

# Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Alexandre Igor Azevedo Pereira  
(Organizador)

**Alexandre Igor Azevedo Pereira**  
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias  
2**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-587-7 DOI 10.22533/at.ed.877190309  1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série.  CDD 507
<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 “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 21 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais.

O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado, em seu primeiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*”, a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e a sociedade (como um todo) frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou

as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA	
Plinio Temba Júlia Couto Nogueira Vitoria Ellen da Silva Oliveira Marcelo Antonio Nero Marcos Antonio Timbó Elmiro Sandra Cristina Deodoro Daniel Henrique Carneiro Salim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
INTERVENÇÃO DIDÁTICA NAS AULAS DE FÍSICA: EXPERIMENTO SOBRE ESPELHOS PLANOS E ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Adriane Beatriz Liscano Janisch Karin Ritter Jelinek Alana Amaral Rotter	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE STELLARIUM COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ECLIPSES E ESTAÇÕES DO ANO NO ENSINO MÉDIO	
Arilson Paganotti Marcos Rincon Voelzke Graciene Carvalho Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>29</b>
AS NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA ESPACIAL X ORIGAMIS MODULARES VISTOS SOBRE O CONTEXTO DA SALA DE AULA DE TEMPO INTEGRAL	
José Erildo Lopes Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EJA: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AS PRÁTICAS	
Janaina da Conceição Martins Silva Cibele Paula Silva Marta Aparecida Quintiliano Rabelo Vânia Lúcia Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>51</b>
PROPORÇÕES ENTRE PRODUTOS EXPONENCIAIS	
Guilherme Cavichiolo Moreira Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903096</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

**ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS**

Thiago Lopes Quevedo  
Filipe Melo Aguiar

**DOI 10.22533/at.ed.8771903097**

**CAPÍTULO 8 ..... 76**

**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DAS HIDROTALCITAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO MODIFICADAS COM FERRO (III) E CRÔMIO (III) SINTETIZADAS PELO MÉTODO DA PRECIPITAÇÃO POR HIDRÓXIDOS**

Graciele Vieira Barbosa  
Cintia Hisano  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Jusinei Meireles Stropa  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.8771903098**

**CAPÍTULO 9 ..... 88**

**CATALISADORES DE ARGILA BENTONÍTICA NA35 PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Alan Gabriel Adamczewski  
Edson Cezar Grzebielucka  
Eder Carlos Ferreira de Souza  
Maria Elena Payret Arrúa  
André Vitor Chaves de Andrade  
Sandra Regina Masetto Antunes

**DOI 10.22533/at.ed.8771903099**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

**EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO DA SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SABONETES**

Caroline de Souza Rodrigues  
Carolina Laguna Pimenta  
Laís Cabrerizo Vargas de Almeida  
Marcos Vinícius Pereira da Costa  
Sara Rudek  
Raquel Teixeira Campos

**DOI 10.22533/at.ed.87719030910**

**CAPÍTULO 11 ..... 108**

**ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA**

Mayara Soares  
Carine Vieira  
Cynthia Beatriz Fürstenberger  
Danielle Borges  
Danielle Cristina Silva Olizeski  
Felipe Staciaki da Luz  
Everson do Prado Banczek

**DOI 10.22533/at.ed.87719030911**



**CAPÍTULO 12 ..... 120**

EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues  
Marcelo Telascrêa  
Raquel Teixeira Campos  
Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha  
Márcia Ortiz Mayo Marques

**DOI 10.22533/at.ed.87719030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 132**

FABRICAÇÃO DE SENSOR DE GÁS AMÔNIA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO DE POLÍMEROS CONDUTORES EM MATRIZES ISOLANTES

Deuber Lincon da Silva Agostini  
André Antunes da Silva  
Bruno Henrique de Santana Gois  
Jessyka Carolina Bittencourt  
Clarissa de Almeida Olivati  
Pedro Leonardo Silva  
Vagner dos Santos  
Wilson Silva Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.87719030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 142**

INVESTIGAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO ESTABILIZADO COM ZIRCÔNIO E SILÍCIO COMO MATRIZ PARA NOVOS DOPANTES

Natali Amarante da Cruz  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Silvanice Aparecida Lopes dos Santos  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.87719030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 154**

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRA DE CAPIM CAPETA: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Douglas Santos Silva  
Igor dos Santos Gomes  
Edil Silva de Vilhena  
Edielson Silva de Vilhena  
Rodrigo da Silva Magalhães Dias  
Maurício Maia Ribeiro  
Roberto Tetsuo Fujiyama

**DOI 10.22533/at.ed.87719030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 167**

MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO NO MONITORAMENTO DE REAÇÕES EM TEMPO-REAL

Cesar Augusto Tischer  
Gina Alejandra Gil Giraldo

**DOI 10.22533/at.ed.87719030916**

**CAPÍTULO 17 ..... 180**

**PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UMA PLANTA INTEGRADA DE PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO**

Rafael Rodrigues Gomes  
Diego Martinez Prata  
Lizandro de Sousa Santos

**DOI 10.22533/at.ed.87719030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 193**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDAS DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO**

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes  
Maria Oneide Silva de Moraes  
Tainah Vasconcelos Pessoa  
Taisa Lorene Sampaio Farias  
Catarina Barbosa Levy  
Ivanei Ferreira Pinheiro  
Walter Ricardo Brito  
João de Deus Pereira de Moraes Segundo

**DOI 10.22533/at.ed.87719030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 202**

**SÍNTESE DA ESTRUTURA PEROVSKITA DE TITANATO DE CÁLCIO E COBRE EM BAIXA TEMPERATURA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Eliane Kujat Fischer  
Vinícius Moreira Alves  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Graciele Vieira Barbosa  
Cintia Hisano  
Silvanice Lopes dos Santos  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.87719030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 214**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROALCANTARAS FOSFATADAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO POR COPRECIPITAÇÃO**

Alberto Adriano Cavalheiro  
Sabrina Vitor Gonçalves  
Creuza Kimito Caceres Kawahara  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Graciele Vieira Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.87719030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 225**

**COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO**

Fábio Friol Guedes de Paiva

Vitor Peixoto Klienchen de Maria  
Giovani Barrera Torres  
Guilherme Dognani  
Renivaldo José dos Santos  
Flávio Camargo Cabrera  
Aldo Eloizo Job

**DOI 10.22533/at.ed.87719030921**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>235</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>236</b>

## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA

### **Plinio Temba**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

### **Júlia Couto Nogueira**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

### **Vitoria Ellen da Silva Oliveira**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

### **Marcelo Antonio Nero**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

### **Marcos Antonio Timbó Elmiro**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

### **Sandra Cristina Deodoro**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

### **Daniel Henrique Carneiro Salim**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Cartografia  
Belo Horizonte –MG

ondulação geoidal na estimativa do Modelo Digital de Terreno (MDT) de uma localidade não é uma prerrogativa apenas na determinação de coordenadas obtidas com o receptor GNSS, mas também de outras tecnologias dentre as quais as medições com o sensor laser aeronavegado. São descritos o conceito do perfilamento laser bem como as limitações e vantagens do uso do sensor laser scanner aerotransportado nas atividades de mapeamento. A pesquisa reúne a coleta de medições sobre a superfície física. Com o receptor GNSS e com o nível topográfico foi determinada a dimensão da ondulação na área de estudo. Compara, ainda, com pontos subtraídos do MDT gerado pelo perfilamento e os valores atribuídos pelo modelo de superfície, MAPGEO, de igual caráter desenvolvido por profissionais do IBGE.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perfilamento laser, ondulação geoidal, MDT.

### STUDY OF THE INFLUENCE OF GEOID UNDULATION IN THE MEASUREMENT OF POINTS ON THE PHYSICAL SURFACE

**ABSTRACT:** The concern with the influence of the geoid undulation in the estimation of the Digital Terrain Model (DTM) of a locality is not a prerogative only in the determination of coordinates have obtained with the GNSS receiver, but also of other technologies among which the measurements with the airborne laser

**RESUMO:** A preocupação com a influência da

sensor. The laser profiling concept is described as well as the limitations and advantages of the use of the airborne laser scanner in the mapping activities. The research gathers the collection of measurements on the physical surface. The size of the undulation in the study area was determined with the GNSS receiver and the topographic level. It also compares with points subtracted from the DTM was generated by the profiling and the values assigned by the surface model, MAPGEO, of the same characteristic developed by IBGE professionals.

**KEYWORDS:** laser Profiling, geoid undulation, DTM.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os mecanismos de determinação da altitude ortométrica foram impactados com a popularização dos receptores de satélites. Nos tempos longínquos o Sputnik 1, Transit, seguido do GPS e atualmente o GNSS servem para abreviar tarefas de difícil logística para definir o atributo espacial em qualquer localidade do planeta que possa sintonizar os sinais de rádio produzidos pela constelação artificial de satélites. A modelagem da superfície de caráter vertical que identifica as altitudes geométricas são determinadas na medida em que são adensados e distribuídos uniformemente pontos sobre uma determinada área. Por outro lado, embora necessário, não é suficiente para atender às determinações de distâncias verticais ao geóide, identificado como superfície parâmetro para determinação das altitudes reconhecidas em toda publicação de material de cartografia no território nacional. A altitude geométrica, segundo Arana (2005), possui apenas o cunho matemático, e as utilizadas em obras de engenharia (mapeamento, distribuição de água, saneamento básico, irrigação, planejamento urbano etc) são as altitudes ortométricas, as quais possuem um significado físico.

A Tecnologia Laser Scanner Aerotransportado (ALS, sigla em inglês para *airborne laser scanner*) em pouco mais de uma década revolucionou o entendimento, até então, de técnicas apuradas e tradicionalmente praticadas para o levantamento da superfície física. A atividade principal trata da coleta de dados de elevação e o consequente processo de geração do Modelo Digital de Terreno (MDT). A altitude ortométrica, ou simplesmente a altitude de um lugar, é a distância ao longo da linha vertical entre um ponto na superfície física e o Geóide (Datum vertical, materialização da superfície equipotencial particular do campo da gravidade que corresponde ao nível médio do mar local em um determinado período de tempo). Por outro lado, a altitude geométrica da Terra é a distância ao longo da normal deste mesmo ponto ao elipsóide (superfície do modelo geométrico da Terra). A ondulação geoidal ou altura geoidal é o segmento da normal delimitado por sua interseção entre o geóide e o elipsóide.

A pesquisa propõe um método capaz de evidenciar a vulnerabilidade relativa à precisão altimétrica das medições decorrentes dos modelos matemáticos diversos que atendem à determinação da ondulação geoidal. Os modelos do geopotencial

tem a capacidade de representar, com fidelidade, os longos comprimentos de ondas do campo da gravidade terrestre. A determinação da ondulação do geóide a partir do rastreamento GNSS em pontos pertencentes à Rede Fundamental de Nivelamento do Brasil, possibilita calcular a “real” ondulação do geóide. A seguir, as características dos equipamentos adotados na pesquisa são apresentadas com detalhe. Com especial atenção ao ALS, sensor que gerou o MDT usado no trabalho, o receptor GNSS e o nível topográfico.

## 2 | LASER SCANNER AEROTRANSPORTADO (ALS)

A arquitetura do ALS depende do funcionamento de três importantes dispositivos. Um emissor/receptor do sinal luminoso, um receptor GNSS de dupla frequência e uma unidade de medição inercial (IMU).

Brandalize (2004) explica o funcionamento com a ilustração na Figura 01 a situação de medição com o ALS tomada de três alvos distintos. O pulso vermelho simboliza a trajetória do sinal emitido pelo sensor laser até o alvo. Após alcançar a superfície do alvo o sinal interage refletindo difusamente, uma fração do sinal emitido é refletido, representado pelo sinal azul.

A situação 1, o pulso do ALS bate primeiro na copa da árvore e causa três ecos (retorno do sinal) do pulso. Em seguida, uma parcela do pulso alcança a superfície física e gera o retorno do último eco. Na situação 2, o feixe de laser é refletido de uma superfície com relevo ligeiramente ondulado. Na situação 3, o pulso é simplesmente refletido de uma superfície plana normal ao ângulo de incidência do feixe, o eco resultante do pulso tem a forma idêntica ao pulso emitido.

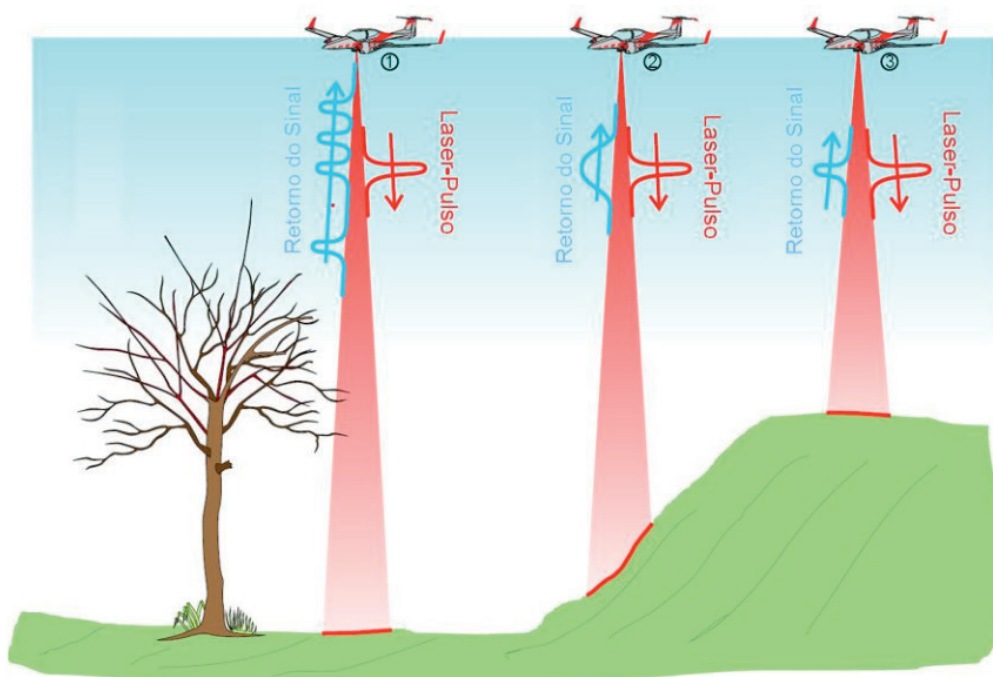


Fig.01 – Retorno do sinal

Fonte: Adaptado de Laser Measurement Systems (2004)

Em síntese, o perfilamento laser é o processo de medição realizado com o sensor embarcado na aeronave. A trajetória do canhão responsável pelo direcionamento do laser sobre uma localidade faz o que Temba (2008) tratou por técnica de varredura óptica-mecânica com pulsos laser.

### 3 | GNSS - RASTREAMENTO DE SATÉLITES

As Redes RBMC/RIBAC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo/Rede INCRA de Bases comunitárias) constituem a estrutura geodésica de referência mais precisa, integrada e abrangente do país. A RBMC, em particular, conta com 55 estações instaladas com receptores GNSS (**Global Navigation Satellite Systems**) que permitem facilidades operacionais e a disponibilização de serviços voltados para a realização de levantamentos em tempo real, com a técnica RTK (**Real Time Kinematic**) ou DGPS (**Differential GPS**). As técnicas de posicionamento RTK ou DGPS são baseadas no modo diferencial onde as correções dos sinais dos satélites GNSS por fase da portadora ou código, respectivamente, são transmitidas, em tempo real, da estação de referência sob a gestão do IBGE para outra estação a qual se deseja determinar as coordenadas, sustenta IBGE(2017), Costa et al.,(2008).

O posicionamento na órbita, velocidade de deslocamento e outras informações são transmitidas pela constelação de satélites artificiais aos receptores. As bases de referência do IBGE, por sua vez, ocupam localidades de coordenadas conhecidas e transmitem, usualmente por onda de rádio UHF, as correções necessárias de quem sintoniza a mesma constelação. Com o advento da internet e o funcionamento **wireless** pela telefonia celular, a transmissão das correções passaram a contar com um canal alternativo. O NTRIP (**Networked Transport of RTCM via internet Protocol**) é um protocolo HTTP desenvolvido com o propósito de ser a opção ao link exclusivo de onda de rádio pela conexão via Internet. Tal tecnologia é tratada com detalhe em Cintra et al. (2011), Guandalini (2012).

#### 3.1 O Sistema Ntrip em Levantamentos RTK e DGPS

A operação usual denominada RTK prescinde de ao menos dois receptores GNSS com rádio link. Um deles é a base e ocupa uma localidade de coordenadas conhecidas, o outro (rover), ocupa uma localidade que se quer encontrar o atributo espacial. Desde que não haja interrupção do sinal de rádio, por obstrução causada por prédios, construções de um modo geral, mata etc, a base transmite em tempo real continuamente as coordenadas de correção ao rover. Uma das alternativas para contornar este problema é trocar o link de rádio pela comunicação via modem pelo sistema global de telefonia móvel (GSM, sigla do termo em inglês para **Global System of Mobile**), mas fica atrelada a disponibilidade dos serviços de telefonia celular na área do levantamento.

O NTRIP, veja ilustração na Figura 02, é um protocolo para transferência de hipertexto (HTTP, sigla do termo em inglês para **Hypertext Transfer Protocol**) destinado a propagar correções diferenciais ou outros tipos de dados GNSS em fluxos contínuos através da Internet.

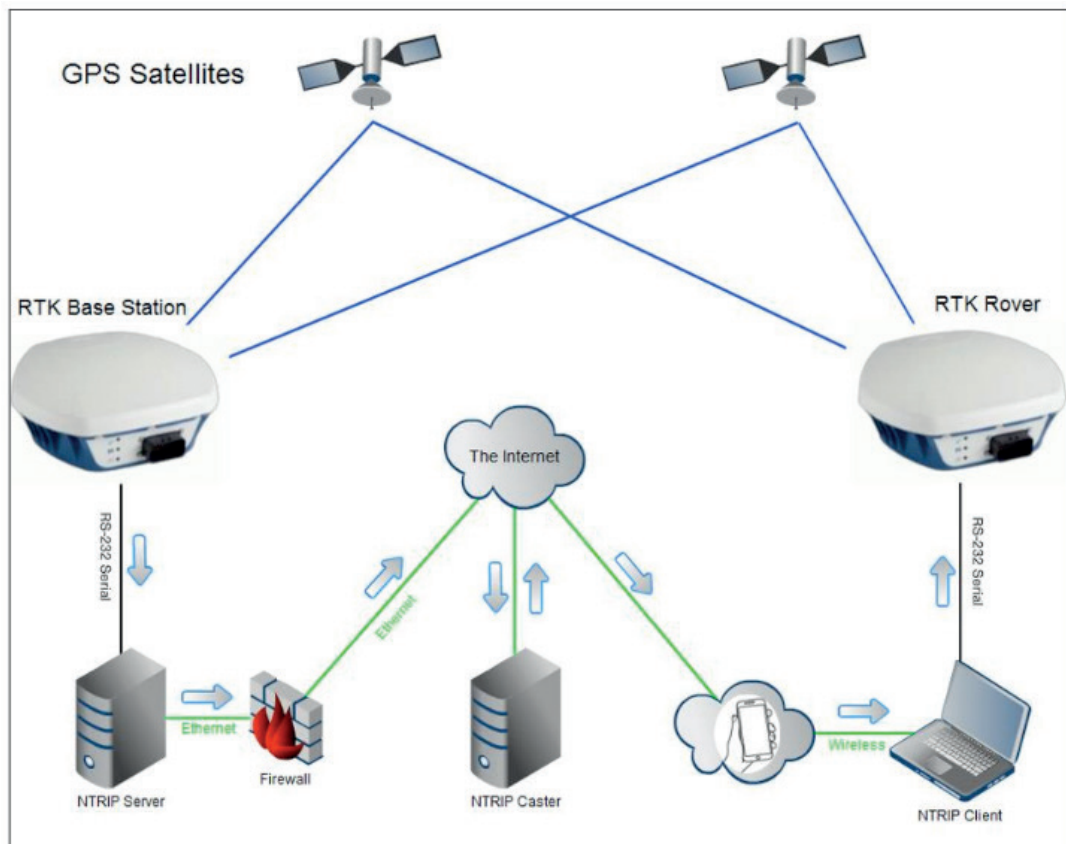


Fig.02 - NTRIP

Fonte: Adaptado de Lefebure(2018)

É composto por três aplicativos, COSTA et al (2008) e GUANDALINI (2012); NTRIP Server, NTRIP Caster e NTRIP Client.

### 3.2 Nivelamento Geométrico

É o método de nivelamento realizado com visadas horizontais com o uso dos seguintes instrumentos: níveis topográficos e miras verticais graduadas. Consiste na pontaria realizada pelo operador em uma localidade em que a cota ou altitude seja conhecida e, em seguida, a mesma objetiva seja direcionada para o local que se quer determinar a componente altimétrica.

## 4 | ONDULAÇÃO GEODAL

A altura geoidal ou ondulação geoidal é o termo atribuído ao afastamento entre o elipsóide de referência e o geóide, contado sobre a normal ao elipsóide que passa pelo ponto. Em função da rapidez e precisão na obtenção de coordenadas, a tecnologia



GNSS revolucionou as atividades que necessitam de posicionamento, veja Figura 03. A locação das coordenadas que sustentam a metodologia destinada ao ajustamento atribui ao geóide a referência para o vetor vertical - componente z das coordenadas. Porém, é uma medição que encontra restrição com o uso dos receptores GNSS. Genro (2006), Goldani (2006) e IBGE(2013) Alevizakou & Lambrou (2011), fizeram estudos voltados para modelar o comportamento da ondulação geoidal no Estado do Paraná e Lobianco (2005) realizou um modelo para o território brasileiro, o aplicativo está disponibilizado no portal do IBGE - o MAPGEO.

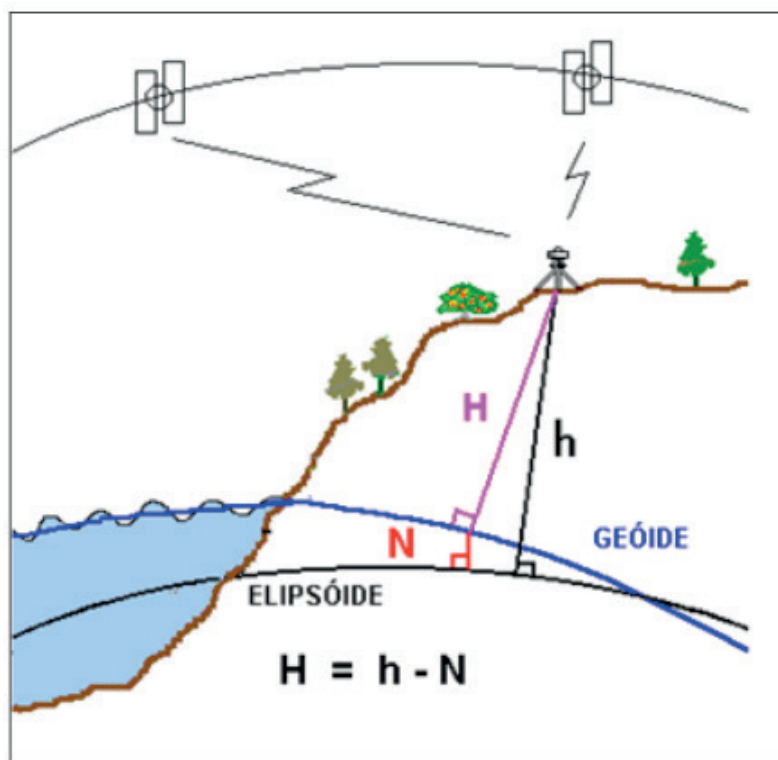


Fig. 03 – Ondulação geoidal  
Fonte: LOBIANCO (2004)

A precisão das altitudes ortométricas calculadas a partir da conjunção de modelos geoidais com medidas obtidas do rastreamento de satélites artificiais estará sempre em função não somente da precisão dos próprios modelos geoidais, como também da precisão das altitudes geométricas. A estimativa da altitude ortométrica é obtida pela expressão:

$$H_{ORT} = H_{GEOM} - N \quad 3.1$$

$$\delta_{Hort} = \sqrt{(\delta_{elip})^2 + (\delta_N)^2} \quad 3.2$$

onde:

$H_{ORT}$ ,  $H_{GEOM}$  altitudes ortométrica e geométrica, respectivamente

$N$  ondulação geoidal

$\delta_{Hort}$  desvio-padrão da altitude ortométrica

$\delta_{elip}$ ,  $\delta_N$  desvio-padrão da altitude geométrica e desvio-padrão da ondulação geoidal

## 5 | MÉTODO

Carsalade e Morais (2017) descrevem que no fim da década de 1940, a então Universidade de Minas Gerais (UMG) era federalizada e incorporava ao seu patrimônio territorial a área de 334 hectares onde hoje está erguido o campus Pampulha, tornando-se a maior ocupante individual da região. O campus abriga uma das maiores áreas verdes de Belo Horizonte, a começar pelas palmeiras imperiais que traçam uma longa linha reta no canteiro central da avenida principal (Mendes Pimentel), que recentemente ganhou novo paisagismo. Nas laterais dessa via, paus-de-ferro moldam paralelamente as calçadas. No bosque da Reitoria, pontificam-se as árvores de chichá (ou arixixá), de raízes volumosas, que se destacam na superfície da terra – além dos angicos cangalha, talvez as espécies mais antigas plantadas no campus. A área de estudo devido a limitações de logística foi no próprio Campus da Universidade, Figura 04.

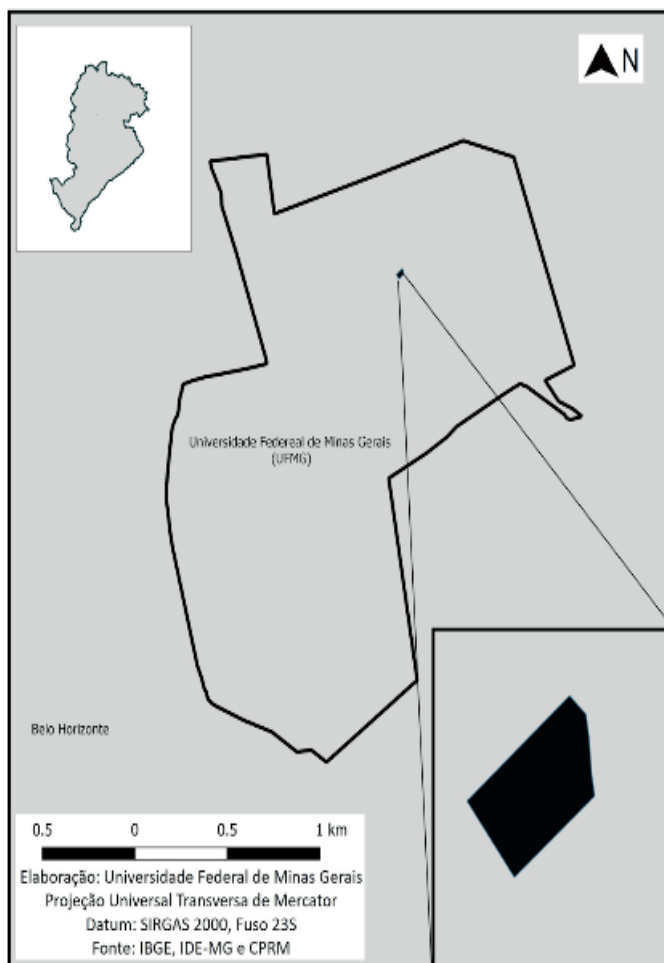


Fig.04 - Mapa de localização do Campus da UFMG

Nos arredores da Unidade de Ensino do Instituto de Geociências (IGC) um

polígono de aproximadamente 16,5 mil m<sup>2</sup> com superfície física de ondulação suave. O Quadro I descreve as características dos receptores e aplicativos usado na pesquisa.

Equipamentos	
Receptor GNSS CHC X91 Plus	Tempo de inicialização RTK: abaixo de 10 segundos Sinais rastreados: GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5 GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3; SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS; Galileo: E1, E5A, E5B e BeiDou: B1, B2 Rádio interno de 1w Memória interna de 4GB Precisão horizontal 8mm + 1ppm e Precisão Vertical 15mm + 1ppm
Nível Óptico CST Berger	Precisão por KM duplo: 1.0 mm Aumento: 24 X Abertura de Objetiva: 40 mm Sensibilidade Nível Circular Compensador Automático Prova d'água
Motorola Moto G5 Plus	Display: 5.2" Sistema Operacional: Android 8.0 (Oreo) Câmera Primária: 12 MP Gravação de Vídeo: 2160p Resolução: 1080 x 1920px Capacidade: 32/64 GB, 2/4 GB RAM; 32 GB, 3 GB RAM
Aplicativos	
	Global Mapper v.11 Surfer v. trial QGIS v.Bonn Mapgeo v.2015 Carlson SurvCE

Quadro I – Equipamentos e aplicativos

O levantamento para evidenciar a ondulação geoidal inicia com a identificação e posterior posicionamento da mira graduada sobre a RN (referência de nível) defronte ao prédio do IGC, Figura 05. Optou-se pelo nivelamento geométrico por visadas iguais que permite reduzir erros de curvatura, refração e colimação que possam afetar as leituras sobre a régua. Método segundo qual, o distanciamento do nível topográfico às miras são próximos. As medições não superaram 50 m de extensão. Além disso, as pontarias dirigidas às miras contaram com o registro fotográfico de cada posição. De modo a submeter uma análise criteriosa, a *posteriori*, sobre as medidas coletadas. Eliminando desconfianças ou dúvidas sobre qualquer medição realizada.

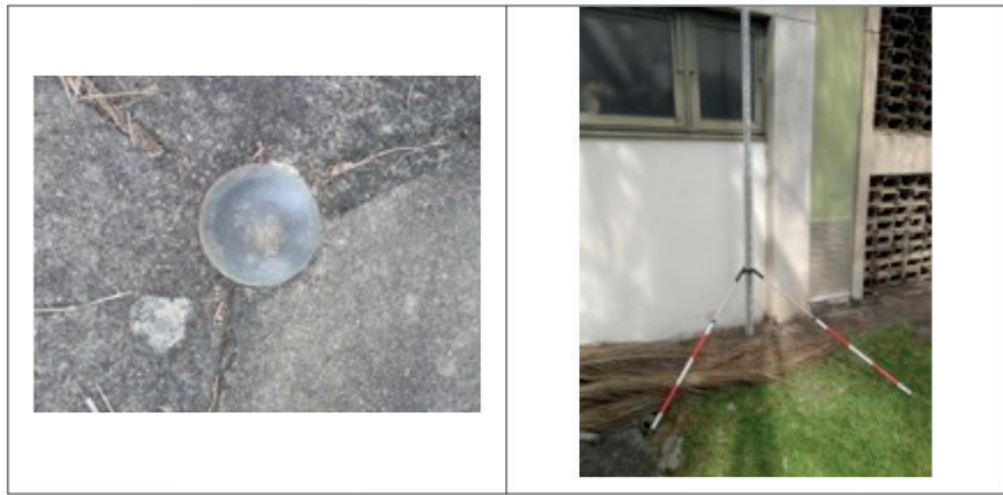


Fig.05 – Posicionamento da mira sobre a RN no IGC

A seguir, o receptor GNSS foi devidamente selecionado e cadastrado na coletora do equipamento no software Carlson SurvCE e no celular como roteador do sinal de frequência proveniente do NTRIP Caster. A base de referência RBMC/MG foi escolhida, pelo fato de ser a mais próxima do Campus da UFMG. As atividades foram desenvolvidas com a coleta com o receptor seguido das medidas com a mira, de sorte a registrar de modo comum nos 23 pontos as altitudes geométricas e ortométricas.

As medidas armazenadas no equipamento após o encerramento do campo. São transmitidas pelo software próprio que acompanha o equipamento e gera um arquivo ASCII. As leituras da régua, provenientes do nivelamento geométrico também são tabuladas e reunidas num arquivo de mesma natureza.

O levantamento aéreo sobre o município de Belo Horizonte reuniu elementos proveniente do perfilamento laser e no mesmo projeto realizado em 2008 registrou cenas aéreas que tratadas originaram ortofotos. À época, o levantamento estabeleceu para ambas as coberturas aéreas o Datum Horizontal SAD69. Como é necessário uniformizar as medidas a um único datum houve necessidade de transformar as coordenadas geodésicas dos 23 pontos coletados no campo para o SIRGAS2000 no aplicativo QGis. Logo, após a migração de Datum os pontos medidos foram incorporados a uma base no Global Mapper. Aplicativo que realizou a sobreposição da ortofoto sobre o MDT e colheu na mesma plataforma as coordenadas altimétricas.

Para concluir, foi inserido uma listagem de coordenadas geográficas dos 23 pontos no aplicativo Mapgeo para que apontasse qual o valor devido à ondulação geoidal, segundo o modelo matemático dedicado gerado pelo IBGE.

Ao final do processo estavam reunidas e devidamente organizadas as altitudes geométricas, a altitudes ortométricas provenientes do nivelamento geométrico e perfilamento e, por último, as medidas atribuídas à ondulação geoidal de cada ponto.

## 6 | RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

Apresenta-se, neste item os resultados finais dos processamentos dos dados GNSS, das ondulações determinadas por GNSS/nivelamento, das determinadas por nivelamento associado ao Geóide e das determinadas pelo modelo matemático desenvolvido pelo IBGE.

Há divergências entre as leituras, algumas muito acentuadas. É provável que as divergências sejam fruto da espacialização da densidade de pontos de apoio contratado para o perfilamento igual 4 pontos/m<sup>2</sup>.

Houve realização de campanha nos dias, 13 e 15/05/2019. No Quadro I a segunda coluna contém a ondulação determinada pela diferença de altitude geométrica e ortométrica proveniente de medições da RN. Na terceira a ondulação geoidal foi determinada pela diferença entre as medidas colhidas com o GNSS e as coordenadas altimétricas provenientes do perfilamento. A última coluna reproduz os valores atribuídos à ondulação quando as coordenadas geográficas são submetidas ao programa MapGeo.

Data	Estaca	N_RN	N_laser	N_map-geo
13/mai	P1	5,8393	5,0423	6,46
	P2	5,8803	7,3703	6,46
	P3	5,9796	5,6996	6,46
	P4	5,8960	5,3240	6,46
	P5	5,8008	6,8838	6,46
15/mai	P1	5,5570	5,9520	6,46
	P2	5,6325	6,5535	6,46
	P3	5,4817	5,7957	6,46
	P4	6,3165	6,4455	6,46
	P5	5,8407	5,9047	6,46
	P6	5,9088	6,3108	6,46
	P7	5,7168	4,0348	6,46
	P8	5,8670	6,3250	6,46
	P9	5,8643	7,5373	6,46
	P10	5,8308	6,2328	6,46
	P11	5,8612	6,3182	6,46
	P12	5,8906	6,9326	6,46
	P13	5,9671	6,5871	6,46
P14	5,8442	6,3352	6,46	
P15	5,8062	6,2292	6,46	
P16	5,8484	6,0084	6,46	
P17	5,6459	6,0869	6,46	
P18	5,8110	6,2100	6,46	
Média		5,829857	6,179117	
Desvio Padrão		0,159104	0,721029	

Quadro I – Ondulação geoidal

São evidências dos resultados que a média da ondulação em relação as leituras

do perfilamento são mais próximas do modelo geoidal deduzido pelo IBGE, porém o desvio-padrão é aproximadamente 5 vezes maior do que a leitura em relação a base do RN. A Figura 06 ilustra o comportamento da medida da ondulação em módulo, para expressar com clareza no gráfico, considerando a precisão do receptor GNSS. Levando em conta as especificações técnicas, as altitudes variam  $\pm 23,98$  mm, logo a coluna vermelha é o valor registrado e as colunas lindeiras a variação em razão da precisão.

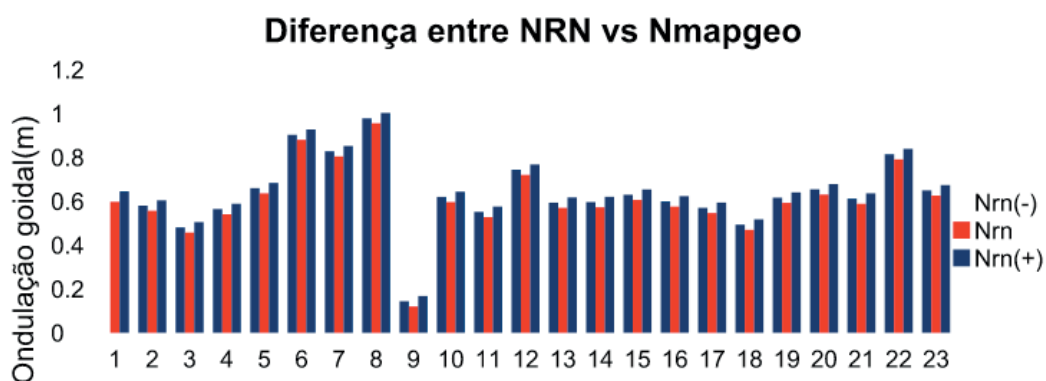


Fig.06 - Ondulação geoidal

A média da diferença obtida foi 28,09 cm com desvio padrão igual a 72,10 cm. Comentado neste mesmo item devido a assimetria do perfilamento.

Os estudos dedicados a determinação da ondulação geoidal considera dois parâmetros; o geóide gravimétrico e o geóide geométrico. O primeiro demanda área de abrangência superior a que foi alcançada na pesquisa e também registros de estações gravimétricas. A pesquisa teve por finalidade investigar a capacidade que os receptores GNSS podem alcançar para determinar a altitude ortométrica a partir do conhecimento de um modelo geoidal ou RRNN existentes. Desta forma, identificar um geóide local que possa atender uma atividade de medição de curta extensão, assemelhado a área da pesquisa. O principal objetivo deste trabalho foi atingido na medida que foi realizada a integrações do sistema GNSS e o nivelamento geométrico. Os resultados obtidos estão totalmente justificados em vista da precisão da base de dados e métodos empregados, demonstrando a eficiência do método. A comparação com os dados decorrentes do perfilamento laser tiveram exclusivamente o propósito de verificar a aderência que as altitudes alcançam quando comparado a um geóide local. A comparação indica que as assimetrias dos valores que se aproximam do modelo geoidal Mapgeo mas o desvio-padrão é mais acentuado do que o alcançado pelo receptor GNSS. Os resultados parecem convergir com a constatação sustentada por Arana, 2005. Porque os modelos do geopotencial tem a capacidade de representar, com fidelidade, os longos comprimentos de ondas do campo da gravidade conforme afirma o autor.. Em levantamentos de áreas, relativamente pequenas, que é o caso da presente pesquisa, há a necessidade da representação dos curtos comprimentos de onda. A determinação da altitude, com GNSS, desses pontos com referências de

nível conhecidas, permite a determinação da ondulação do geóide com fidelidade. Pretende-se dar continuidade a esta pesquisa, ao reunir e medir RRNN no entorno do Campus de tal forma que possa gerar um geóide local em toda a extensão.

## REFERÊNCIAS

- ALEVIZAKOU, E.G. e LAMBROU, E. **Fast and Convenient Determination of Geoid Undulation N in an Urban Area**. [http://fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2011/papers/ts07c/ts07c\\_alevizakou\\_lambrou\\_4973.pdf](http://fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2011/papers/ts07c/ts07c_alevizakou_lambrou_4973.pdf). Acesso: 17 mai. 2019.
- ARANA, J. M. **Estratégia para Determinação da Ondulação do Geóide com Uso do GPS/ Nivelamento**. In Universidade Federal do Paraná. As ciências geodésicas nas políticas de desenvolvimento (Série em ciências geodésicas), Curitiba, v.5. p. 111-123, 2005.
- BRANDALIZE, M. C. B. **A Qualidade Cartográfica dos Resultados do Laserscanner Aerotransportado**. 271p. Tese de doutorado em engenharia civil,. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- CARSALADE, F. L.; MORAIS, P. H. A. . **Conjunto Moderno da Pampulha: um conjunto paisagístico como patrimônio da humanidade**. LEITURAS PAISAGÍSTICAS (UFRJ), v. 1, p. 75-100, 2017.
- CINTRA, J. P.; NERO, M. A. ; RODRIGUES, D. **GNSS/NTRIP service and technique: accuracy tests**. BOLETIM DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, V. 17. no.2, 2011. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/bcg/article/view/21896/14274>. Acesso em: 20 Mai 2019.
- COSTA S. M. A., LIMA, M. A. A., MOURA JR, N. J., ABREU, M. A., SILVA, A. L., FORTES, L. P. S. **RBMC em tempo real, via ntrip, e seus benefícios nos Levantamentos RTK e DGPS**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 8-11 de setembro de 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/228614290\\_RBMC\\_em\\_tempo\\_real\\_via\\_NTRIP\\_e\\_seus\\_beneficios\\_nos\\_levantamentos\\_RTK\\_e\\_DGPS](https://www.researchgate.net/publication/228614290_RBMC_em_tempo_real_via_NTRIP_e_seus_beneficios_nos_levantamentos_RTK_e_DGPS)>. Acesso em: 21 mai. 2019.
- Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual do Usuário Aplicativo Online IBGE-PPP Versão: abril 2017**. [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/manual\\_ppp.pdf](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/manual_ppp.pdf) Acesso: 17 mai. 2019.
- GENRO, R. S. **Determinação de um geóide gravimétrico para o Estado do Paraná utilizando colocação por mínimos quadrados**. 147p. Dissertação (Mestrado em ciências geodésicas), UFPR, Curitiba, 2006.
- GOLDANI, D. **Modelo geoidal de alta resolução para o estado do paraná: aplicação da transformada rápida de Fourier – Stokes e do valor do potencial do geóide na definição da superfície de referência vertical**. 143p. Dissertação (Mestrado em ciências geodésicas), UFPR, Curitiba, 2006.
- GUANDALINI, M. **Análise metodológica do posicionamento relativo através do gnss e suas aplicações na engenharia-uso da técnica RTK/GSM**. Mestrado (Dissertação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esclarecimento sobre a relação entre o Datum Vertical do SGB (Imbituba e Santana) e os Níveis de Redução e “Zeros” Hidrográficos no Litoral Brasileiro. Disponível em <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rede\\_maregrafica\\_permanente\\_geodesia/relacao\\_dvs.gb\\_nr\\_zh.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rede_maregrafica_permanente_geodesia/relacao_dvs.gb_nr_zh.pdf)>. Acesso: 17 de novembro 2018.
- LOBIANCO, M. C. B. **Determinação das Alturas do Geóide no Brasil**. 167p. Dissertação

(Doutorado em engenharia de transportes), Escola Politécnica/USP São Paulo, 2005

TEMBA, P. **Ajustamento simultâneo do bloco de faixas do Laser Scanner Aerotransportado (ALS)**. 198p. Tese de doutorado em engenharia civil,. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.



## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alexandre Igor Azevedo Pereira** - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Argila aniônica 76  
Astronomia 19, 20, 21, 23, 27, 28  
Ativação ácida 88, 90

### B

Biocompósitos 225

### C

CCT 203, 209  
Cerâmica dielétrica 203  
Combustível 119  
Compósitos poliméricos 155

### D

Dissipação de calor 63

### E

Eclipses 19, 20  
Educação em tempo integral 29  
Eletrofiação 9, 132  
Embalagem 101, 106, 107  
Ensino de matemática 29  
Ergosterol 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129  
Espectrofotometria 120, 125  
Etanol 109, 114, 115, 118, 119, 184, 185, 187, 188, 191

### F

Filmes 173, 174, 193  
Filmes poliméricos 193  
Formação de professores 41

### G

Ganodermalucidum 130

### M

Método Sol-Gel 144, 203, 205, 206  
Modelagem 63

### N

Nanofibras 134, 136

### O

Oficina 14, 16, 18  
Ondulação geoidal 6, 10, 11

Origami modular 29

## **P**

Padrão 10, 51, 126

Perfilamento laser 1

Perovskita 203, 204, 205, 206, 209, 210, 211

Potenciação 51

Proporção 51, 61

## **S**

Sabonetes 101

Semicondutor 143

Simulação computacional 63

Sohxlet 120, 121

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-587-7



9 788572 475877