

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Geisa Mayana Miranda de Souza  
Ana Carolina Sousa Costa  
(Organizadoras)



# Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 2

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos**  
**Geisa Mayana Miranda de Souza**  
**Ana Carolina Sousa Costa**  
(Organizadoras)

**Meio Ambiente: Inovação com**  
**Sustentabilidade**  
**2**

**Atena Editora**  
**2019**

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

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

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

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
M514	<p>Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Geisa Mayana Miranda de Souza, Ana Carolina Sousa Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente. Inovação com Sustentabilidade; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-646-1 DOI 10.22533/at.ed.461190110</p> <p>1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Souza, Geisa Mayana Miranda de. III. Costa, Ana Carolina Sousa. IV. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Meio Ambiente Inovação com Sustentabilidade*” engloba 58 trabalhos científicos, que ampliam o conceito do leitor sobre os ecossistemas urbanos e as diversas facetas dos seus problemas ambientais, deixando claro que a maneira como vivemos em sociedade impacta diretamente sobre os recursos naturais.

A interferência do homem nos ciclos da natureza é considerada hoje inequívoca entre os especialistas. A substituição de combustíveis fósseis, os disseminadores de gases de efeito estufa, é a principal chave para resolução das mudanças climáticas. Diversos capítulos dão ao leitor a oportunidade de refletir sobre essas questões.

Dois grandes assuntos também abordados neste livro, interessam bastante ao leitor consciente do seu papel de cidadão: Educação e Preservação ambiental que permeiam todos os demais temas. Afinal, não há consciência ecológica sem um árduo trabalho pedagógico, seja ele em ambientes formais ou informais de educação.

A busca por análises históricas, métodos e diferentes perspectivas, nas mais diversas áreas, as quais levem ao desenvolvimento sustentável do planeta é uma das linhas de pesquisas mais contempladas nesta obra, que visa motivar os pesquisadores de diversas áreas a estudar e compreender o meio ambiente e principalmente a propor inovações tecnológicas associadas ao desenvolvimento sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Geisa Mayana Miranda de Souza  
Ana Carolina Sousa Costa

## SUMÁRIO

### IV. AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS TOTAIS PRESENTES NAS FLORES DE ESPÉCIES VEGETAIS	
Mayara Marques Lima	
Jessica Neves da Silva de Almeida	
Wallison Pires da Cruz	
Marconiel Neto da Silva	
Rosemary Maria Pimentel Coutinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4611901101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
MAPEAMENTO E DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA DE MANGUEZAIS ATRAVÉS DE IMAGENS DE SATÉLITE E DADOS DENDOMÉTRICOS NO MUNICÍPIO DE ALCÂNTARA-MA	
Alexsandro Mendonça Viegas	
André Luís Silva dos Santos	
Bruno Cesar Pereira Costa	
Venerando Eustáquio Amaro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4611901102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
ATIVIDADE CATALÍTICA DA FERRITA DE COBALTO NA DEGRADAÇÃO DE CORANTE EM REAÇÃO FENTON SOB LUZ SOLAR E VISÍVEL	
Jivago Schumacher de Oliveira	
Edson Luiz Foletto	
Lara Tubino Trzimajewski	
Matias Schadeck Netto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4611901103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TOCANTINS AS MARGENS DA CIDADE DE CAMETÁ, NORDESTE DO PARÁ	
Claudio Farias de Almeida Junior	
Adria Beatriz Raiol de Oliveira	
Ana Clara Almeida dos Santos	
Ronaldo Pimentel Ribeiro	
Márcia de Almeida	
Marcos Antônio Barros dos Santos	
Tatiane Farias de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4611901104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>36</b>
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE NIVELAMENTO NA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE SOLO	
Vagner Pereira do Nascimento	
Luiz Sérgio Vanzela	
Elaine Cristina Siqueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4611901105</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 50**

**BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E BIOLÓGICOS EM DOIS RIOS PERTENCENTES A BACIA DO RIO PARANAÍBA**

Carine de Mendonça Francisco  
Camilla de Oliveira Rezende  
Eveline Cintra Aparecida Smanio  
Sandra Morelli  
Luiz Alfredo Pavanin  
Boscolli Barbosa Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.4611901106**

**CAPÍTULO 7 ..... 59**

**DESCARTES DE DESCRITORES DA PARTE AÉREA DE JAMBU [*Acmella oleracea* (L.) R. K. JANSEN]**

Dalcirlei Pinheiro Albuquerque  
Davi Henrique Lima Teixeira  
Débora Souza Mendes  
Antonio Maricélio Borges de Souza  
Francisca Adaila da Silva Oliveira  
Deivid Lucas de Lima da Costa  
Luã Souza de Oliveira  
Maria Lidiane da Silva Medeiros  
Thaiana de Jesus Vieira de Assis  
Maria Denise Mendes de Pina  
Gabriela Cristina Nascimento Assunção  
Ana Helena Henrique Palheta

**DOI 10.22533/at.ed.4611901107**

**CAPÍTULO 8 ..... 69**

**DIVERSIDADE DA FAUNA EPÍGEA SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ**

Sandra de Santana Lima  
Wilbert Valkinir Cabreira  
Rafaele Gonçalves da Silva  
Rafaela Martins da Silva  
Raissa Nascimento dos Santos  
Dougath Alves Corrêa Fernandes  
Marcos Gervasio Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.4611901108**

**CAPÍTULO 9 ..... 81**

**AValiação DO MÉTODo DE PENMAN-MONTEITH PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NAS CIDADES DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA E PLACAS NO ESTADO DO PARÁ**

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros  
Joycilene Teixeira do Nascimento  
Valdeides Marques Lima  
Fabio Peixoto Duarte  
William Lee Carrera de Aviz  
Wellington Leal dos Santos  
Karen Sabrina Santa Brígida de Brito  
Bianca Cavalcante da Silva

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza  
Joaquim Alves de Lima Júnior  
Luciana da Silva Borges

**DOI 10.22533/at.ed.4611901109**

## V. EDUCAÇÃO

### **CAPÍTULO 10 ..... 89**

#### **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DA MATEMÁTICA: O LÚDICO COMO RECURSO PEDAGÓGICO**

Ney Cristina Oliveira  
Nayla Gonçalves da Silva  
Verena Cristina Ribeiro Cavalcante  
Janise Maria Monteiro Rodrigues Viana  
Aldo Moreira Tenório

**DOI 10.22533/at.ed.46119011010**

### **CAPÍTULO 11 ..... 96**

#### **JOGO INTERDISCIPLINAR PARA ABORDAR MEIO AMBIENTE NO ENSINO MÉDIO**

Danilo Melle de Proença  
Marina Farcic Mineo

**DOI 10.22533/at.ed.46119011011**

### **CAPÍTULO 12 ..... 101**

#### **A IMPORTÂNCIA DE MEDIDAS EDUCATIVAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS**

Vitor de Faria Alcântara  
Maria Lúcia Vieira de Britto Paulino  
Julielle dos Santos Martins  
Michella Grey Araújo Monteiro  
Mayara Andrade Souza  
Thiago José Matos Rocha  
Jessé Marques da Silva Júnior Pavão  
Joao Gomes da Costa  
Aldenir Feitosa dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.46119011012**

### **CAPÍTULO 13 ..... 108**

#### **EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA REFLEXÃO INTERDISCIPLINAR DE ALUNOS DO 6º ANO**

Nayla Gonçalves da Silva  
Verena Cristina Ribeiro Cavalcante  
Andrea Cristina Rodrigues de Souza  
Ney Cristina Oliveira  
Janise Maria Monteiro Rodrigues Viana

**DOI 10.22533/at.ed.46119011013**

### **CAPÍTULO 14 ..... 114**

#### **ENSINO X SAÚDE PÚBLICA: CONSCIENTIZAÇÃO DA DOENÇA DE CHAGAS NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PA**

Stefany Barros Pereira  
Nathalia Silva Felix  
Glacijane Barrozo da Costa

Sabrina Santos de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.46119011014**

**CAPÍTULO 15 ..... 121**

**PERCEPÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO**

Rosária Oliveira da Silva

Fernanda Galdino da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.46119011015**

**CAPÍTULO 16 ..... 127**

**AVALIAÇÃO DA RECEPTIVIDADE DE ALUNOS DE UM CURSO DE MEIO AMBIENTE  
A AULAS INTEGRADAS COM A BASE COMUM**

Renan Coelho de Vasconcellos

Ivanildo de Amorim Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.46119011016**

**VI. HISTÓRIA AMBIENTAL**

**CAPÍTULO 17 ..... 132**

**A QUESTÃO AMBIENTAL PRESENTE NOS FANZINES PUNKS BRASILEIROS  
(DÉCADA DE 1980)**

Gustavo dos Santos Prado

**DOI 10.22533/at.ed.46119011017**

**CAPÍTULO 18 ..... 145**

**TOMBAMENTO DE BEM PARTICULAR DOTADO DE RELEVÂNCIA HISTÓRICO-  
CULTURAL E O DIREITO À INDENIZAÇÃO**

Rodrigo Silva Tavares

Flávio Reis dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.46119011018**

**CAPÍTULO 19 ..... 153**

**REFLEXOS DA HISTÓRIA FEIRENSE: FEIRA DE SANTANA NARRADA ATRAVÉS  
DOS SEUS ESPELHOS D'ÁGUA**

Natane Brito Araujo

Marcos Vinícius Andrade Lima

Marjorie Cseko Nolasco

**DOI 10.22533/at.ed.46119011019**

**VII. SUSTENTABILIDADE**

**CAPÍTULO 20 ..... 165**

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: REALIDADE OU UTOPIA?**

Elisa Parreira Darim

Adryelly Moreira Tavares

Lucas Lopes Ribeiro

Taynara Aparecida Pires de Sá

Thiago Prudente de Macêdo

Patrícia Correa de França Fonseca

João Carlos Mohn Nogueira

**DOI 10.22533/at.ed.46119011020**

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>173</b>
AGUÇANDO A CRITICIDADE E A SUSTENTABILIDADE EM ESPAÇO NÃO-FORMAL COM O UTILIZAÇÃO DE TRILHAS ORIENTADAS	
Cisnara Pires Amaral Ricardo Cancian Nathália Quaiatto Félix	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011021</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>183</b>
NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA BRASILEIRA	
Orlando Saldanha Denise Regina da Costa Aguiar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011022</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>203</b>
INOVAÇÃO LEGISLATIVA NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	
Gustavo Alves Balbino Luís Sérgio Vanzela	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011023</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>210</b>
A PRÁTICA DA COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA A FERTILIZAÇÃO DO SOLO NO PLANTIO DE HORTALIÇAS	
Wilson Câmara Frazão Neto Gleidson Silva Soares João Raimundo Alves Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011024</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>219</b>
DESENVOLVIMENTO DE CARVÃO ATIVO A PARTIR DE REJEITOS DE CURTUME E DE PET VISANDO A REMEDIAÇÃO	
Carolina Doricci Guilherme André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena Grazielle Aparecida da Silva Raimundo Chaiene Nataly Dias Luciane de Souza Oliveira Valentim Alexandre José de Oliveira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011025</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>230</b>
DESENVOLVIMENTO DE SIGWEB PARA O MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS-SP	
Ubiratan Zakaib do Nascimento Luiz Sérgio Vanzela	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011026</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>237</b>
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA ECOLÓGICOS E SACHES AROMATIZANTES COM ESSÊNCIAS NATURAIS DO PARÁ	
Luciana Otoni de Souza	

Ana Lúcia Reis Coelho  
Daiane Monteiro dos Santos  
Danilo Fanjas de Oliveira  
Helena Ivanis Pantoja Barata  
Ronilson Freitas de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.46119011027**

**CAPÍTULO 28 ..... 247**

REAPROVEITAMENTO DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL NA PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO NO MUNICÍPIO DE SANTA IZABEL DO PARÁ

Luciana Otoni de Souza  
Aldeise Pereira de Souza  
Aldelise Rodrigues De Souza  
Beathriz Cristina Pereira Barroso  
Ronilson Freitas de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.46119011028**

**CAPÍTULO 29 ..... 256**

O USO DO CARVÃO ATIVADO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO UTILIZADO NA REMOÇÃO DE ALUMÍNIO DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS

Mateus Alho Maia  
Jonas de Brito Campolina Marques  
Breno Bragança Viana  
Rilton Marreiros Fernandes  
Samanta Alho Trindade  
Jamille de Fátima Aguiar de Almeida Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.46119011029**

**CAPÍTULO 30 ..... 263**

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE GELEIA DE ABACAXI, ELABORADA A PARTIR DA PECTINA DO MARACUJÁ E COMERCIAL

Jean Santos Silva  
Rayra Evangelista Vital  
Aldejane Vidal Prado  
Raiane Gonçalves dos Santos  
Gerlainny Brito Viana  
Rafael Vitti Mota

**DOI 10.22533/at.ed.46119011030**

**CAPÍTULO 31 ..... 273**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE *NUGGETS* DE FRANGO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUIRERA DE ARROZ (*Oryza Sativa* L.)

Rayra Evangelista Vital  
Aldejane Vidal Prado  
Raiane Gonçalves dos Santos  
Gerlainny Brito Viana  
Mailson Furtado Teixeira  
Jean Santos Silva  
Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.46119011031**

<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>281</b>
<b>COOPERATIVAS AGRÍCOLAS PARAENSES: DIFICULDADES DE CONSOLIDAÇÃO NO MERCADO</b>	
Ana Yasmin Gonçalves Santos	
Ana Carolina Maia de Souza	
Beatriz Guerreiro Holanda Silva	
Vinicius Oliveira Amâncio	
Helder da Silva Aranha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46119011032</b>	
<b>SOBRE AS ORGANIZADORAS</b> .....	<b>290</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>291</b>

## AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE NIVELAMENTO NA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE SOLO

### Vagner Pereira do Nascimento

Mestrando em de Ciências Ambientais.  
Universidade Brasil.

### Luiz Sérgio Vanzela

Professor titular do Programa de Pós-Graduação  
*Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da  
Universidade Brasil- Fernandópolis (SP), Brasil.

### Elaine Cristina Siqueira

Professora Mestre Escola Técnica Estadual Prof.  
Armando José Farinazzo – Fernandópolis (SP),  
Brasil.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a frequência de erros em diferentes métodos de nivelamento na determinação do volume de solo. Para isso, foi implantado uma malha de 36 pontos em uma área rural no município de Jales-SP. Utilizou-se o nivelamento geométrico e o contranivelamento por diferentes métodos (nivelamento geométrico, nivelamento com GNSS e GPS, nivelamento trigonométrico e nivelamento por imagens ASTER e SRTM). Diante dos resultados, na determinação do volume de solo, recomenda-se o método de nivelamento trigonométrico para tolerância de erros abaixo de 0,1%. Se o limite de erro for de até 0,5%, o método de nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK UHF pode ser utilizado. Os usos de imagens SRTM e ASTER resultaram em erros, respectivamente

de 39% e 50%, enquanto o método de nivelamento GPS por posicionamento absoluto com código C/A resultou em erro de cerca de 95%.

**PALAVRAS-CHAVE:** altimetria, GNSS, sensoriamento remoto.

### EVALUATION OF DIFFERENT METHODS OF LEVELING FOR DETERMINING THE VOLUME OF SOIL

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the frequency of errors in different leveling methods for determining the volume of soil. For this, a grid of 36 points was constructed on a farm, in Jales, a town in northwest São Paulo state. Geometric leveling and counter-leveling operations were performed by different methods (geometric leveling, GNSS and GPS leveling, trigonometric leveling and leveling from both ASTER and SRTM images). Considering the results, it is recommended the trigonometric leveling method for error tolerance below 0,1% for determining the soil volume. If the error limit is set at 0.5%, the GNSS leveling method by RTK UHF, kinematic relative positioning, can be used. Using SRTM and ASTER images resulted in errors respectively of 39% and 50% while GPS leveling method by absolute positioning with C/A code resulted in an error of about 95%.  
**KEYWORDS:** altimetry, GNSS, remote sensing.

## INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, observou-se uma exigência do mercado no aumento da produção operacional em topografia. Os licenciamentos ambientais, a expansão de obras civis, a modernização de parques industriais e da mineração, os investimentos em infraestrutura, o georreferenciamento de imóveis rurais, a automação dos cadastros urbanos e outros segmentos da engenharia, ampliam o rol de usuários e formadores de opinião sobre a ciência topográfica (TULER & SARAIVA, 2014).

Dentre as operações topográficas importantes nas obras de engenharia destaca-se o nivelamento, que para McCormac, Sarasua e Davis (2016), é a determinação de diferenças de cotas entre um conjunto de pontos. Se um ponto possui cota conhecida, então as alturas relativas de todos os outros pontos podem ser obtidas por nivelamento. O nivelamento geométrico é o método utilizado nos levantamentos altimétricos de alta precisão que se desenvolvem ao longo de rodovias e ferrovias. No Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, os pontos cujas altitudes foram determinadas a partir de nivelamento geométrico, são denominadas referências de níveis (FREITAS & BLITZKOW, 1999).

Os níveis são os equipamentos utilizados para realizar o nivelamento geométrico e podem ser óticos, digitais ou de laser. O nível ótico é o equipamento de uso convencional para o nivelamento geométrico e baseia-se na visada horizontal através de um nível de luneta sobre duas miras graduadas verticalizadas, colocadas sobre os pontos, sendo o método mais preciso (DOMINGUES, 1979). O nível eletrônico digital é um equipamento cujo princípio de funcionamento é o processamento unidimensional de imagens a partir de mira codificada em códigos de barras (TEDESCHI; FAGGION; ANDOLFATO, 2017). Já o nível laser é aplicado na engenharia civil para o nivelamento de superfícies em obras civis (BRUM, 2005).

No nivelamento trigonométrico a diferença de nível é determinada de forma indireta, por meio de resoluções de triângulos situados em planos verticais, que passam pelos pontos, cuja diferença de nível é calculada pelas medições dos ângulos de inclinação do terreno (COMASTRI & TULER, 1999). Neste método utiliza-se a estação total, que permite a medição eletrônica desses ângulos (SANTOS; FAGGION; VEIGA, 2011).

Na fase de levantamento altimétrico podem também ser utilizados tecnologias como o sensoriamento remoto (aerofotogrametria e imageamento por satélites) e sistemas GNSS (*Global Navigation Satellite System*). E para a construção, edição e análises espaciais desses dados, utilizam-se os sistemas de informações geográficas - SIG (SILVEIRA & SILVEIRA, 2015).

Pela aquisição de dados geoespaciais com laser 3D, o qual permite obter uma nuvem de pontos, e o método fotogramétrico de imagens sobrepostas, pode-se obter o modelo 3D de alvos com potencial utilidade para determinação do volume (MANU; PLAVICHEANU; TIVIG et al., 2016). A utilização cada vez mais abrangente de Modelos

Digitais de Elevação (MDE) denota a necessidade do reconhecimento das limitações e potencialidades da modelagem e seus efeitos nos produtos derivados (SILVEIRA & SILVEIRA, 2015).

Mas independentemente do método de nivelamento a ser utilizado nos serviços é necessário que os profissionais compatibilizem o levantamento a ser realizado com a precisão dos métodos disponíveis, que podem ser avaliados em função dos erros de cada método, pois a falta de precisão pode resultar em informações geoespaciais que traduzem erroneamente a realidade (ELLIS & BARNES, 2015).

Para a determinação do erro altimétrico de fechamento deve-se conhecer a cota ou a altitude de um ponto da poligonal básica do caminhamento e calcular as demais cotas com as diferenças de nível conhecidas entre todos os seus pontos. A compensação do erro altimétrico de fechamento pode ser realizada pela distribuição nas diferenças de nível ou pela distribuição direta nas cotas. Consiste na divisão do erro altimétrico pelo número de vértices do polígono, somando-se ou subtraindo-se nas diferenças de nível ou nas cotas (COMASTRI & GRIPP, 1998).

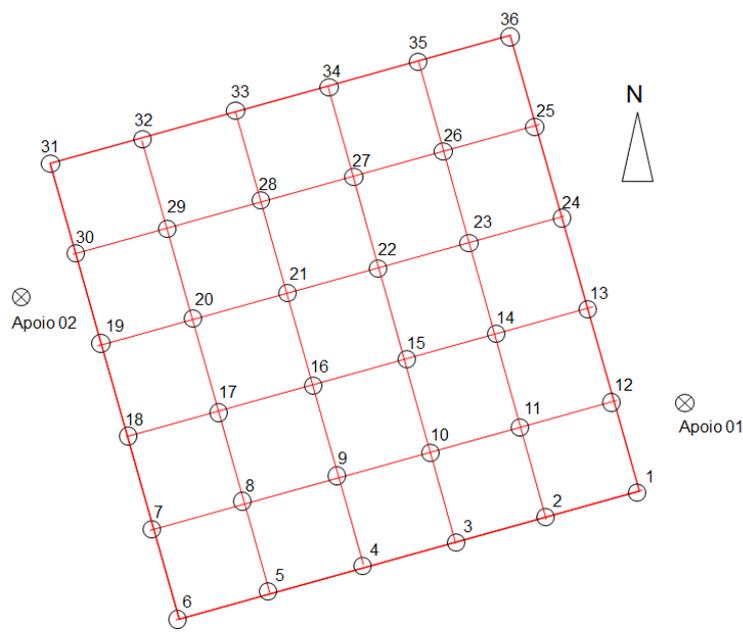
Alguns fatores afetam a precisão do levantamento altimétrico com equipamentos óticos como a qualidade do equipamento de observação, os métodos operacionais, o operador, entre outros (CASACA; MATOS; DIAS, 2017). O erro de nível aparente (COMASTRI & TULER, 1999; TULER & SARAIVA, 2014) e a refração atmosférica resultam em leituras refratadas de distância e diferenças de altitude (TULER & SARAIVA, 2016). A precisão dos levantamentos com os equipamentos GNSS e GPS (*Global Positioning System*) é afetada com os efeitos da ionosfera que causam atrasos nos sinais dos satélites (MONICO, 2008), o controle das mensagens de navegação com a determinação das coordenadas dos satélites (*Broadcast Ephemerides*) (SUCI; CARVALHO; COSTA, 2010) e a solução de ambiguidades, que é de fundamental importância em posicionamentos que requeiram alta precisão (MACHADO, 2002).

Sendo assim, a avaliação de métodos mais modernos, que permitam a execução do trabalho mais rápido e com precisão compatível ao nivelamento geométrico, devem ser avaliados a fim de buscar novas alternativas para facilitar a execução dos levantamentos altimétricos. Neste contexto, o objetivo no trabalho foi avaliar o uso de diferentes métodos de nivelamento na determinação de volume de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em imóvel rural do município de Jales - SP, do Estado de São Paulo, em área experimental localizada entre as latitudes 20°17'36,59" e 20°17'41,10" Sul e longitudes 50° 31' 05,41" e 50°31'08,30" Oeste.

Foi implantada uma malha experimental (Figura 1) quadrada de 1 hectare (100 x 100 m) de área, com materialização dos pontos rente ao solo. Os pontos foram materializados com espaçamento de 20 x 20 m, totalizando uma malha de 36 pontos.



Ponto	Coordenadas Planas UTM	
	E (m)	N (m)
1	550326,66	7755858,84
2	550307,40	7755853,45
3	550288,14	7755848,05
4	550268,88	7755842,66
5	550249,62	7755837,27
6	550230,36	7755831,87
7	550224,97	7755851,13
8	550244,23	7755856,53
9	550263,49	7755861,92
10	550282,74	7755867,31
11	550302,00	7755872,71
12	550321,26	7755878,10
13	550315,87	7755897,36
14	550296,61	7755891,97
15	550277,35	7755886,57
16	550258,09	7755881,18
17	550238,83	7755875,78
18	550219,57	7755870,39
19	550214,18	7755889,65
20	550233,44	7755895,04
21	550252,70	7755900,44
22	550271,96	7755905,83
23	550291,22	7755911,22
24	550310,48	7755916,62
25	550305,08	7755935,88
26	550285,82	7755930,48
27	550266,56	7755925,09
28	550247,30	7755919,70
29	550228,05	7755914,30
30	550208,79	7755908,91
31	550203,39	7755928,17
32	550222,65	7755933,56
33	550241,91	7755938,95
34	550261,17	7755944,35
35	550280,43	7755949,74
36	550299,69	7755955,14

**Figura 1:** Malha experimental de pontos e suas coordenadas Planas UTM Zona 22K, Datum SIRGAS 2000.

Depois de locada a malha experimental foi realizado o nivelamento geométrico do ponto 36 ao 01 pela técnica de nivelamento composto (ESPARTEL, 1987), em que foram obtidas as cotas do terreno considerando o ponto 36 como a cota de referência (442,209 m). Foi utilizado o equipamento nível ótico automático Geomax Zal-132. Os dados do nivelamento geométrico foram utilizados como referência para a determinação dos erros proporcionados pelos demais métodos de coleta de dados.

Para a determinação dos erros foi realizado o contranivelamento do ponto 01 ao 36 da malha, com os seguintes métodos: nivelamento geométrico; nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de

ocupação de 4 segundos; nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 10 segundos; nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via UHF com tempo de ocupação de 4 segundos; nivelamento trigonométrico por irradiação com estação total; nivelamento GPS por posicionamento absoluto – código C/A; nivelamento por extração de cotas na imagem ASTER - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (NASA, METI, 2010); e nivelamento por extração de cotas na imagem do satélite SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (NASA, 2000).

O primeiro método de contranivelamento aplicado foi o nivelamento geométrico (NG), com a utilização do equipamento nível ótico automático Geomax Zal-132, pela técnica de nivelamento composto. Foram realizadas quatro leituras à ré e as respectivas mudanças de estação devido à acentuada declividade do terreno. Com a utilização de uma régua de alumínio de 4 metros (mira), prumada e colocada sobre os piquetes, foram efetuadas leituras de campo. Os valores das cotas de cada ponto foram determinados de maneira indireta com as leituras da mira. O cálculo das cotas foi realizado por meio da equação 01.

$$CO_{at} = CO_{ant} + (L_{Ré} - L_{Vt}) \text{ Equação 01}$$

em que:

$CO_{at}$  - cota atual (m)

$CO_{ant}$  - cota anterior (m)

$L_{Ré}$  - leitura à ré (m)

$L_{Vt}$  - leitura à vante (m)

O contranivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático em tempo real com correção via UHF (RTK UHF), foram utilizados um par de receptores GNSS Spectra Precision SP-80, com coletor de dados Spectra Precision Mobile Mapper 20. O receptor GNSS do ponto de apoio foi instalado em um ponto remoto não materializado. A configuração do rover foi realizada com conexão de rádio interno UHF e ajustamento *in loco* com localização do ponto de apoio 01 (Figura 1). Com o receptor GNSS rover na posição zenital realizou-se o georreferenciamento dos pontos, com permanência de ocupação de 4 s por ponto. Os equipamentos trabalharam com status fixo e latência de 1 s. As informações de coleta de dados foram armazenadas de forma direta na memória interna do equipamento.

Para o contranivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático em tempo real com correção via NTRIP foi utilizado um receptor GNSS Spectra Precision SP-80 rover e um coletor de dados Mobile Mapper 20. A configuração do receptor GNSS foi por conexão de GSM interno, com utilização da rede de telefonia móvel.

A conexão foi realizada diretamente com a base de monitoramento contínuo de Ilha Solteira – SP, localizada na latitude 20°25'40,02" Sul, longitude 51°20'36,18" Oeste e altitude de 375,17 m. Foi realizado o ajustamento *in loco* do equipamento com localização do ponto de apoio 01. Os equipamentos trabalharam com status fixo e latência de 1 s. As informações de coleta de dados foram armazenadas de forma direta na memória interna do equipamento. Nessas mesmas configurações foram realizados os nivelamentos GNSS NTRIP com os intervalos de tempos de ocupação de 4 s (NTRIP4) e 10 s (NTRIP10) sobre cada ponto.

O contranivelamento por nivelamento trigonométrico com estação total (ET) foi realizado com o auxílio de uma estação total Pentax R425-VN, estacionado sobre um ponto remoto não materializado. Este ponto não pertence à malha do experimento e foi posicionado em lugar estratégico, com visibilidade panorâmica em toda a área experimental. Para situar o equipamento no mesmo plano da malha foi arbitrado como leitura à ré o ponto de apoio 01 e como primeira leitura à vante, para conferência de ajustamento, o ponto de apoio 02 (Figura 1). A técnica utilizada para o nivelamento trigonométrico foi a de levantamento planialtimétrico por irradiação (ABNT, 1994).

Já para o contranivelamento pelo GPS por posicionamento absoluto – código C/A foi utilizado o equipamento Garmin eTrex-10 e os dados foram imediatamente coletados após o aparelho ser colocado sobre todos os piquetes de madeira na superfície do solo.

O contranivelamento pela imagem ASTER foi realizado com o auxílio da ferramenta “Add Surface Information” do ArcGIS10 utilizando os pontos da malha como máscara, para a extração das cotas sobre o modelo digital do terreno (MDT). O mesmo procedimento foi realizado para o contranivelamento a partir da imagem SRTM.

O nivelamento geométrico (NG) com nível classe 3 (alta precisão) foi adotado como testemunha para a comparação dos demais métodos aplicados no contranivelamento. A metodologia, de acordo com a ABNT (1994), foi de nivelamento de linhas (ou circuitos e seções) de classe IN Geométrico com tolerância de fechamento determinada conforme a equação 02.

$$ef = 12 \cdot \sqrt{k} \quad \text{Equação 02}$$

, em que:

ef - erro de fechamento (mm)

K - extensão nivelada (km), medida num único sentido.

Assim, o valor da tolerância de erro de fechamento altimétrico resultante foi de

10,04 mm km<sup>-1</sup>. As variáveis avaliadas para a comparação quantitativa dos erros nos diferentes métodos foram erro absoluto total, erro médio e o volume de solo calculado da malha experimental. As variáveis subjetivas avaliadas para comparar os diferentes métodos foram o padrão dos traçados das curvas de nível e dos modelos digitais do terreno.

Para os cálculos de todas as variáveis, inicialmente foram determinadas as cotas dos pontos da malha por todos os métodos de contranivelamento e, em seguida, as diferenças de nível entre os pontos, pela equação 03.

$$DN = C_n - C_{(n-1)} \quad \text{Equação 03}$$

, em que:

DN – diferença de nível entre as cotas de vante e ré (m);

$C_n$  – cota de vante (m);

$C_{(n-1)}$  – cota de ré (m).

Assim, considerando o ponto 01 da malha como o de referência de nível (RN), cujo valor altimétrico é de 435,264 m (determinado por posicionamento relativo cinemático corrigido pela base NTRIP) foram efetuadas as correções das cotas dos pontos da malha a partir da RN (padronização das cotas) somando-se as diferenças de níveis calculadas pela equação 01.

A partir das cotas corrigidas determinou-se o erro absoluto total de cada método de nivelamento por meio da equação 04.

$$e = |DN_N + DN_{CN}| \quad \text{Equação 04}$$

, em que:

e - erro absoluto total (m);

$DN_N$  - diferença de nível entre a cota do ponto 36 e 01 da malha obtida por nivelamento geométrico (m);

$DN_{CN}$  - diferença de nível entre a cota do ponto 01 e 36 da malha, obtida por contranivelamento utilizando os diferentes métodos (m).

Já o erro médio foi determinado por meio da equação 05.

$$e_m = \frac{\sum |DN_{iNG} - DN_{iDM}|}{n} \quad \text{Equação 05}$$

, em que:

$e_m$  - erro médio (m);

$DNi_{NG}$  - diferença de nível “i” entre as cotas de vante e ré, obtidas pelo nivelamento geométrico (m);

$DNi_{DM}$  - diferença de nível “i” entre as cotas de vante e ré, obtidas pelos diferentes métodos (m);

n - número de pontos da malha experimental.

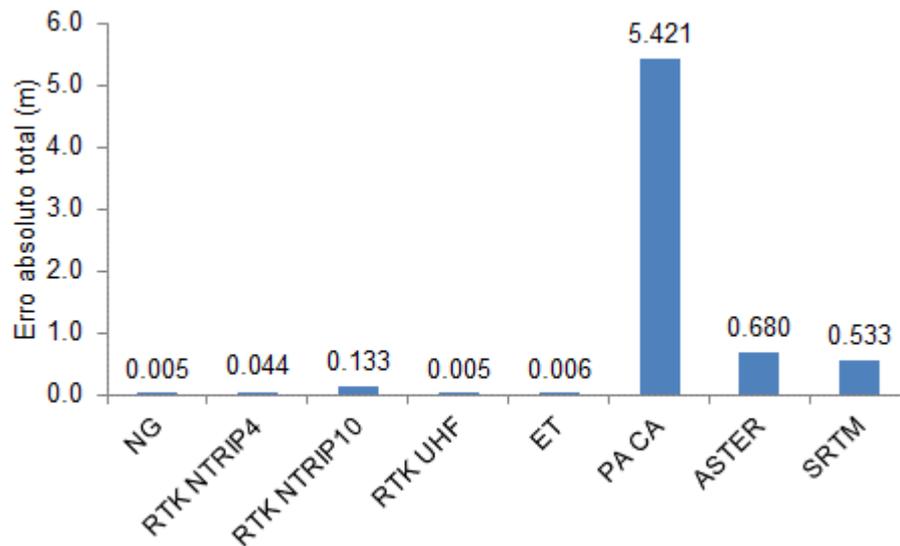
Após determinados os erros médios, foram calculadas as respectivas médias e os erros padrão das médias. A comparação entre os erros médios pelos diferentes métodos de nivelamento levou em consideração o critério de Gravetter & Wallnau (1995), em que a diferença estatística ocorre quando não há sobreposição entre os limites superiores e inferiores da média mais ou menos o erro padrão da média.

Com as cotas padronizadas nos diferentes métodos, realizou-se a interpolação pelo vizinho natural para a obtenção dos modelos digitais do terreno (MDT), a partir do qual, foram gerados os traçados das curvas de nível e determinados os volumes de solo da área estudada. Para a determinação dos volumes de solo utilizou-se a cota 433,00 m como referência para o corte em todos os métodos de nivelamento.

Os *softwares* utilizados para coleta de dados nos equipamentos GNSS e estação total foram, respectivamente, o *CARLSON SuvCE* e o *PENTAX Powertopolite*. A interpolação e a triangulação de pontos, assim como as malhas de coordenadas, foram geradas no software *ArcGIS*. As curvas de nível foram processadas no software *TopoEVN*. Os modelos tridimensionais do terreno foram simulados no software *Surfer*. A determinação dos volumes foi realizada com o auxílio da ferramenta *VOLUME SURFACE* do software *ArcGIS*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados (Figura 2), os métodos de menor erro, depois do nivelamento geométrico (NG), foram os obtidos por nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático em tempo real com transmissão da correção via UHF (RTK UHF) e o por nivelamento trigonométrico com estação total (ET), onde os erros absolutos totais foram de 0,005 e 0,006 m, respectivamente. Assim, estes foram os únicos métodos que se enquadraram na classe de média precisão por apresentarem erros absolutos totais inferiores a 10 mm km<sup>-1</sup> (ABNT, 1994).



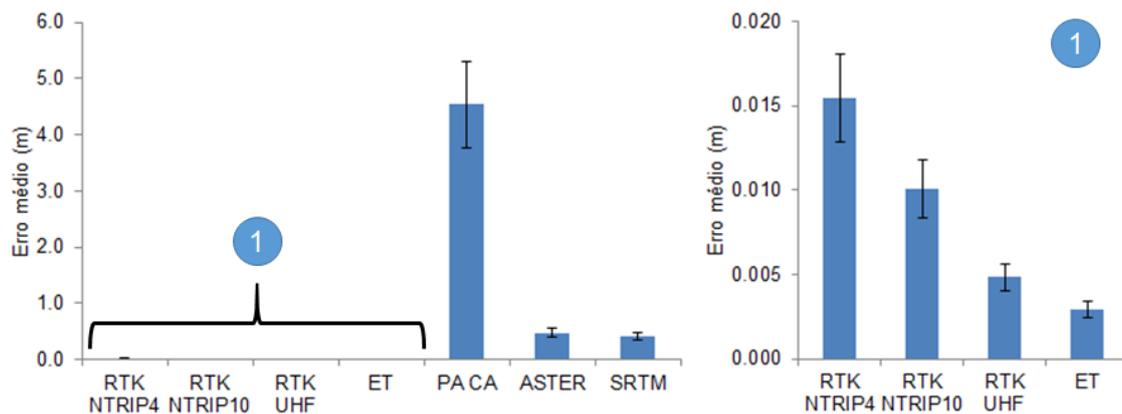
**Figura 2:** Resultado do erro absoluto total dos diferentes métodos de contranivelamento com o nivelamento geométrico, em que NG - nivelamento geométrico, RTK NTRIP4 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NTRIP e tempo de ocupação de 4s, RTK NTRIP10 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NTRIP e tempo de ocupação de 10s, RTK UHF - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via UHF com tempo de ocupação de 4s, ET - nivelamento trigonométrico com estação total, por irradiação, PA CA - nivelamento GPS por posicionamento absoluto – código C/A, ASTER - nivelamento por extração de cotas da imagem ASTER, SRTM - nivelamento por extração de cotas da imagem SRTM.

Todos os demais métodos apresentaram erros absolutos totais acima de 10 mm km<sup>-1</sup>, sendo considerados de baixa precisão. O método de menor precisão foi o nivelamento GPS por posicionamento absoluto com o código C/A (PA CA), no qual o erro absoluto total foi de 5,421 m.

Outro fato relevante é que quando a correção do posicionamento foi realizada com base na rede NTRIP, independente do tempo de rastreamento de 4 ou 10 s, os erros absolutos totais foram superiores aos obtidos por meio de correção via UHF.

Estatisticamente, os métodos considerados de média precisão altimétrica, que resultaram em desvio padrão médio menor que 10 mm km<sup>-1</sup>, conforme norma técnica regente, NBR-13.133 - Execução de Levantamento Topográfico foram respectivamente, o nivelamento geométrico, o nivelamento trigonométrico e o nivelamento GNSS com posicionamento relativo RTK UHF. Os demais métodos de nivelamento foram considerados de baixa precisão altimétrica, que resultaram em desvio padrão médio maior que 10 mm km<sup>-1</sup>.

Os métodos de menor erro médio, em relação ao método do nivelamento geométrico, foram o nivelamento trigonométrico com estação total (ET) e o nivelamento GNSS com posicionamento relativo cinemático em tempo real, com correção UHF (RTK UHF), sendo de 0,003±0,001 e 0,005±0,001 m, respectivamente (Figura 3).



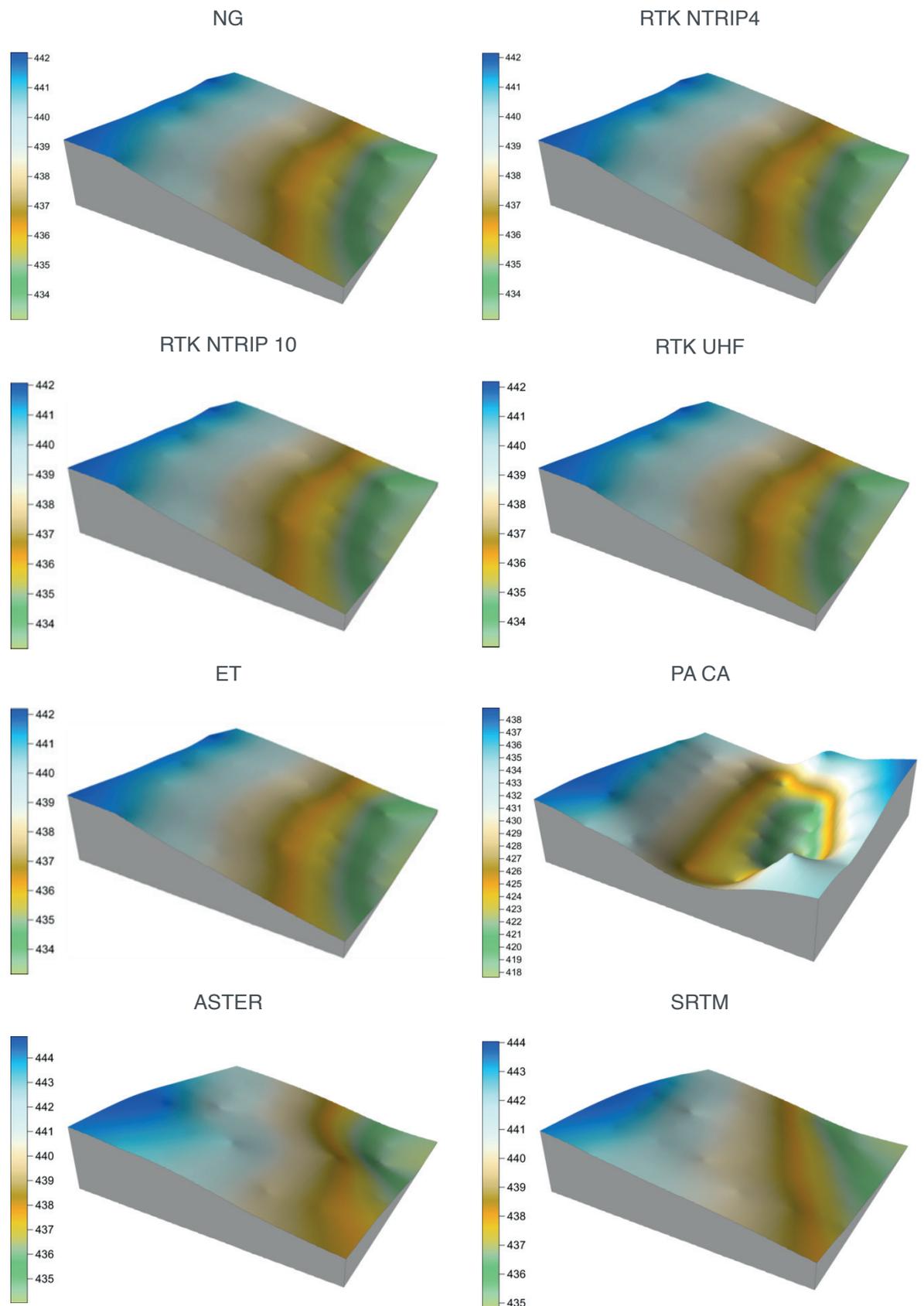
**Figura 3:** Resultado do erro médio nos diferentes métodos de contranivelamento com o nivelamento geométrico, em que NG - nivelamento geométrico, RTK NTRIP4 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 4s, RTK NTRIP10 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 10s, RTK UHF - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via UHF com tempo de ocupação de 4s, ET - nivelamento trigonométrico com estação total, por irradiação, PA CA - nivelamento GPS por posicionamento absoluto – código C/A, ASTER - nivelamento por extração de cotas da imagem ASTER, SRTM - nivelamento por extração de cotas da imagem SRTM.

O método de nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático em tempo real com correção NTRIP (RTK NTRIP10), com tempo de ocupação de 10 s por ponto, apresentou erro médio de  $0,010 \pm 0,002$  m, se enquadrando na classe de média precisão, de acordo com a tolerância de erro de fechamento (Equação 2). Já com o mesmo método, mas com tempo de 4 s (RTK NTRIP4), apresentou erro médio de  $0,015 \pm 0,003$  m, se enquadrando na classe de baixa precisão. Pela inconstância dos sinais de telefonia celular móvel no território brasileiro o sistema GPRS não colaborou para o equilíbrio das transmissões de dados interferindo circunstancialmente nos resultados obtidos para um menor tempo de ocupação.

Os métodos de nivelamento por imagem de satélite proporcionaram erros médios variando de  $0,405 \pm 0,069$  m para o SRTM e de  $0,475 \pm 0,080$  m para o ASTER, enquanto o nivelamento GPS posicionamento absoluto com código C/A foi o de maior erro médio ( $4,539 \pm 0,767$  m).

Na Figura 4 é possível comparar tridimensionalmente os modelos digitais de terreno (MDT) obtidos pelos diferentes métodos de nivelamento.

Com relação aos modelos digitais do terreno, pode-se verificar que os métodos de nivelamento trigonométrico com estação total (ET) e GNSS (RTK UHF, RTK NTRIP4 e RTK NTRIP10) foram os que melhor representaram o terreno em comparação com o método de nivelamento geométrico (NG). A análise da escala cromática no espectro de cores fornecida pela imagem nos modelos digitais do terreno (MDT), para ambos os métodos utilizados, apresentou semelhante ao modelo gerado com o nivelamento geométrico (NG).

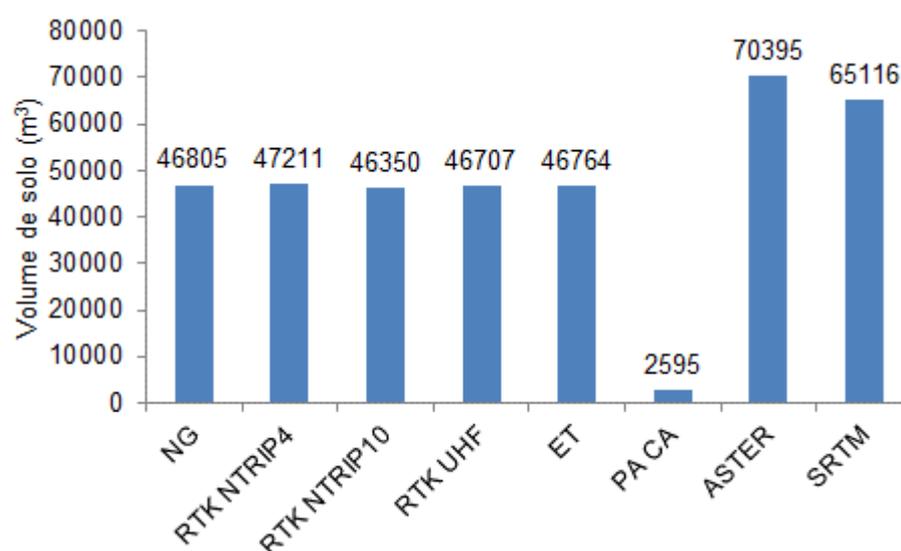


**Figura 4:** Modelos digitais de terreno (MDT) gerados por diferentes métodos de nivelamento (escala em metros), em que NG - nivelamento geométrico, RTK NTRIP4 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 4s, RTK NTRIP10 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 10s, RTK UHF - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via UHF com tempo de ocupação de 4s, ET - nivelamento trigonométrico com estação total, por irradiação, PA CA - nivelamento GPS por posicionamento absoluto – código C/A, ASTER - nivelamento por extração de cotas da imagem ASTER, SRTM - nivelamento por extração de cotas da imagem SRTM.

A modelagem de imagens apresentada nos modelos digitais de terreno (MDT) demonstrou a qualidade dos trabalhos efetuados com a escolha dos recursos de imagem SRTM e ASTER. As imagens apresentaram uma ligeira inclinação da direção do declive com melhor equivalência nos padrões do SRTM em relação ao nivelamento geométrico (NG).

No método de nivelamento GPS por posicionamento absoluto com o código C/A foi possível observar que descaracterizou totalmente o terreno. Tal fato se deve a baixa precisão e acurácia dos receptores GPS de navegação que rastreiam apenas o código C/A. Os receptores GPS por posicionamento absoluto com o código C/A são destinados a levantamentos expeditos que requerem precisão horizontal da ordem de 10 m, no nível de probabilidade de 95% (MONICO, 2008). Para Franco (2009) os receptores GPS de navegação não oferecem precisão suficiente e não são recomendados para levantamentos geodésicos de precisão pois não fornecem garantia de exatidão.

Pelos modelos digitais de terreno foram determinados os volumes de solo, onde o método por nivelamento geométrico (NG) resultou em 46.805 m<sup>3</sup> (Figura 5).



**Figura 5:** Resultado do volume de solo obtido nos diferentes métodos de nivelamento, em que NG - nivelamento geométrico, RTK NTRIP4 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 4s, RTK NTRIP10 - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via NITRIP e tempo de ocupação de 10s, RTK UHF - nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK com correção via UHF com tempo de ocupação de 4s, ET - nivelamento trigonométrico com estação total, por irradiação, PA CA - nivelamento GPS por posicionamento absoluto – código C/A, ASTER - nivelamento por extração de cotas da imagem ASTER, SRTM - nivelamento por extração de cotas da imagem SRTM.

O método de menor precisão foi o de nivelamento GPS por posicionamento absoluto com código C/A, que estimou um volume de 2.595 m<sup>3</sup>, que equivale a apenas 5,54% do resultado obtido pelo método de nivelamento geométrico (NG). Este resultado é preocupante, já que a utilização deste tipo de equipamento é muito comum por profissionais relacionados a trabalhos ambientais, por ser de fácil uso e

de baixo custo (KRUEGER & TRANCHES, 2006).

O melhor resultado foi pelo método de nivelamento trigonométrico com estação total (ET), com erro abaixo de 0,1%. Mas se a tolerância de erro em determinação de volume for de até 0,5%, os resultados evidenciaram que o método por nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK UHF pode ser utilizados, mesmo sem a conversão para coordenadas topográficas locais. O uso de imagens de satélite resultou em erros variando de 39 a 50% enquanto o método de nivelamento GPS por posicionamento absoluto com código C/A resultou em erro de cerca de 95% na determinação do volume de solo.

## CONCLUSÕES

Os métodos que resultaram em menores erros totais em nivelamentos, quando comparados com o nivelamento geométrico, foram o nivelamento GNSS por posicionamento relativo RTK UHF e o nivelamento trigonométrico, se enquadrando na classe de média precisão. Os métodos de maior erro total foram os nivelamentos por imagens SRTM e ASTER, e o nivelamento com GPS por posicionamento absoluto com código C/A, não sendo recomendado em caso de necessidade de precisão topográfica.

Para a determinação do volume de solo, considerando a impossibilidade de realizar o método de nivelamento geométrico, para erros abaixo de 0,1% recomenda-se o método de nivelamento trigonométrico. Mas se o limite de erro for de até 0,5%, recomenda-se o método de nivelamento GNSS por posicionamento relativo cinemático RTK UHF. O uso de imagens de satélite resultou em erros variando de 39 a 50%, assim como o método de nivelamento GPS por posicionamento absoluto com código C/A resultou em erro de cerca de 95%.

## REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133 – **Norma de Execução de Levantamento Topográfico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 35p.

BRUM, E.V.P. **Verificação e classificação de níveis de acordo com normas internacionais**. 2005. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CASACA, J.M.; MATOS, J.L.; DIAS, J.M.B. Topografia Geral, 4ed., Rio de Janeiro: **LTC**, 2017. 208p.

COMASTRI, J.A.; GRIPP, J. Topografia aplicada; medição, divisão e demarcação, Viçosa: **UFV**, 1998. 203p.

COMASTRI, J.A.; TULER, J.C. Topografia; Altimetria, 3ed., Viçosa: **UFV**, 1999. 200p.

DOMINGUES, F.A.A. Topografia e Astronomia de posição para engenheiros e arquitetos, São Paulo: **McGraw-Hill**, 1979. 406p.

- ELLIS, M.A.; BARNES, J.B. A Global Perspective On The Topographic Response To Fault Growth. **Geosphere**. 11, 4, 1008-1023, Aug, 2015.
- ESPARTEL, L. Curso de Topografia. 9ed., Rio de Janeiro, **Globo**, 1987. 655p.
- FRANCO, T.C.R. Análise da precisão no posicionamento com um receptor GPS de navegação. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre - MG, v.1, n.3, p. 79-86, 2009.
- FREITAS, S.R.C.; BLITZKOW, D. Altitudes e geopotencial. **IGeS Bulletin N**, p. 47-62, 1999.
- GRAVETTER, F. J.; WALLNAU, L. B. Statistics For The Behavioral Sciences, 2ed. St. Paul: **West Publishing**, 1995. 429p.
- KRUEGER, C.P.; TRANCHES, S. Verificação da possibilidade em realizar georreferenciamento de imóveis rurais através de observações da onda portadora L1 coletadas por meio de receptores GPS de navegação. **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, 2006, Florianópolis, SC. Anais (CD-ROM), p.1-7.
- MACHADO, W. C. **Solução rápida das ambiguidades GPS para aplicações no posicionamento relativo de linhas de base curtas**. 2002. 142p. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- MANU, C.S.; PLAVICHEANU, S.; TIVIG, D.F. et al. Topography Applications In Surface Minning. **Revista Minelor / Mining Revue**. 22, 2, 25-30, June 2016.
- MCCORMAC, J.; SARASUA, W.; DAVIS, W. Topografia. 6ed. Rio de Janeiro. **LTC**, 2016. 428p.
- MONICO, J.F.G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. 2ed. São Paulo: **UNESP**, 2008. 478p
- NASA - United States National Aeronautics and Space Administration. **SRTM - Shuttle Radar Topography Mission**. Pasadena: NASA, 2000. Disponível em: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>. Acesso em: 21 nov. 2016.
- NASA - United States National Aeronautics and Space Administration; METI - Ministry of Economy, Trade, and Industry of Japan. **ASTER Global Digital Elevation Map Announcement**. Pasadena: NASA, 2010. Disponível em: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>. Acesso em: 20 nov. 2016.
- SANTOS, D.P.; FAGGION, P.L.; VEIGA, L.A.K. Transporte de altitude para o pico do Camapuã utilizando nivelamento trigonométrico método *Leap-Frog*. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.17, n.2, 2011.
- SILVEIRA, R.M.P.; SILVEIRA, C.T. Análise comparativa entre modelos digitais de elevação com distintas características de processamento e aquisição. **Boletim de Geografia**. 33, 106-121, Sept. 2, 2015.
- SUCI, F.M.; CARVALHO, A.S.; COSTA, M.F. Influência das efemérides transmitidas e precisas no transporte de coordenadas. **Revista Agrogeoambiental**, v.2, n.1, 2010.
- TEDESCHI, A.L.; FAGGION, P.L.; ANDOLFATO, S.H.D. **Validação do sistema de automação de nível digital aplicado na determinação de recalques**. Bol. Ciênc. Geod. [on line]. 2017. Vol.23, n2, pp.352-370.
- TULER, M.; SARAIVA, S. Fundamentos de Geodésia e Cartografia. Porto Alegre. **Bookman**, 2016. 228p.
- TULER, M.; SARAIVA, S. Fundamentos de Topografia. Porto alegre. **Bookman**, 2014. 308p.

## **SOBRE AS ORGANIZADORAS**

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**Geisa Mayana Miranda de Souza:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco (2010). Foi bolsista da FACEPE na modalidade de Iniciação Científica (2009-2010) e do CNPq na modalidade de DTI (2010-2011) atuando na área de Entomologia Aplicada com ênfase em Manejo Integrado de Pragas da Videira e Produção Integrada de Frutas. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, na área de concentração em Agricultura Tropical, linha de pesquisa em Biotecnologia, Melhoramento e Proteção de Plantas Cultivadas. Possui experiência na área de controle de insetos sugadores através de joaninhas predadoras. E-mail para contato: geisamayanas@gmail.com Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5484806095467611>

**Ana Carolina Sousa Costa:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009). Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - PB (2012), com bolsa da CAPES. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - PB (2017), com bolsa da CAPES. Tem experiência na área de Fisiologia, com ênfase em Pós-colheita, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade, atmosfera modificada, vida útil, compostos de alto valor nutricional. E-mail para contato: anna\_karollina@yahoo.com.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9930409169790701>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água superficial 26, 27, 28, 34  
Altimetria 36, 48  
Ambiente escolar 114, 115  
Antocianinas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9  
Armadilha pitfall 69

### B

Biodiversidade 10, 77, 79, 80, 132, 141, 182, 186, 187, 189, 192, 193, 194, 199  
Bioindicadores 56, 58, 69, 80

### C

Componentes principais 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67  
Controle de qualidade 26, 240  
Cursos técnicos 127, 128

### D

Doença de chagas 114, 117, 118, 119

### E

Educação 89, 90, 91, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 118, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 131, 140, 143, 144, 145, 165, 166, 171, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 184, 208, 217, 238, 239, 242, 244, 245, 246, 247, 254, 256  
Educação ambiental 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 124, 125, 165, 166, 171, 173, 177, 178, 244, 246, 247  
Ensino formal 96, 100, 175  
Ensino fundamental 89, 91, 92, 95, 100, 108, 109, 110, 113, 114, 118, 121, 122, 123, 177, 245  
Escola 4, 36, 81, 89, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 108, 110, 112, 114, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 217, 238, 242, 243, 244, 245, 283  
Extração de pigmentos 1

### F

Fanzines 132, 134, 135, 136, 139, 140, 142, 143  
Fauna do solo 69, 70, 71, 74, 75, 76, 79  
Ferrita de cobalto 18, 19, 20, 23, 24, 25  
Flores 1, 2, 4, 6, 7, 8, 60, 62  
Foto-fenton heterogêneo 18

### G

Gestão 28, 50, 89, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 127, 129, 148, 149, 165, 167, 171, 187, 188, 189, 195, 197, 199, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 216, 217, 230, 231, 236, 239, 242, 245, 262, 281, 283, 284, 286, 288, 289  
GNSS 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 197

## **I**

Importância dos caracteres 60

Interdisciplinaridade 89, 98, 109, 110, 113, 129, 130, 131, 175, 177, 239

## **J**

Jogos 89, 90, 91, 93, 95, 108, 111, 114, 118, 119

## **L**

Litorais 10

Ludicidade 96

## **M**

Matemática 89, 90, 91, 92, 93, 95, 110, 113

Meio ambiente 12, 16, 19, 24, 57, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 132, 135, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 182, 183, 184, 186, 203, 208, 209, 211, 216, 220, 230, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 253, 254, 259, 261, 262

Melhoramento genético 60, 61, 62, 63, 65, 67

Metodologias ativas 115, 118, 119

Mudanças de hábitos 121

## **P**

Percepção ambiental 121, 122, 123, 155, 181

Punk 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143

## **R**

Resíduos sólidos 101, 102, 103, 105, 106, 107, 156, 160, 171, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 213, 216, 217, 218, 219, 239, 242, 254, 256

Rock and roll 132, 136

## **S**

Sensoriamento remoto 10, 36, 37, 88, 191, 196, 199, 200, 201

## **T**

Tempo de extração 1, 6, 7, 8

## **V**

Vermelho amaranço 18

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-646-1



9 788572 476461