de precipitação diária ocorridas na área de estudo.

Nº. de Classes	Classes SHALSTAB	Classes adotadas
1	Instabilidade	Incondicionalmente instável
2	0 - 50	
3	50- 100	Instável
4	100 - 200	
5	200 - 400	
6	400 - 872	Estável
7	Estabilidade	Incondicionalmente estável

Tabela 1. Reclassificação das classes geradas por SHALSTAB no estudo realizado.

Na área total estudada (44 km<sup>2</sup>) SHALSTAB encontrou um total de 0 195 km<sup>2</sup> de áreas instáveis e incondicionalmente instáveis contra os 2 86 km<sup>2</sup> encontrados no trabalho anterior.

A Figura 4 mostra o mapa de susceptibilidade a ocorrência de escorregamentos gerados por SHALSTAB sem especificar os diferentes valores de pluviosidade devido a difícil a visualização na escala utilizada e considerando o pequeno tamanho da área instável vez que a maior parte da bacia é classificada como incondicionalmente estável.

Os resultados encontrados pelos dois métodos apresentaram grande diferença em relação a quantidade de áreas instáveis.

Esses resultados podem ser devido ao fato de que para calcular o Fator de Segurança em Tabalipa (2008) estimou-se que todo o solo estaria saturado o que na realidade não ocorre devido a declividade da encosta propriedades do solo e movimentação da água no solo. SHALSTAB ao invés inclui as características da movimentação da água no solo e assim calcula de forma mais precisa.

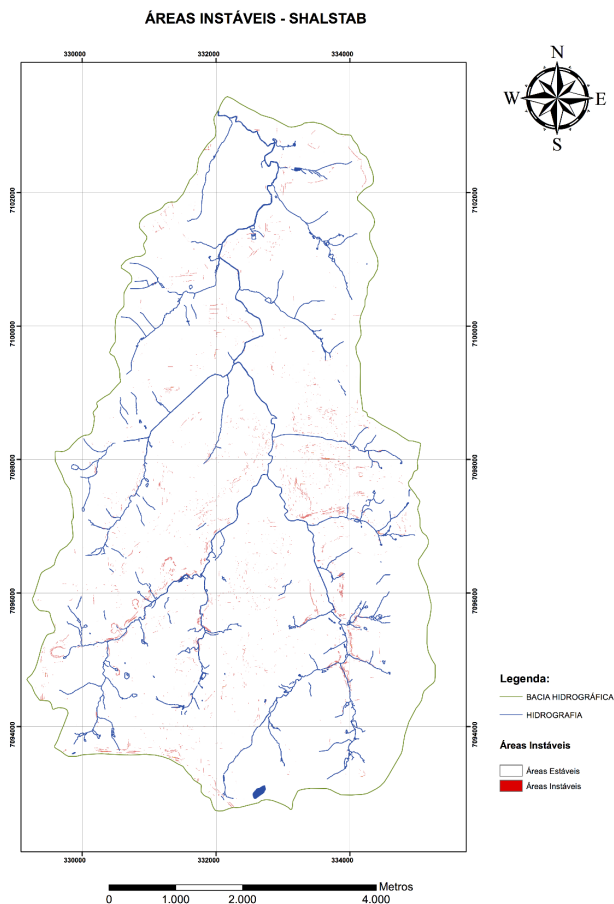


Figura 4. Mapa de Áreas Instáveis gerados por SHALSTAB.

Foi constatado uma satisfatória correlação entre os dois modelos uma vez que ambas metodologias registraram esses locais como áreas instáveis.

Na Figura 5 é possível ver um detalhe do mapa gerado mostrando diferentes níveis de estabilidades em relação a intensidade de chuva conforme as classes geradas por SHALSTAB.

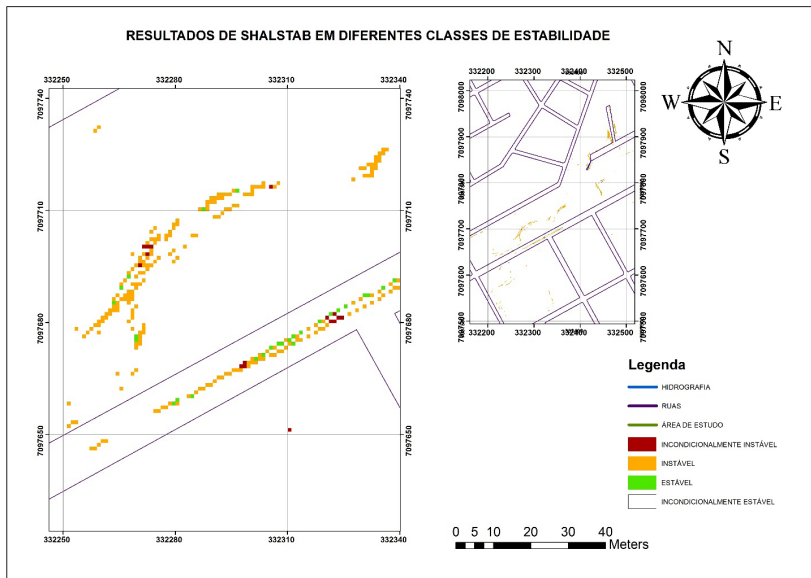


Figura 5. Detalhe de área considerada instável pelos resultados encontrados de SHALSTAB localizados no bairro Centro mostrando diferentes estabilidades em relação a intensidade de pluviosidade.

## 4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que ambas metodologias se mostraram aptas como ferramenta para identificar zonas de susceptibilidade à ocorrência de escorregamento raso.

A partir dos mapeamentos realizados observou-se que o modelo SHALSTAB apresentou um melhor desempenho nas diversas simulações realizadas uma vez que o tamanho as áreas instáveis geradas apresentam valores muito próximo ao tamanho dos escorregamentos ocorridos. Além disso SHALSTAB permite a geração de mapas que representam a intensidade de chuva necessária para o rompimento de determinada encosta.

Esse tipo de informação é essencial a fim de desenvolver planos de gestão de riscos para os locais que estão representados como instáveis.

Portanto a modelagem permite reduzir e prever os efeitos dos escorregamentos tanto em termos de prejuízos materiais quanto em termos de perdas de vidas humanas levando a uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos.

## REFERÊNCIAS

BEVEN K.J. & KIRKBY M.J. 1979. “**A physically based variable contributing area model of basin hydrology**”. Bulletin of Hydrological Sciences v. 24 pp. 43-69.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. (1996) **Mapa Hidrogeológico da América do Sul** – Escala: 1:5.000.000: texto explicativo/UNESCO Departamento Nacional de Produção Mineral. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Brasília: CPRM.

DIETRICH W.E. Wilson C.J. Montgomery D.R. McKean J. (1993) **Analysis of Erosion Thresholds Channel Networks and Landscape Morphology Using a Digital Terrain Model**. The Journal of Geology v. 101 pp. 259-278.

DIETRICH W.E. Wilson C.J. Montgomery D.R. McKean J. Bauer R. (1992) **Channelization Thresholds and Land Surface Morphology** Geology v. 20 p. 675-679 .

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. (1974) **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Sudoeste do Estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA- SNLCS/ SUDESUL/IAPAR 79 p. (Boletim Técnico n. 40)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (1999) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA 412 p.

FIORI A. P. & CARMIGNANI L. (2009) **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas. Aplicação na estabilidade de taludes**. 2ª edição revisada e ampliada. Editora da UFPR Oficina de Textos 602p.

GUIDICINI G. & NIEBLE C. M. (1983) **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: Edgard Blücher 196 p.

MONTGOMERY D. R. & DIETRICH W. E. (1994) **A physically based model for the topographic control on shallow landsliding**. Water Resources Research v.30 n.4 p.1153-1171

O'LOUGHLIN E.M. (1986) **Prediction of Surface Saturation Zones in Natural Catchments by Topographic Analysis**. Water Resources Research v. 22 n. 5 p. 794-804.

TABALIPA N.L. (2008) **Mapeamento geoambiental do Município de Pato Branco Paraná como ferramenta para o planejamento territorial e ambiental**. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Paraná CAPES. Orientador: Alberto Pio Fiori.



## MODELO DE CONSTRUÇÃO DE AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DE GASTRONOMIA

*Data de aceite: 01/12/2020*

*Data de submissão: 07/09/2020*

### **Alan Rodrigo Schiles**

Universidade Federal da Fronteira Sul  
Laranjeiras do Sul – Paraná.  
<http://lattes.cnpq.br/8954367283412028>

### **Thiago Bergler Bitencourt**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis – Santa Catarina.  
<http://lattes.cnpq.br/8544535463542026>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta modelos de construção de aulas práticas de química utilizando princípios de gastronomia visando diminuir a dificuldade enfrentada pelos educandos ao assimilarem os complexos e na maioria das vezes abstratos conteúdos de química sem entender em qual contexto essa ciência está inserida. O presente trabalho possibilitou deduzir que a dificuldade de aprendizagem está relacionada com a metodologia abordada pelos educadores em sala de aula que em sua grande maioria trabalham somente com aulas teóricas sem se quer fazer um elo com o cotidiano dos educandos. Portanto o objetivo principal deste trabalho é construir aulas experimentais que possam fazer uma relação entre a teoria e a prática sempre focando no cotidiano em que os educandos estão inseridos além de verificar o ganho de aprendizagem significativa dos mesmos quando inseridos a tal metodologia. Os procedimentos de pesquisas adotadas para

a realização deste trabalho foram pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação e o tipo de pesquisa escolhida foi a exploratória no intuito de aprimorar o conhecimento sobre o ensino de química. Para o desenvolvimento da parte prática realizou-se o desenvolvimento de quatro experimentos práticos com ênfase à gastronomia que foram aplicados para os educandos que participam do projeto de ensino PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) do curso Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências da Natureza – Licenciatura. Onde foram aplicados questionários sendo eles pré experimental para analisar qual o nível de conhecimento já existente e pós experimental no intuito de averiguar o ganho de conhecimento adquirido pelos educandos. E com essas práticas além de estimular a cooperação do trabalho em grupo foi possível verificar que há uma melhor aprendizagem quando se relaciona teoria e prática pois sempre obteve-se resultados mais satisfatórios nas respostas dos questionários pós experimentais bem como um maior interesse transmitido pelos educandos com a disciplina contemplando assim os objetivos deste trabalho. Desse modo pode se concluir que aulas práticas de química focados nos princípios da gastronomia é uma excelente alternativa para desconstruir os preconceitos com a disciplina e uma notável aprendizagem significativa.

**PALAVRAS - CHAVE:** Ensino de química. Gastronomia. Teoria e prática. Aprendizagem

## MODEL OF CONSTRUCTION OF CHEMISTRY PRACTICAL LESSONS USING GASTRONOMY PRINCIPLES

**ABSTRACT:** This work presents models of construction of practical classes in chemistry using principles of gastronomy aiming at reducing the difficulty faced by students by assimilating the complex and most often abstract chemical contents without understanding in which context this science is inserted. The present study made it possible to deduce that the learning difficulty is related to the methodology addressed by classroom educators who mostly work only with theoretical classes without wanting to make a link with the students' daily lives. Therefore the main objective of this study is construct experimental classes that can make a relation between theory and practice focusing on the daily life in which learners are inserted as well as verifying their significant learning increase when inserted into such methodology. The research procedures adopted for this work were bibliographic research and action research and the type of research chosen was the exploratory one in order to improve the knowledge about the teaching of chemistry. For the development of the practical part four practical experiments were carried out with emphasis on gastronomy which were applied to the students participating in the PIBID (Institutional Scholarship for Teaching Initiation) program of the Interdisciplinary Course in Field Education: Natural Sciences – bachelor's degree. Where questionnaires are applied they are pre-experimental to analyze the level of knowledge already existing and experimental post in order to ascertain the gain of knowledge acquired by the students. And with these practices in addition to stimulating the cooperation of the group work it was possible to verify that there is a better learning when it is related theory and practice since it has always been obtained more satisfactory results in the answers of the post-experimental questionnaires as well as a greater interest transmitted by the with the discipline thus contemplating the objectives of this work. In this way it can be concluded that practical chemistry classes focused on the principles of gastronomy is an excellent alternative to defuse prejudices with discipline and a significant learning.

**KEYWORDS:** chemistry acknowledge gastronomy learning-practice learning.

### 1 | INTRODUÇÃO

A educação no Brasil encontra diversos problemas um deles é a desmotivação/desinteresse dos educandos pelas disciplinas sobre os conhecimentos da natureza por serem considerados difíceis. Uma vez que a química é um ramo das Ciências Naturais o conhecimento da mesma faz compreender tudo que está ao nosso redor por isso é necessário que exista a interação entre educandos e professores. Porém no presente contexto escolar há uma despreparação dos educandos em encarar os novos conceitos que lhes são apresentados na disciplina de química que por não conseguir assimilar esse conhecimento ao seu cotidiano e por esse motivo a complexidade dos temas apresentados na disciplina a torna de total desinteresse pelos mesmos (NUNES ADORNI 2010).

A utilização de recursos didáticos tais como aulas práticas nessa disciplina contribuem para melhoria na aprendizagem elas possibilitam armazenar informações como representações mentais de forma que quanto maior os estímulos sensoriais<sup>1</sup> maior

1 O sistema sensorial é um conjunto de órgãos dotados de células especiais chamadas de receptores que

a possibilidade de ampliação da impressão psíquica. Dentro dessa perspectiva defendida por Maiato (2013 p. 14) qualquer atividade que agregue o uso de dois ou mais sentidos num aprendizado de determinado conteúdo contribuirão de forma significativa para a memorização de conhecimentos complexos dentro da inteligência intelectual.

A interdisciplinaridade talvez seja um dos caminhos mais viáveis para relacionar o conceito de várias áreas do conhecimento com a área específica de química. O foco conteudista fica atrelado ao que se experimenta diariamente na vida facilitando entendimento e aprendizado significativo dos educandos. Atingir o objetivo de trabalhar interdisciplinarmente depende do treinamento e domínio do professor em relação a área de conhecimento em química explanado em sala. A experiência de trabalho nesse caso auxilia na execução de procedimentos para transmitir o conteúdo de forma interdisciplinar clara e precisa (SILVA WATANABE FERREIRA 2011).

Com a crescente preocupação da população na alimentação no sentido de resgatar as velhas receitas e formas de preparo e destituir o uso regular dos alimentos industrializados ensinar química utilizando a gastronomia pode ser uma das alternativas de trabalhar interdisciplinarmente pois no preparo de pratos há processos químicos físicos e biológicos ocorrendo conjuntamente. Trabalhar na cozinha traz uma motivação muito grande pois é algo que se aprende em casa desde pequeno e melhor ao final pode-se degustar o prato feito. Numa aula de química elementos tais como espumas nitrogênio hidrogênio e outras substâncias podem ser usadas em práticas culinárias dando sentido científico ao ato de preparação dos alimentos (ZERO HORA 2013). Outros elementos que envolvem processos químicos e físicos da termodinâmica como a emulsificação de gordura (desengorduramento da louça suja) e uso de enzimas são também importantes para demonstrar como a química se relaciona à outras áreas do saber de ciências.

Portanto o presente trabalho visa investigar o efeito do uso da gastronomia nas aulas práticas de química no processo de ensino aprendizagem. Dessa forma serão destacados alguns procedimentos práticos para otimizar o uso de laboratórios como locais de popularização do ensino de química utilizando os princípios de gastronomia baseado na preparação de alimentos comuns ao dia a dia dos educandos.

## **2 | ENSINO DE QUÍMICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

Sabe-se que no Ensino Médio há um baixo rendimento dos educandos na disciplina de Química em todo o país os motivos apontados como causadores desse fenômeno são falta de profissionais capacitados formações diminutas e precárias salários baixos e falta de condições materiais nas escolas. Essa última causa pode influenciar na frequência de aulas práticas pois se na escola que não há laboratório e equipamentos adequados as aulas práticas se tornam mais difíceis de serem realizadas ficando sempre em segundo

---

captam estímulos e informações do ambiente que o cerca.

plano e quando ocorrem possuem carga horária insuficiente e com métodos precários. Diferente de quando comparado há uma escola que têm laboratórios e equipamentos adequados (LIMA 2012).

Atualmente os estudantes ainda veem o conhecimento escolar como algo muito distante da sua realidade e por isso difícil de se absorver no entanto Ausubel propõe que a aprendizagem tenha uma comunicação eficaz que respeita e conduza o aluno com o objetivo dele fazer parte integrante desse novo conhecimento isso pode ser alcançado através de elos esquemas e utilizando uma linguagem familiar o que aproxima a prática da teoria e auxilia os educandos a terem de fato uma aprendizagem significativa (PELIZZARI 2002).

A cozinha está no cotidiano de qualquer educando ao aproximar essa com a Química além de ser relativamente fácil para o educador uma vez que acontece muitas reações químicas durante o preparo dos alimentos também auxilia no processo de ensino e aprendizagem dos educandos pois os mesmos já estão familiarizados com o preparo de alimentos na cozinha por isso torna-se mais fácil estabelecer uma conexão entre o preparo de alimentos e a Química.

Pode-se abordar diversos conteúdos químicos utilizando fatos e eventos que ocorrem na cozinha diariamente entre eles estão os mais variados tipos de misturas e processos de separação de componentes as dispersões e as propriedades coligativas a classificação dos compostos iônicos e covalentes e suas propriedades cinética e equilíbrio químico eletroquímica. E também dentro da Química Orgânica seria possível trabalhar funções orgânicas nomenclatura estereoquímica acidez e basicidade dentre outros. Pode-se observar que o leque de opções do professor para ensinar Química vinculada com a cozinha é vasta.

Sendo assim as experiências sensoriais proporcionada pela gastronomia nas atividades práticas apresenta um alto índice de aprendizado significativo pois utiliza subsunçores como âncora de um conceito inicial apresentado em sua estrutura cognitiva que é visualizado diariamente em suas residências na cozinha possibilitando um novo significado ao seu conhecimento prévio e essas informações serão úteis para a vida (AGRA et al. 2019).

### 3 | METODOLOGIA

O estudo desenvolvido na Universidade Federal da Fronteira Sul no campus de Laranjeiras do Sul - Paraná no período de agosto de 2018 e junho de 2019. Utilizou-se para o desenvolvimento do mesmo procedimentos de pesquisa bibliográfica pesquisa-ação e o tipo de pesquisa adotado foi a exploratória.

Nesse trabalho é proposto protocolos adaptados de aulas práticas de química com ênfase em culinária/gastronomia para que facilite o ensino e aprendizagem da disciplina

correlacionando com práticas vivenciadas cotidianamente pelos educandos.

Os experimentos selecionados com princípios básicos da gastronomia estão listados no Quadro 1.

DESCRIÇÃO	NOME
<b>Experimento 1</b>	Encapsulamento de líquidos que explodem na boca.
<b>Experimento 2</b>	Encontrando proteína nos alimentos.
<b>Experimento 3</b>	Extração da caseína do leite.
<b>Experimento 4</b>	Formação de polímeros utilizando materiais encontrados no dia a dia.

Quadro 1 - Experimentos escolhidos para prática.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

O procedimento foi desenvolvido da seguinte maneira dois desses experimentos foram realizados posteriormente à uma explicação fundamentada na teoria para observação e comparação com a prática. Os outros dois primeiramente realizaram-se a prática para comparar com a teoria e ver qual o ganho de conhecimento com esse método.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O intuito de tais experimentos é analisar os conhecimentos prévios dos educandos sobre determinado assunto abordado pela química verificando após a prática experimental se houve um aumento no conhecimento dos mesmos.

Para o experimento de número 1 realizou-se a prática da gastronomia molecular desconstruindo a forma original dos alimentos para em seguida apresentá-las de uma forma inusitada (na prática em questão realizou-se a desconstrução da azeitona e do suco de laranja apresentados em forma de bolhas).

Para tal experimento foi realizada a prática do encapsulamento onde o principal objetivo era verificar qual o nível de conhecimento dos educandos sobre como é formado o processo de encapsulamento de substâncias líquidas além disso no fluxograma apresentado na figura 1 estão os possíveis conteúdos que podem ser trabalhados com essa atividade prática.

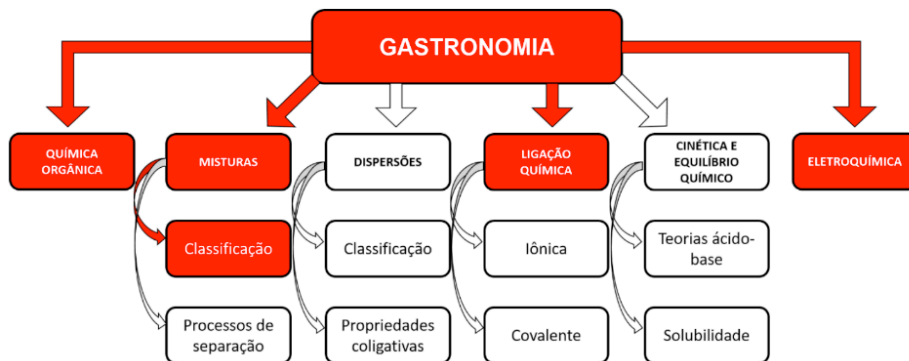


Figura 1 - Fluxograma dos conteúdos que podem ser abordados com a prática nº. 1.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

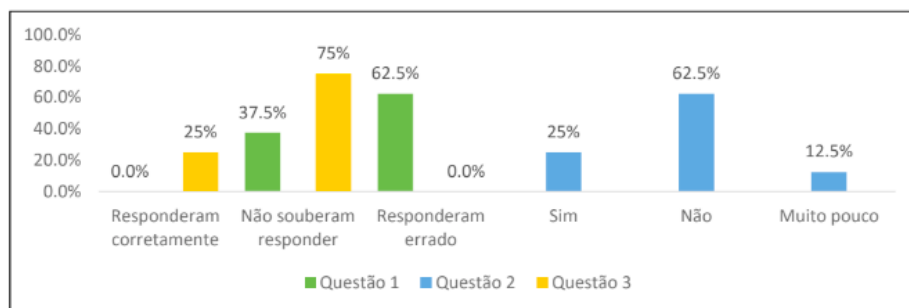


Figura 2 - Análise das questões pré experimentais do experimento 1.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

Como é possível observar na Figura 2 com relação à Questão 1 que questiona sobre os conhecimentos prévios dos educandos em relação a gastronomia/cozinha molecular não obtivemos resultados corretos (esperados) sobre a mesma isso demonstra que no ensino básico regular os profissionais da área de química estão trabalhando de maneira descontextualizada com a realidade em que o educando está inserido na sociedade.

Também é possível observar que 62,5% dos educandos responderam o questionário porém de forma equivocada e os outros 37,5% não souberam responder à questão assim pode-se concluir que todos os educandos questionados não tiveram êxito na resposta.

Com relação a Questão 2 a qual se trata da familiarização dos educandos com o tema proposto já estudados anteriormente relacionando a química com a gastronomia 62,5% das respostas obtidas foram negativas ou seja em momento algum no decorrer do percurso escolar os professores desse componente relacionaram a gastronomia com a química. Já 25% disseram que sim em algum momento os professores quando possível

fizeram tal relação. E 12,5% responderam que quase não houve essa relação e que quando houve foi de maneira descontextualizada.

No que diz respeito à questão 3 (O que é encapsulamento/esferificação? Já ouviu falar de tal prática da gastronomia molecular?) que pode ser analisada na Figura 3 nota-se que 25% dos educandos responderam corretamente à questão em si e os outros 75% não souberam responder. Pode-se afirmar que quando se compara as porcentagens ainda é muito baixa a quantidade de educandos que tem conhecimento sobre o tema abordado em questão.

Posterior à atividade prática é possível averiguar (Figura 3) que a maioria dos educandos em questão responderam corretamente o que foi questionado isso porque conseguiram assimilar a explicação da teoria de como é formada essa reação de encapsulamento/esferificação após a prática realizada.

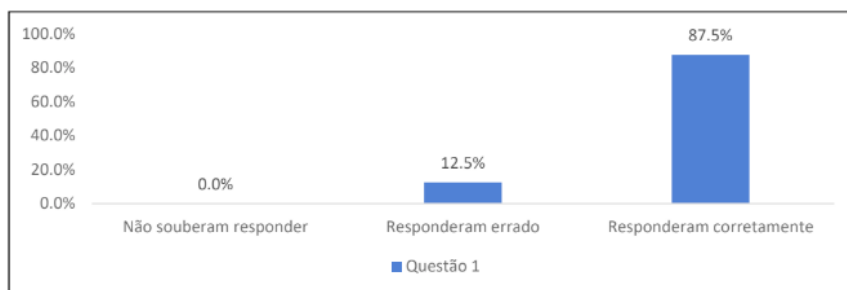


Figura 3 - Análise das questões pós experimentais do experimento 1.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

Somente 12,5% não tiveram sucesso na fixação de aprendizagem após a realização da mesma. Portanto constata-se que o experimento auxilia no processo de ensino aprendizagem pois há uma grande porcentagem de educandos que conseguiram assimilar a teoria com a prática proposta.

Na atividade seguinte (experimento 2) os educandos puderam verificar a existência de proteína nos alimentos por intermédio da prática Biureto<sup>2</sup> a qual interagem com as ligações peptídicas dos aminoácidos das proteínas formando uma coloração predominantemente violeta ao entrar em contato com as mesmas.

O conhecimento sobre proteínas bem como a prática Biureto eram os principais objetivos que foram contemplados neste experimento abaixo no fluxograma apresentado pela figura 4 estão os possíveis conteúdos que podem ser trabalhados com essa atividade prática.

<sup>2</sup> “Biureto é um reagente analítico composto de Hidróxido de Sódio (NaOH 2,5N) e sulfato de cobre 1% (CuSO<sub>4</sub>)” (CRISTINA 2016).

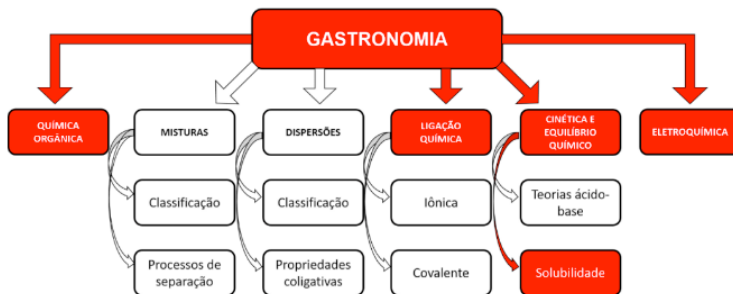


Figura 4 - Fluxograma dos conteúdos que podem ser abordados com a prática n.º 2.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

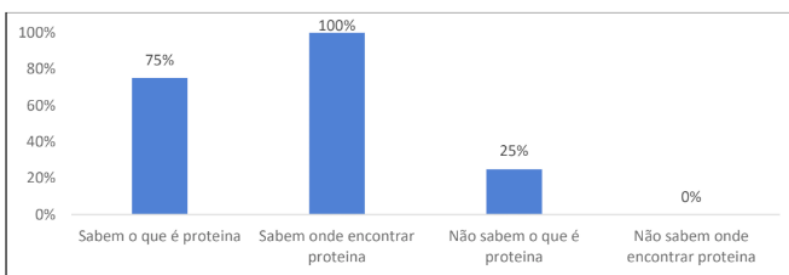


Figura 5 - Análise das questões pré experimentais do experimento 2.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

É possível notar na Figura 5 que as respostas obtidas no questionário pré experimental que a maioria dos educandos sabem o que são proteínas e além disso também sabem onde encontrar essa fonte de energia que é fundamental para o funcionamento do organismo do ser humano somente 25% não sabem o que é proteína porém sabem onde encontrá-la.

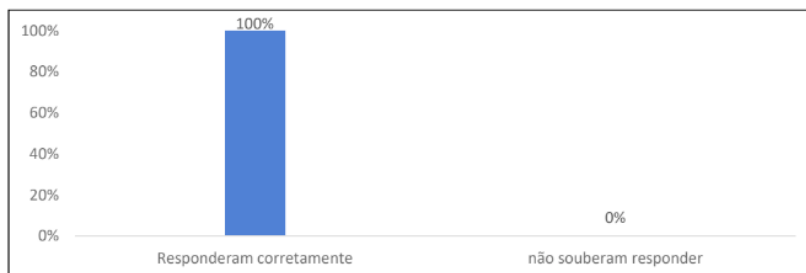


Figura 6 - Análise das questões pós experimentais do experimento 2.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.



É possível observar na Figura 6 que após a realização da prática experimental foi possível assimilar de maneira simples a teoria que fundamenta tal procedimento pois como é visível na figura os educandos responderam corretamente as duas questões (1- Quais dos alimentos - ovo queijo leite e gelatina - contém mais proteína como você pode explicar isso? 2- Por que ao adicionar sulfato de cobre e hidróxido de sódio nas substâncias elas mudam de cor?) que foram aplicadas após esse experimento.

Esse resultado nos induz que mesmo sem ter uma teoria precedida antes de tal prática é possível realizá-la e mais é possível comparar posteriormente com os conceitos e afirmar que os mesmos são verídicos.

Com a prática seguinte (experimento 3) o objetivo é entender como se dá o processo de separação da proteína (caseína) adicionando uma substância ácida ao leite modificando a polaridade das moléculas da proteína onde a mesma fica com uma baixa solubilidade facilitando a separação do restante da substância além de verificar qual o entendimento dos educandos no que diz respeito a quais nutrientes é possível encontrar no leite.

No seguinte fluxograma apresentado pela figura 7 estão os possíveis conteúdos que podem ser trabalhados com essa atividade prática.

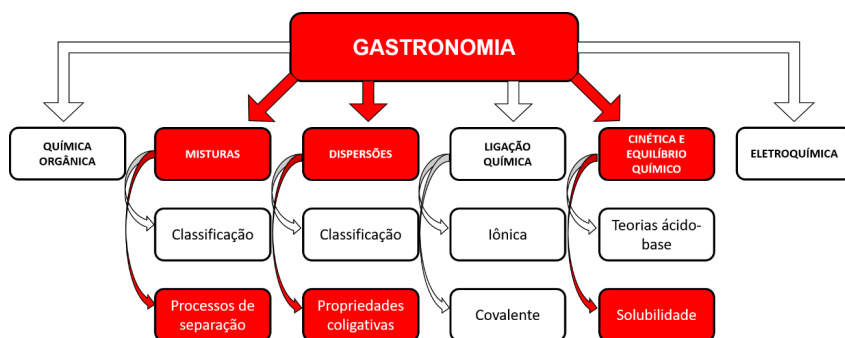


Figura 7 - Fluxograma dos conteúdos que podem ser abordados com a prática nº. 3.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

Ao visualizar a Figura 8 no que diz respeito à Questão de número 1 a qual questiona os conhecimentos prévios dos educandos sobre que tipo de nutriente encontramos no leite obtivemos um percentual negativo de 62 5% que não souberam responder corretamente essa questão e também obtivemos para a mesma pergunta um percentual positivo ou seja souberam responder cerca de 37 5% dos educandos que participaram desse experimento. A maioria desses educandos sabem portanto da existência de nutrientes no leite no entanto não conseguiram citá-los.

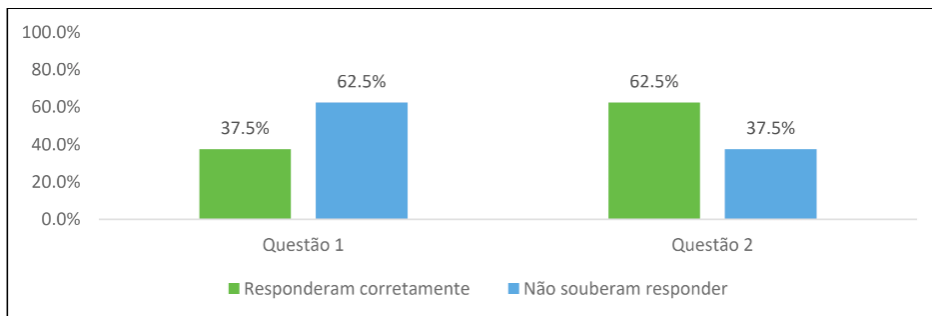


Figura 8 - Análise das questões pré experimentais do experimento 3.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

E com relação à questão de número 2 que precede o experimento a qual indaga a diferença entre o leite in natura e o leite industrializado 62 5% dos educandos souberam explicar que existe uma diferença nutricional quando comparado ambos. E somente 37 5% não souberam responder se existe ou não diferença.

Assim a maioria sabe que existe uma diferença nutricional entre o leite in natura e o leite industrializado provavelmente porque eles adquiriram tal conhecimento através do convívio com seus familiares e/ou divulgados pela mídia. (Conhecimento empírico).

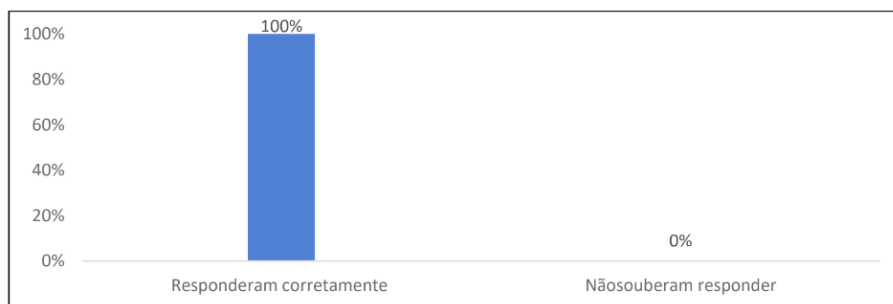


Figura 9 - Análise das questões pós experimentais do experimento 3.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

Após a realização da prática foi possível confirmar a teoria por traz desse experimento no que diz respeito às questões pós experimentais (1 - Porque ao adicionarmos ácido acético ao leite conseguimos com facilidade separar as proteínas do restante da substância? E 2 - Qual tipo de leite tem mais proteína?) obteve-se um êxito de 100% com as questões respondidas corretamente. Dessa maneira conclui-se mais uma vez que é possível averiguar que os conceitos que fundamentam tal prática são verídicos.

Para o próximo e último experimento proposto neste trabalho (experimento 4) o objetivo do mesmo é demonstrar a possibilidade de se obter um polímero sintético formado por monômeros de substâncias diferentes mas que são possíveis de se encontrar no dia a dia.

Neste caso a ureia e o formol quando em contato com ácido muriático (ácido clorídrico) forma quase que instantaneamente uma cadeia polimérica denominada resina uréia-formaldeído utilizados geralmente para fabricar objetos decorativos além de servir como uma espécie de cola para pisos e revestimentos de residências.

No seguinte fluxograma apresentado pela figura 10 estão os possíveis conteúdos que podem ser trabalhados com essa atividade prática.

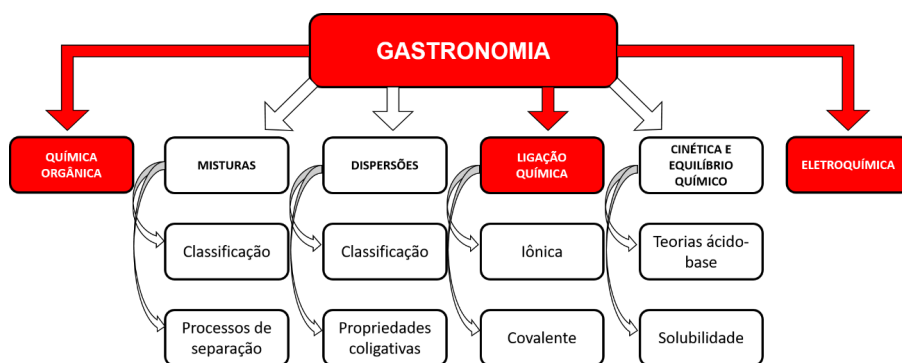


Figura 10- Fluxograma dos conteúdos que podem ser abordados com a prática nº. 4.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

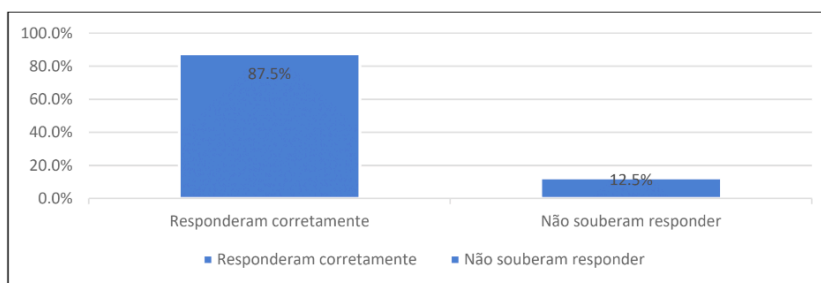


Figura 11 – Análise das questões pré experimentais do experimento 4.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

Ao analisar a Figura 11 obtivemos uma porcentagem de 87 5% dos educandos que participaram dessa atividade prática responderam corretamente à pergunta que questionava se eles tinham um conhecimento prévio sobre o que é uma resina e onde

podemos encontrar esse material no cotidiano sendo que somente 12,5% não souberam responder essa questão que antecipava a prática.

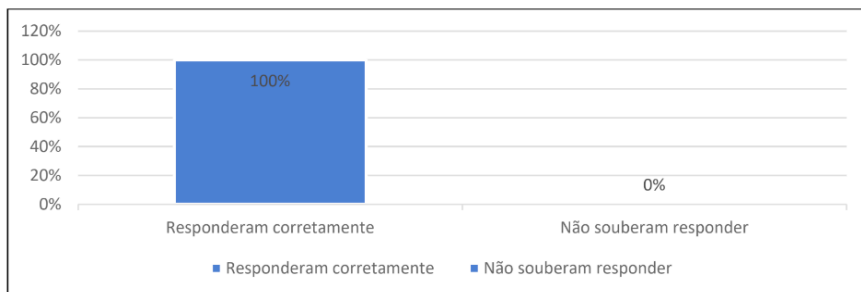


Figura 12 - Análise das questões pós experimentais do experimento 4.

Fonte: Elaborada pelo autor 2019.

Através da explicação fornecida aos educandos ao longo do experimento obteve-se um êxito de 100% de acerto nas questões pós experimentais que abordavam a reação que ocorreu no experimento sobre polímeros utilizando materiais encontrados no dia a dia. Sendo assim o objetivo proposto no início da prática foi contemplado com sucesso.

## 5 | CONCLUSÃO

A elaboração desse trabalho permitiu analisar a existência de problemas metodológicos no ensino e aprendizagem na disciplina de química possibilitando reflexões sobre principais meios para sanar tais dificuldades encontradas por educadores e educandos possibilitando metodologias mais adequadas e conseqüentemente um melhor aprendizado significativo por parte dos educandos.

Com base nos experimentos realizados foi possível verificar um maior interesse transmitido pelos educandos com a disciplina além de confirmar um ganho significativo do conhecimento por parte dos mesmos contemplando assim os objetivos deste trabalho.

Nessa perspectiva pode-se concluir que a construção de aulas experimentais baseadas no conceito e prática da gastronomia é um excelente recurso didático a ser adotado pelos educadores em sala de aula contribuindo para que o aprendizado seja de fato significativo.

## REFERÊNCIAS

AGRA G. et al. Analysis of the concept of Meaningful Learning in light of the Ausubel's Theory. **Revista Brasileira de Enfermagem** [s.l.] v. 72 n. 1 p.248-255 fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>.

CRISTINA F. **Relatório Biureto: Aula 3**. 2016. Disponível em: <<https://www.trabalhosgratuitos.com/Biol%C3%B3gicas/Bioqu%C3%ADmica/Relatorio-Biureto-1032626.html>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

LIMA J. O. G. de. **Perspectivas de novas metodologias do ensino de Química**. In: Revista Espeço Acadêmico n<sup>a</sup> 136 2012.

MAIATO A. M. **Neurociência e aprendizagem: o papel da experimentação no ensino de ciências**. Universidade Federal do Rio Grande/FURG 2013 81 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências: Química da vida e saúde Rio Grande (RS) 2013.

NUNES A. S. Adorni D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans** 2010 Vitória da Conquista BA. - Educação e conhecimento científico 2010.

PELLIZZARI A. et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausebel**. Rev. PEC Curitiba v.2 n.1 p.37-42 jul. 2001-jul. 2002

SILVA A. D. L DA WATANABE L. A. FERREIRA W. P. a importância da interdisciplinaridade no ensino de química. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA** 51 2011 São Luiz (MA). Universidade do Estado do Pará/UEPA 2011.

ZERO HORA. **Conheça a cozinha molecular do chef Felipe Bronze**. Porto Alegre (RS) Zero Hora – Gastronomia. 2013. [s.n.]. Disponível em: <<http://videos.clicrbs.com.br/rs/zerohora/video/gastronomia/2013/11/conheca-cozinha-molecular-chef-felipe-bronze/50602/>> Acesso em 19 nov. 2018.

## TOPOLOGICAL VALIDATION: A STUDY APPLIED FOR HYDROGRAPHIC FEATURES OF A WATERSHED

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 18/09/2020

### Leandro Luiz Silva de França

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
DECart/PPCGTG  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/8559852745183879>

### Joel Borges dos Passos

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
DECart/PPCGTG  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/3040607631556440>

### Jose Luiz Portugal

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
DECart/PPCGTG  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/8537775027062397>

**ABSTRACT:** Among the categories of quality elements of ISO 19.157 logical consistency is still little discussed in the academic world. Topological consistency an element of the logical consistency aims to ascertain the compliance of topological rules of real-world modeling for a dataset in a process known as topological validation. In this context this work was proposed to present fundamental concepts and topological rules for validation of hydrographic elements in a case study applied to the *Alto Paraguai* watershed. This study was performed considering three types of topological validation: inter-class intra-class and specific. It was used the official

dataset of the Brazilian Water Agency (*Agência Nacional de Águas – ANA*) referring to the Ottocoded Hydrographic Base (*Base Hidrográfica Ottocodificada – BHO /2013*). In the inter-class validation the topology between the following classes was studied: drainage point drainage line standing water and watercourse. It was verified that most of the inconsistencies are associated to the lack of connectivity between the polygon-type classes with the other classes. In the intra-class validation the drainage line class was evaluated where practically no inconsistency was found except for some small angles. Similarly in specific validation there was no problem in the drainage network that is all lines were correctly directed to represent the water flow. However by checking the types of drainage points it was observed that they do not adequately model all situations that may occur especially in flat areas such as the Pantanal.

**KEYWORDS:** Topology Watershed Drainage Network Quality Control Pantanal.

### VALIDAÇÃO TOPOLÓGICA: ESTUDO APLICADO A FEIÇÕES DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

**RESUMO:** Entre as categorias de elementos de qualidade da ISO 19.157 a consistência lógica ainda é pouco discutida na esfera acadêmica. A consistência topológica um elemento da consistência lógica visa verificar a conformidade das regras topológicas de modelagem do mundo real para um conjunto de dados em um processo conhecido como validação topológica. Neste contexto este trabalho foi proposto para apresentar conceitos fundamentais e regras

topológicas para validação de elementos hidrográficos em um estudo de caso aplicado à bacia do Alto Paraguai. Este estudo foi realizado considerando os três tipos de validação topológica: interclasses intraclasse e específica. Foi utilizado o conjunto de dados oficiais da Agência Nacional de Águas (ANA) referente à Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) de 2013. Na validação interclasses estudou-se a topologia entre as seguintes classes: ponto de drenagem linha de drenagem massa d'água e trecho de massa d'água e verificou-se que a maioria das inconsistências está associada à falta de conectividade entre as classes do tipo polígono com as demais classes. Na validação intraclasse avaliou-se a classe trecho de drenagem onde praticamente nenhuma inconsistência foi encontrada exceto algumas feições com ângulos menores que a tolerância. Semelhantemente na validação específica não houve problema na rede de drenagem ou seja todas as linhas foram corretamente direcionadas para representar o fluxo d'água. No entanto verificando os tipos de pontos de drenagem observou-se que eles não modelam adequadamente todas as situações que podem ocorrer especialmente em áreas planas como o Pantanal.

**PALAVRAS - CHAVE:** Topologia Bacia Hidrográfica Rede de Drenagem Controle de Qualidade Pantanal.

## 1 | INTRODUCTION

Several automatic methods of generating drainage network have been applied for cartographic production (Andrades Filho et al. 2009 Bosquilia et al. 2015 Cherem et al. 2009 Dos Santos & Shiraiwa 2012). It happens mainly because the manual methods are more laborious and with greater subjectivity depending on the photointerpreter's experience (Bosquilia et al. 2015).

Accordingly to França and Ferreira da Silva (2018) due to a large number of non-mapping specialists and different methods more discussions are emerging about the reliability of geospatial data. So the following quality categories about these data must be evaluated: completeness logical consistency positional accuracy temporal accuracy and thematic accuracy (França et al 2017 França et al 2019).

Several types of research on the positional accuracy have already been performed nevertheless studies that relate the geometric properties with the topological ones are still little approached in the academic sphere (Abed-Elmdoust et al. 2017).

Topological consistency is an element of the data quality category called logical consistency which is defined as the degree of adherence to logical rules of the data structure attribution and relationships (ISO 2013 INSPIRE 2007).

Then topological consistency corresponds to the correctness of the explicitly encoded topological characteristics of a dataset (ISO 2013 INSPIRE 2007). In other words it refers to relative relationships between spatial elements (Ellul & Haklay 2006). These relationships can be performed by verifying connectivity adjacency containment or proximity situations (França et al 2018).

Topology in Geographic Information System (GIS) is the arrangement that defines

how point line and polygon features share coincident geometry aiming to model accurately geometric relationships (ESRI 2016) that is how places and locations related to one another similarly the real-world situations (França 2018).

The topological validation checks topological consistency (IBGE 2017) and seeks to assess the adequacy of geographical data for a particular purpose (DSG 2016). That is why the topology validation has long been a key GIS requirement for data management and integrity (ESRI 2016).

Hydrographic elements include the marine areas and all other inland water bodies and items related to them (INSPIRE 2014). A watershed (synonym for drainage basin river basin catchment area or drainage area) is the area where the water is collected and directed through a drainage network.

Drainage network according to the specifications of the Brazilian Spatial Data Infrastructure (*Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais* - INDE) must be modeled as a class of line features called the drainage lines. They correspond to permanent or temporary water bodies in accordance with the vector acquisition scale (CONCAR 2010).

According to Dos Santos & Shiraiwa (2012) drainage networks are topographic features that favor the accumulation and flow of surface water. They are composed of channels organized in a characteristic pattern. Cherem et al. (2009) also consider these fluvial channels are characterized by their hierarchy sinuosity and slope as well as their spatial arrangement.

The drainage network is an important indicator of changes that occurred in the composition of the watershed landscape either due to changes in its structure shape or by loss or gain of channels (Nascimento et al. 2008) being a primordial element in the maintenance of the biota and in the definition of processes responsible for the relief sculpture (Cristo & Robaina 2014).

The watershed is considered a fundamental unit for the conservation of the environment and serves as a basis for planning and management due to the integrative character of its elements (Bosquilia et al. 2015 Albuquerque & Oliveira 2015).

Andrades Filho et al. (2009) and Abed-Elmdoust et al. (2017) mention the difficulty of elaborating hydrological maps due to the high dynamics and complex topology of drainage networks. Santos Silva et al. (2008) and Paranhos Filho et al. (2017) report the scarcity of information on global application systems that uniquely and efficiently references and identifies the watersheds. Therefore there is a need for solutions based on vector structure of networks that refer through linear addressing mechanisms each segment of a drainage network (Santos Silva et al. 2008).

The consistency of the data representing a drainage network guarantees greater reliability to geographical analyses (França 2018). The correct delimitation hierarchization and coding of river basins and drainage networks are essential to the management of surface and subsurface waters (Singh et al. 2014 Elbeih 2015) and in the modeling of



erosive processes dispersion of nutrients and pollutants (Uzeika et al. 2012).

## 2 | OBJECTIVE

Topological validation has the purpose of identifying and correcting topology inconsistencies by automatic or manual processes (Passos et al. 2017). It can be classified into three types (IBGE 2017):

- Intra-class topological validation - aims to identify inconsistencies in the geometry and topology between the features of a class
- Inter-classes topological validation - aims to identify topology inconsistencies between classes based on the topological relationship rules for the classes in the data model
- Specific topological validation - aims to check situations not explicit in the data model.

The inter-classes validation is usually described in entity-relationship diagrams (CONCAR 2010). However due to the complexity in the construction and validation of the classes of a watershed this research sought to explore the main topological rules common and specific to the features of these classes.

The Brazilian Technical Specifications for the Acquisition of Vector Geospatial Data (DSG 2011) presents general rules for the construction of hydrographic elements as regards geometry topology and attributes of each class.

Also it is noted the importance of the drainage network due to its relation to virtually all elements of a watershed. So DSG (2011) standardizes the network as the class drainage line accordingly to the following principles: the use of line type geometry the lines must be vectorized from upstream to downstream the start and end points of each line must touch an object of the Drainage Point class and the features of the Drainage Line class must represent the main flow of the water stream.

In the environment it is possible to observe some possibilities for the drainage points. Each of them is represented in the diagram of Figure 1 and described below:

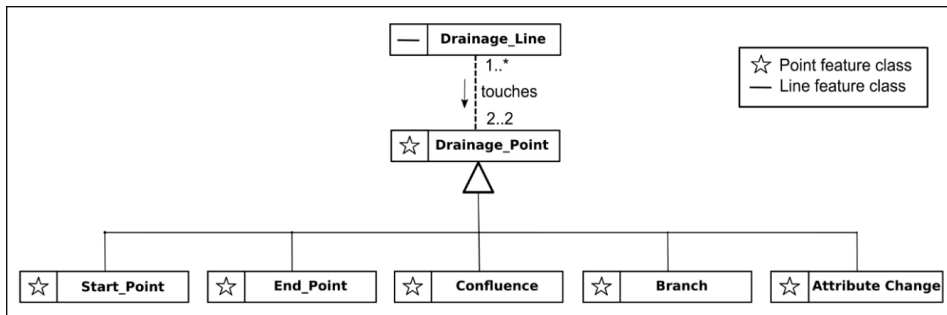


Figure 1: Entity-relationship diagram for Drainage Network.

- Start Point: point where a drainage network begins as a water source spillway or something similar
- End Point: point where a drainage network ends as a river mouth outfall sink or something similar
- Confluence: point where two or more drainage lines converge resulting in only one line
- Branch: point where a drainage line splits into two or more lines
- Attribute Change: point where a change of characteristics (attributes) occurs.

The flow direction defines the hydrological relationships between different points within a river basin (Rennó et al. 2018). Therefore for the existence of functional drainage it is necessary the correct construction of the lines that compose the network through the sequence of points that represents the direction of water flow (Figure 2). To do this there are automatic procedures for assigning the flow direction from the orthometric height (H) obtained from a Digital Elevation Model (DEM) (Bosquilia et al. 2015) although the success of this procedure is closely linked to the accuracy of the DEM (Gopinath et al. 2014).

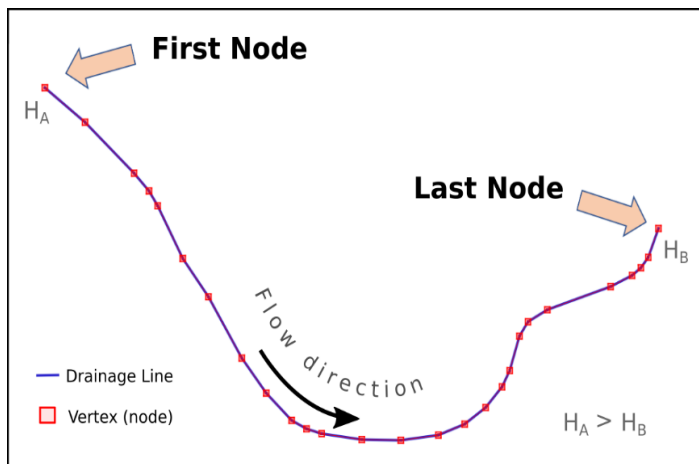


Figure 2: Flow Direction in a Drainage Line.

Yang et al. (2017) study the similarities between engineered versus natural drainage networks because both involve gravity-driven and directed flows. In general they consist of junctions and conduits which correspond to nodes and edges.

Thus when it is desired to perform an accurate analysis of the drainage network it is essential to ensure the correct orientation of the drainage lines as well as the connectivity between them. A validated drainage network allows the automatic identification of all drainage points and their influence on environmental and hydrographic studies (França 2018).

Therefore the objective of this work is to present the main topological inconsistencies of hydrographic elements in the watershed of *Alto Paraguai* made available through the Brazilian Waters Agency (*Agência Nacional de Águas – ANA*).

### 3 | MATERIALS AND METHODS

The study area (Figure 3) corresponds to the *Alto Paraguai* watershed located in the north of Paraguay south-east of Bolivia and mid-west of Brazil in the states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul. This area is known for the predominance of wetlands and its biome is called the Pantanal.

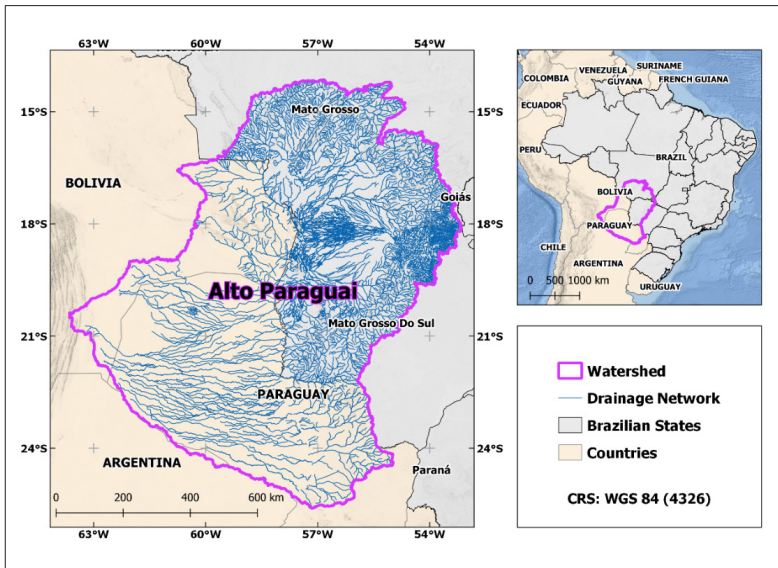


Figure 3: Study Area.

The hydrographic elements studied in this work is described in Table 1. They are available by ANA as shapefiles of the Ottocoded Hydrographic Base (*Base Hidrográfica Ottocodificada* – BHO / Multiscale 2013).

Class	Geometry	Description
Drainage Point	Point	Point of connectivity between two drainage lines or more (CONCAR, 2010).
Drainage Line	Line	Linear representation of the main water flow of a waterbody (ANA, 2015).
Waterbody	Polygon	Surface with significant accumulation of water. It can be classified in <i>Standing Water</i> (lakes, ponds, etc.) or <i>Water Course</i> (rivers, stream, canals, etc.) (INSPIRE, 2014), accordingly the existence of water flow.

Table 1: Description of the hydrographic elements

These vector data are compatible with 1:250 000 scale in the Taquari River sub-basin and with 1:1 000 000 scale for the other areas (ANA 2015).

ANA used the Otto Pfafstetter methodology for official codification of river basins and watercourses. This coding follows a system of unidirectional flows of the hydrographic network allowing the query of topological information of the network based only on the encoding attribute (Romanholi & Queiroz Filho 2018).

For validation analysis and mapping the open source software QGIS 2.18 was used with the Plugin DSGTools for inter-class topological validation and Python algorithms created by França (2018) for intra-class and specific topological validation.

### 3.1 Inter-class topological validation

The rules for this validation were obtained from the conceptual model standardized by CONCAR (2011). Figure 4 corresponds to an extract of the entity-relationship diagram of the classes analyzed.

The Watercourse and Standing Water classes are a specialization of the Waterbody class being obtained from original data through the selection of the features based upon their attribute type of water body.

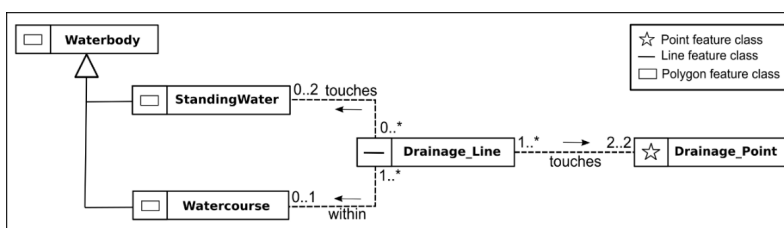


Figure 4: Entity-relationship diagram for the analyzed classes.

In the diagram the relationships and cardinalities between the classes are defined. For instance a Drainage Line must be within 0 and 1 Watercourse. The same relation in the opposite direction means a Watercourse must contain from 1 to many Drainage Lines.

In this context some inter-class topological validation rules were listed to be checked in this paper and are described in Table 2.

The number of rules between classes is not exhaustive. For example rules 04 and 05 are nothing more than rules 02 and 03 in the opposite direction. Rules 06 and 07 are examples of situation checks that should not occur based on real-world modeling.

Rule	Class 1	Must	Topology	Class 2	Cardinality
01	Drainage Line	yes	touches	Standing Water	0..2
02	Drainage Line	yes	Within	Watercourse	0..1
03	Drainage Line	yes	touches	Drainage Point	2..2
04	Watercourse	yes	contains	Drainage Line	1..*
05	Drainage Point	yes	touches	Drainage Line	1..*
06	Drainage Point	no	Within	Standing Water	1..*
07	Drainage Line	no	Crosses	Standing Water	1..*

### 3.2 Intra-class topological validation

In this work the Drainage Line class was considered as an example for intra-class validation. So the validation verified common inconsistencies of geometry construction being they self-intersection overlap minimum angle crossing between lines and line not connected (Figure 5).

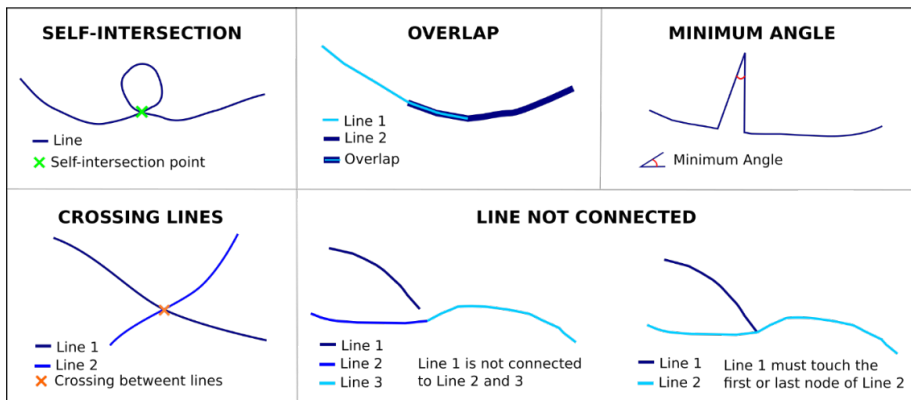


Figure 5: Examples of geometric inconsistencies for drainage lines.

The verification of the geometry's problems have to be done before the validation of the network considering that the network validation only makes sense when there are no more problems in the construction of the geometries so that ensures the connectivity between the drainage lines and solves all situation which in general do not occur in the real world such as the case of self-intersections overlap and closed angles.

### 3.3 Specific topological validation

The drainage network validation is an example of specific topological validation because its rules are not explicit in the data model. However it's essential for defining spatial relation between drainage lines considering the water flow and related properties (Romanholi & Queiroz Filho 2018).

This validation checks inconsistencies based on the first and last points of a drainage line. They must be classified into one of the situations for a drainage point (Figure 6) otherwise it is considered an inconsistency (Figure 7).

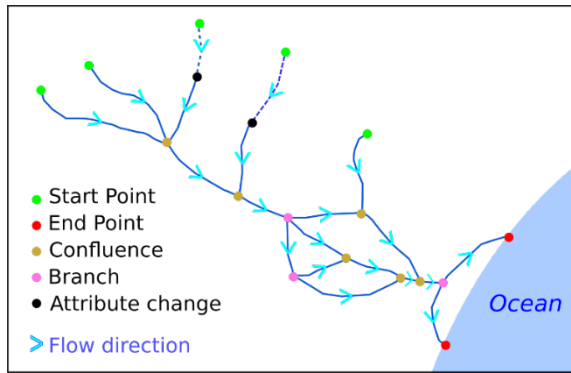


Figure 6: Types of Drainage Point.

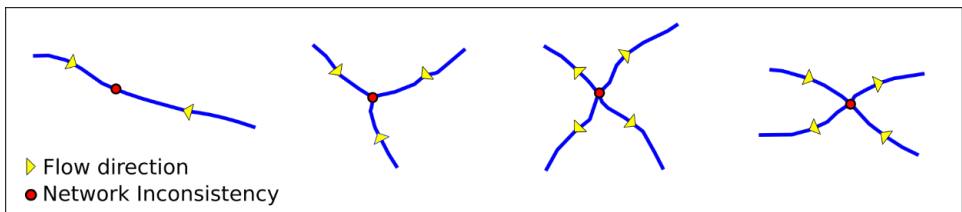


Figure 7: Examples of Network Inconsistency.

Another problem is the loop in the network (Figure 8) a type of inconsistency that hurts the logic of the drainage network because the water following in its flow direction cannot return to the same point but it can only follow from upstream to downstream.

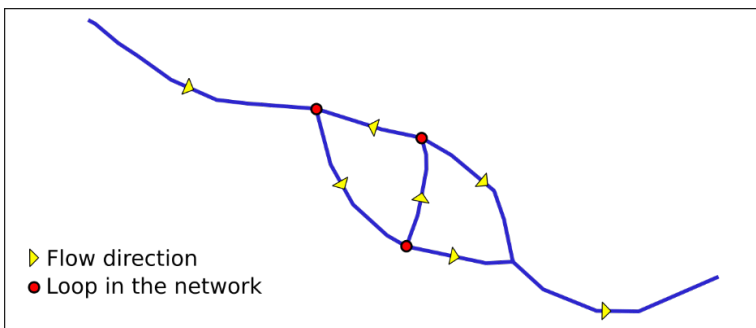


Figure 8: Loop in the drainage network.

## 4 | RESULTS AND DISCUSSIONS

The total number of features and measurements per class of the ANA's Ottocoded Hydrographic Base of the *Alto Paraguai* watershed is described in Table 3.

Class	Source file name	Features	Measurement
Drainage Point	geoft_bho_pontodrenagem	8652	-
Drainage Line	geoft_bho_trechodrenagem	8485	100,031.11 Km
Standing Water	geoft_bho_massa_dagua	2822	465.61 Km <sup>2</sup>
Watercourse	geoft_bho_massa_dagua	327	791.71 Km <sup>2</sup>

Table 3: Number of features per class

For inter-class topological validation the rules described in Table 2 was verified and the resulting number of inconsistencies for each rule are presented in Table 4.

Rule	Description	Inconsistencies
01	Drainage Line must touch Standing Water (0..2)	0
02	Drainage Line must be within Watercourse (0..1)	0
03	Drainage Line must touch Drainage Point (2..2)	0
04	Watercourse must contain Drainage Line (1..*)	325
05	Drainage Point must touch Drainage Line (1..*)	0
06	Drainage Point must not be within Standing Water (1..*)	8
07	Drainage Line must not cross Standing Water (1..*)	144

Table 4: Total inconsistencies for inter-class topological validation.

The results show that depending on the direction of the relationship between classes different results can be obtained. For example rule 02 where no inconsistency was verified when rule 04 which checks the opposite direction of the relationship found 325 inconsistencies.

It is also observed that rules 01 to 03 expressed in the entity-relationship diagram (Figure 4) were not effective in identifying inconsistencies unlike rules 06 and 07 that define what must not occur between the classes. This evidences that a rule for determining what cannot happen may be more efficient in finding topological problems than the general rules of feature construction.

Figure 9 shows some cases of inconsistencies found in ANA dataset for checking of rules 04 06 and 07. By visual inspection the two main reasons are:

- Virtually all watercourses don't contain at least one drainage line
- The drainage lines are not connected to waterbodies.

Thus this explains the inconsistencies of standing water which is crossed by drainage line or contains drainage points.



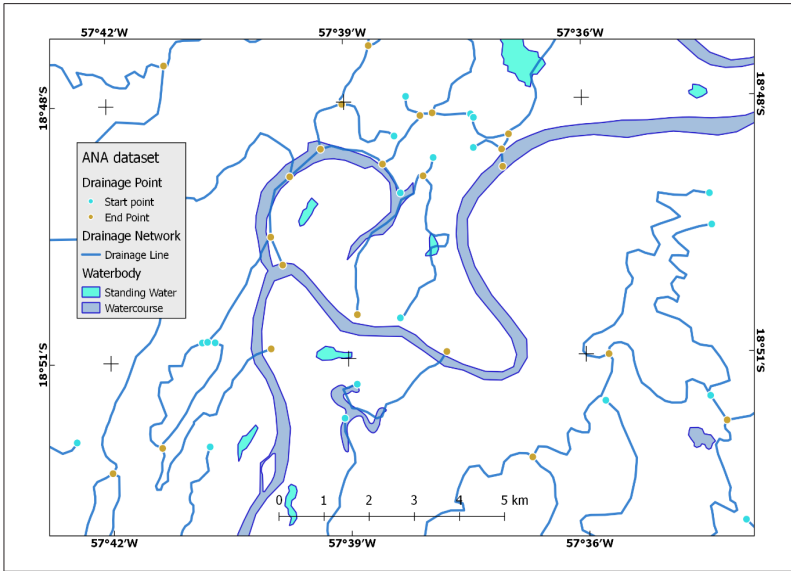


Figure 9: Watercourses don't contain at least one drainage line.

Figure 10 is an example of non-compliance with a logic rule assuming that standing water has no water flow and therefore cannot contain or cross a drainage line or consequently have a drainage point within it.

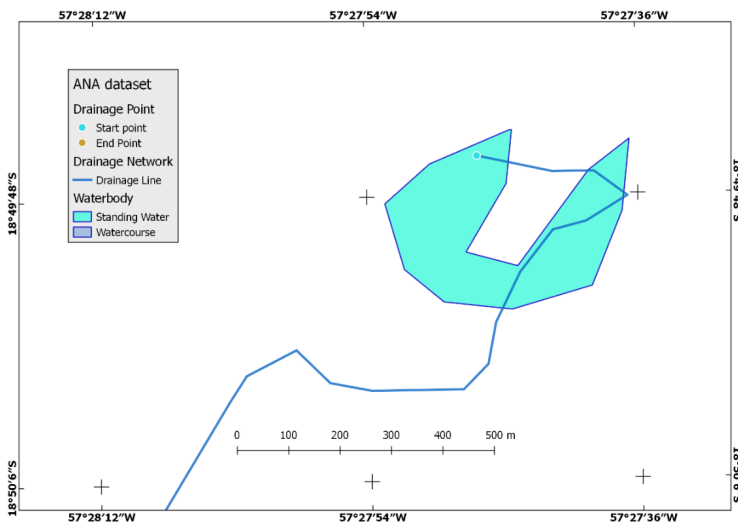


Figure 10: Standing water with inconsistencies.

For intra-class topological validation it was verified inconsistencies in the construction of Drainage Line's features. The numbers of inconsistencies are presented in Table 5 and a situation of small angles are presented in Figure 11.

<i>Inconsistency</i>	<i>Quantity</i>
Crossing between lines	0
Line not connected (tol < 0.5m)	0
Minimum angle (<45°)	17
Overlap between lines	0
Self-intersection	0

Table 5: Number of inconsistencies for intra-class validation.

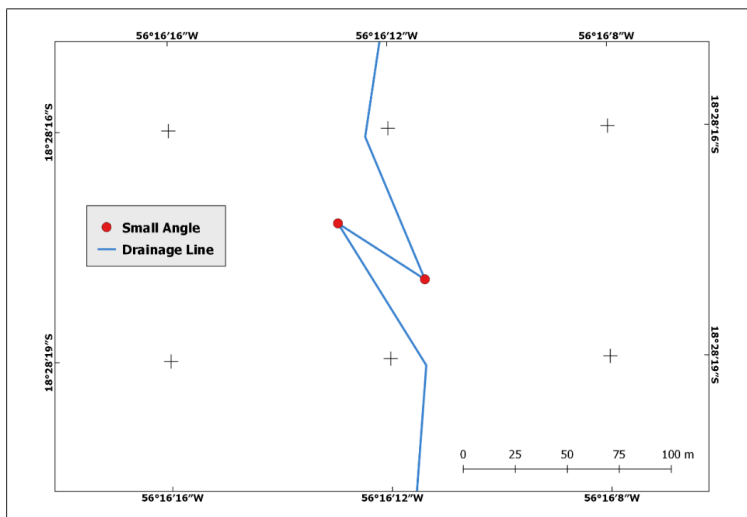


Figure 11: Cases of inconsistencies in the intra-class validation.

For specific topological validation the drainage network was verified. In this validation no network problem or loop was found in the original ANA's dataset using the methodology presented by França (2018). This is due to the fact that ANA obtains its dataset automatically in order to ensure that drainage lines and watersheds are coded according to the Pfafstetter methodology (ANA 2015) using recursive functions and routing algorithms (Romanholi & Queiroz Filho 2018).

However in Table 6 the number of drainage points generated by França's method reveals some ANA's dataset characteristics.

<i>Drainage Point Type</i>	<i>Quantity</i>
Start Point	4326
End Point	167
Confluence	4159
Branch	0
Attribute change	0

Table 6: Generated Drainage Points.

First it is observed that there is no branch occurrence in the drainage network which is very unlikely to occur given the complexity of the catchment area in the Pantanal.

Second the attribute change point in ANA's dataset is also not observed. This is due to the fact that the attribute changes of ANA's drainage lines are not considered in the connection between two lines but only at points of confluence (three lines).

Lastly ANA's drainage points are only classified in "start" and "end" point as seen in Figure 9. The start points coincide with the points generated by the França's method but most of the end points of the ANA's dataset are actually confluence points.

In the real world the "end point" feature may represent a mouth to where the water flow converges flowing into a water body (lake or ocean) or in rarer cases when it encounters a sink feeding groundwater. Therefore the occurrence of "end point" is less likely in a drainage network (França 2018).

## 5 | CONCLUSION

This research had as objective to present the essential concepts for topological validation of a watershed in a case study applied to the *Alto Paraguai* Basin. So this task was performed following three aspects: inter-class intra-class and specific topological validation.

Inter-class validation was approached and exemplified considering the classes drainage point drainage line standing water and watercourse. In this validation it was verified that the topological relations of the polygon type classes do not conform to rules related to the line and point type classes and there is no type of connectivity between them.

Intra-class validation was applied in the class drainage line. No inconsistency was found between the features of this class except some problems in the construction of geometries with the existence of small angles (angle smaller than the minimum tolerated angle).

As an example of specific topological validation the drainage line class was validated following the criteria of a unidirectional drainage network adopted by França (2018). From the analysis it was verified that there is no network inconsistency and no loop problem.

However by evaluating the drainage points automatically generated and comparing with the ANA's drainage points it was verified that some situations that are observed in the real world are not contemplated in the data such as the branch and attribute change points.

Modeling the environment and water behavior is not trivial. And when it comes to the Pantanal is a challenge mainly because the drainage becomes very diffuse and variable over time not behaving in a totally linear way through several marshes and swamps very common in this great plain.

Nevertheless the current standards of geospatial data control quality indicate that the level of compliance must be zero inconsistencies for topological validation (IBGE 2017 DSG 2016). This quality procedure proves that all care has been taken to create the vector data in accordance with the logical model and appropriate for the real-world representation besides allowing the results of studies and analyzes based on this data more reliable.

## REFERENCES

- Abed-Elmdoust A. Singh A. Yang Z. L. Emergent spectral properties of river network topology: an optimal channel network approach. **Scientific reports** 7(11486). p.1-9. 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-11579-1
- Albuquerque L. B. Oliveira W. Caracterização da bacia hidrográfica do córrego Pratinha-Três Lagoas (MS) como subsídio ao planejamento ambiental. **Revista GeoPantanal** Corumbá/MS. 10(19) p.87-99. 2015.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Base Hidrográfica Ottocodificada**. 2ª Edição. Brasília. 2015. Available in: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdadd0f5> . Accessed in Jun 16th 2018.
- Andrades Filho C. D. O. A. Zani H. Dos Santos Gradella F. Extração automática das redes de drenagem no pantanal de Aquidauana: estudo comparativo com dados SRTM ASTER e carta topográfica DSG. **Revista Geografia**. Rio Claro v.34 Número Especial p.731-743. 2009.
- Bosquilia R. W. D. Fiorio P. R. Duarte S. N. Mingoti R. Comparação entre métodos de mapeamento automático de rede de drenagem utilizando SIG. **Irriga** Botucatu 20(3) p.445-457. 2015. DOI: 10.15809/irriga.2015v20n3p445
- Cherem L. F. S. Magalhães Junior A. P. Faria S. D. Análise morfológica de rede de drenagem extraída de MDE-SRTM. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO XIV Natal p.7251-7258. 2009.
- Cristo S. S. V. Robaina L. E. S. Caracterização da rede hidrográfica na estação ecológica Serra Geral do Tocantins estados do Tocantins e Bahia. **Geografia Ensino & Pesquisa** 18(3) p.103-116. 2014. DOI: 10.5902/2236499414729
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais**. ET-EDGV 2.1.3. Brasília - DF. 2010.

Dos Santos C. C. P. Shiraiwa S. Extração de redes de drenagem utilizando limiares de área acumulada máxima através de modelos digitais de elevação em diferentes escalas. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal IV Bonito/MS Embrapa Informática Agropecuária/INPE p.50-59. 2012.

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico. **Especificações Técnicas para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais**. ET-ADGV 2.1.3. Brasília – DF. 2011.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico. **Norma da Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais**. ET-CQDG. 1ª Edição. Brasília – DF. 2016.

Elbeih S. F. An overview of integrated remote sensing and GIS for groundwater mapping in Egypt Ain Shams. **Engineering Journal** v. 6 n. 1 p.1-15 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.08.008>

Ellul C. Haklay M. Requirements for Topology in 3D GIS. **Transactions in GIS** v.10 n.1 p. 157-175 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2006.00251.x>

ESRI. ArcGIS. **Topology Basics**. 2016. Available on: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/topologies/topology-basics.htm>. Accessed on: June 14 2018.

França L. L. S. Topological validation of drainage network with QGIS. ANAIS 7º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL Jardim MS. Embrapa Informática Agropecuária/INPE. p. 262-273. 2018.

França L. L. S. Almeida A. D. O. Penha A. L. T. Avaliação da qualidade dos Modelos Digitais de Elevação ASTER e SRTM para o estado da Bahia. **Revista Brasileira de Cartografia**. 69(9). p.1797-1806. 2017.

França L. L. S. Ferreira da Silva L.F. Comparison between the Double Buffer Method and the Equivalent Rectangle Method for the quantification of discrepancies between linear features. **Boletim de Ciências Geodésicas** 24(3). 300-317. 2018. DOI: 10.1590/s1982-21702018000300020

França L. L. S. Penha A. L. T. Carvalho J. A. B. Comparison between absolute and relative positional accuracy assessment - a case study applied to digital elevation models. **Boletim de Ciências Geodésicas** 25(1). 2019. DOI: 10.1590/s1982-21702019000100003

França L. L. S. Silva T. A. Andrade A.C.B.A.B. Alcântara L.A. Vetorização de Cobertura Terrestre no QGIS. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO VII Recife-PE p.393-400. 2018.

Gopinath G. Swetha T. V. Ashitha M. K. Automated extraction of watershed boundary and drainage network from SRTM and comparison with Survey of India toposheet. **Arabian Journal of Geosciences** v. 7 n. 7 p. 2625-2632 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Avaliação da qualidade de dados geoespaciais**. Manuais técnicos de geociências. Coordenação de Cartografia. Rio de Janeiro. 2017.

INSPIRE. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council (14 March 2007): establishing an **Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)**. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu> . Accessed on Feb 2019.

INSPIRE. D2.8.1.8 **Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines**. 2014.

ISO – International Organization for Standardization. 19.157:2013. Geographic Information – Services. **Quality management systems-requirements** (ISO 19.157: 2013). 2013.

Nascimento P. S. Petta R. A. Garcia G. J. Confecção do mapa de densidade de drenagem através de geotecnologias visando definir a vulnerabilidade aos processos erosivos na sub-bacia do baixo Piracicaba (SP). **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia** 6(1) Rio Claro p.19-35. 2008.

Paranhos Filho A. C. Leonardo Miotto C. Machado R. Veríssimo Gonçalves F. Oliveira Ribeiro V. Marcelo Grigio A. Da Silva N. M. Controle Estrutural da Hidrografia do Pantanal Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências** 40(1) p.156-170. 2017. DOI: 10.11137/2017\_1\_156\_170

Passos J. B. Carvalho R. B. Penha A. L. T. França. L. L. S. Estruturação e validação de dados geográficos em ambiente orientado a objeto do Sistema Gothic. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR XVIII INPE Santos - SP Brasil. p. 795-802. 2017.

Rennó C. D. Nobre A. D. Cuartas L. A. Soares J. V. Hodnett M. G. Tomasella J. Waterloo M. J. Hand. A new terrain descriptor using SRTM-DEM: mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment** New York v. 112 n. 9 p.1-14. 2008. DOI: 10.1016/j.rse.2008.03.018

Romanholi M. P. De Queiroz Filho A. Base hidrográfica ortocodificada na escala 1: 25.000: exemplo da bacia do Córrego Itapiranga (SP). **Caminhos de Geografia** v. 19 n. 68 p. 46-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196804>

Santos Silva N. Ribeiro C. A. A. S. Barroso W. R. Ribeiro P. E. Á. Soares V. P. Silva E. Sistema de ortocodificação modificado para endereçamento de redes hidrográficas. An improved stream network addressing system the modified pfafstetter coding scheme. **Revista Árvore** 32(5) p.891-897. 2008.

Singh P. Gupta A. Singh M. Hydrological inferences from watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science** v.17 n. 2 December p.111-121 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2014.09.003>

Uzeika T. Merten G. H. Minella J. P. G. Moro M. Use of the SWAT model for hydro-sedimentologic simulation in a small rural watershed. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** v.36 n.2 p. 557-565 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000200025>

Yang S. Paik K. Mcgrath G. S. Urich C. Krueger E. Kumar P. & RAO P. S. C. Functional topology of evolving urban drainage networks. **Water Resources Research** v. 53 n. 11 p. 8966-8979 2017. DOI: 10.1002/2017WR021555

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**FRANCISCO ODÉCIO SALES** - Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2008) onde foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral (2005) e bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) financiado pelo CNPq (2005-2008) desenvolvendo pesquisa na área de Geometria Diferencial com ênfase em Superfícies Mínimas e Equações Diferenciais Aplicadas. Licenciado Pleno em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2009). Especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2015). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Especialista em Docência na Educação Profissional Científica e tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (2020). Foi professor da rede pública estadual do Ceará entre 2009 e 2019 atuando no magistério do ensino fundamental e médio. Atuou entre 2013 e 2016 como Assessor Pedagógico na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC/CE) onde coordenou projetos relacionados a educação Financeira Educação Fiscal Educação Científica e Formação de Professores. Representou o Ceará nas reuniões iniciais para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Matemática. Professor tutor da Universidade Aberta do Brasil (UAB/IFCE) desde de 2010 atuando na Licenciatura Plena em Matemática. Atualmente é Professor de Educação Básica técnica e tecnológica (EBTT) do Instituto Federal do Ceará (IFCE) atuando nas licenciaturas em Matemática e Física. Tem experiência na área de Matemática com ênfase em Geometria Diferencial. Coordena o Polo Olímpico de Treinamento Intensivo (POTI) de Crateús e o Projeto de Intervenção em Matemática (PIM). Atua nas seguintes frentes de pesquisa: Superfícies Mínimas Geometria não euclidiana Olimpíadas de Matemática e Equações Diferenciais Aplicadas. É membro do Laboratório de Ensino de Ciências Naturais Matemática e Música (IFCE Campus Crateús) do Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Matemática do IFCE e Professor Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Ensino de Matemática do Ceará - GEPEMAC (em reconhecimento pelo CNPq). Orientador de Graduação e pós graduação (Monografia e TCC). Membro do corpo editorial das editoras Atena DINCE e InVivo e da Revista Clube dos Matemáticos. Autor de livros na área de Matemática e Educação.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes de Trânsito 12, 13, 119, 120, 121, 122, 124, 130

Acústica ambiental 106

Acústica de edificações 14, 15, 154, 157

Aplicativo Móvel 10, 27

### B

Bacia Hidrográfica 11, 47, 48, 50, 52, 53, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 143, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 152, 169, 191, 192, 205

### C

Cavernas 132, 135, 136, 138, 140, 141

Controle de Qualidade 192, 206

Cultura 3, 10, 66, 67, 84, 142, 144, 145, 146, 147, 150, 153

### D

Diferença de nível 57, 154, 161, 165

### E

Educação Ambiental 142, 143, 148, 150

Educação para o trânsito 10, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12

Energia 16, 23, 24, 25, 35, 36, 38, 41, 42, 44, 45, 85, 146, 148, 185

Ensaio in loco 14

Ensino-aprendizagem 1

Ensino de química 178, 180

Escorregamentos 167, 168, 173, 174, 176

Espectrometria de massa 77

Evapotranspiração de referência 11, 66, 67, 68, 69, 73, 75, 76

### F

Fator de Segurança 167, 170, 172, 173, 174

Fiscalização Eletrônica 12, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130

### G

Games 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 83, 84, 86, 90, 91

Gastronomia 12, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 189, 190



Geotecnologia 93

## I

Internet 5, 9, 10, 13, 27, 84, 87, 122

Isolamento acústico 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

## J

Jogos Educacionais 13, 83, 91

## M

Meio ambiente e sociedade 142

Mídia-Educação 1, 3, 4, 12

Monitoramento de estruturas 11, 54, 56, 65

Morfometria 11, 93, 95, 104, 105

## N

Nivelamento Geométrico 11, 54, 55, 57, 60, 65

Nível de critério de avaliação 12, 106, 107, 162

## P

P+L 35, 36, 42, 43, 44

Pantanal 191, 192, 196, 204, 205, 206, 207

Penman-Monteith 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75

Pensamento Computacional 83, 85, 87

Pesticidas 77, 82

Poluição Acústica 12, 106, 107, 115, 116, 117, 162

Preparação de amostras 77

Propriedades mecânicas 14, 16, 19, 168, 170

## R

Rede de Drenagem 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 143, 192, 205

Redes sociais 9, 27, 28, 29, 32, 33

Resiliência 142, 143, 146

Rio Jundiá 12, 142, 143, 144, 148, 149, 150

## S

Sensoriamento Remoto 53, 104

SHALSTAB 12, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Sistema complexo 142, 143, 146

Sistemas de pisos 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26

Sítios Arqueológicos 132, 137, 140

## **T**

Teoria e prática 10, 178

Topografia 57, 65, 132, 134, 136, 137, 170

Topologia 192

## **U**

Usinagem 34, 35, 36, 37, 38, 43


Uso Das Terras 47

## **V**


Vegetação 47, 48, 50, 51, 52, 53, 85, 86, 96, 102, 103, 144, 146, 149, 170, 173

# Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2020

# Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 