

# **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 Cremona

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. Adailson 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>

## 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° 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°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 | 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.

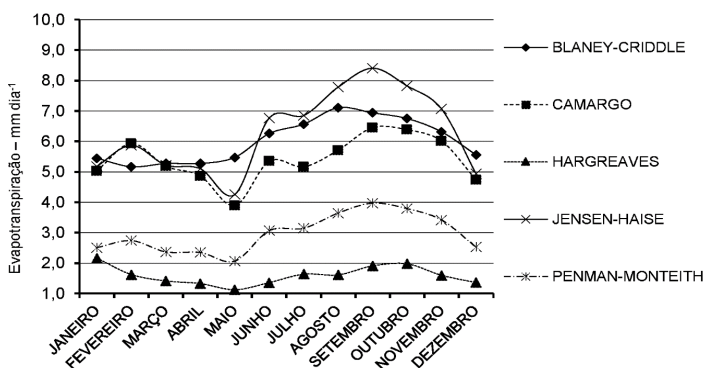


Figura 1. Modelos Blaney-Criddle Camargo Hargreaves e Jensen-Haise para estimativa da ETo média mensal (mm dia<sup>-1</sup>) ao longo do ano comparados com Penman-Monteith para Parintins-AM no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2012.

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.

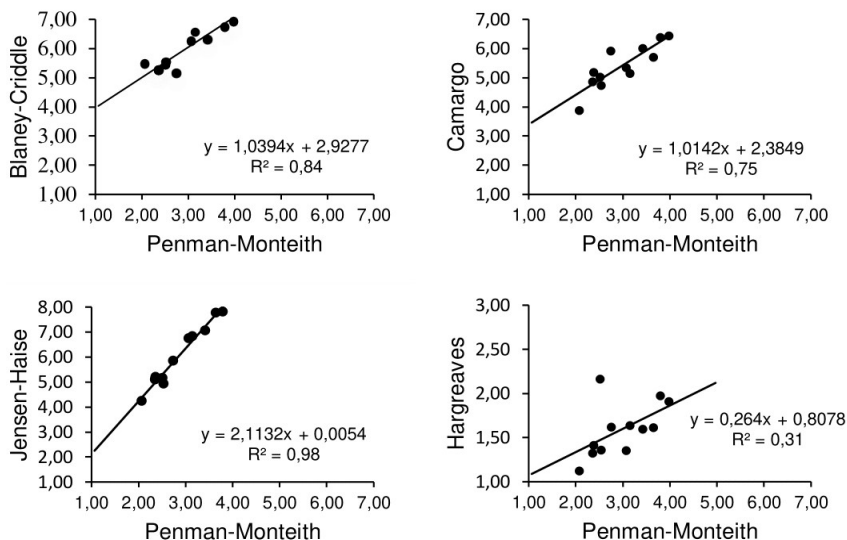


Figura 2. Relação entre valores da evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith (eixo X) empregando-se os métodos de Blaney-Criddle Camargo Hargreaves e Jensen-Haise (eixo Y) em  $\text{mm dia}^{-1}$ .

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.

## 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) 