



AS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA NO SÉCULO XXI 2

**JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS
(ORGANIZADORES)**

Atena
Editora
Ano 2019

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos
(Organizadores)

As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI 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: Karine Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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 Federal 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	As ciências exatas e da terra no século XXI [recurso eletrônico] : volume 2 / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-680-5 DOI 10.22533/at.ed.805190710 1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos. III. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI,” que encontra-se em seu segundo volume, foi idealizada para compilar trabalhos que demonstrassem os novos desdobramentos da pesquisa científica no século XXI. Em seus 24 capítulos, procura-se apresentar a o leito de discussões alinhadas a eixos temáticos, como agricultura, engenharia, educação, estatística e tecnologias, havendo também espaço para perspectivas multidisciplinares a partir de trabalhos que permeiam diferentes segmentos da grande área. Na primeira parte da obra, que trata sobre agricultura, são apresentados estudos relacionados à fertilidade do solo, precipitação pluviométrica, necessidade hídrica de plantas, estudos fitoquímicos, recuperação, reuso e restauração de áreas degradadas, dentre outros. Na segunda parte, são abordados estudos sobre gerenciamento de resíduos da construção civil, uso do sensoriamento remoto, e comparação entre diferentes métodos de nivelamento.

Na terceira parte, estão agrupados trabalhos que envolvem vertentes econômicas, experiências educacionais, e uso da realidade virtual no processo de aprendizagem.

Na quarta e última parte, são contemplados estudos acerca de questões tecnológicas, envolvendo linguagem estatística, e aplicação de moedas digitais.

Com grande relevância, os trabalhos aqui apresentados estarão disponíveis ao grande público e colaborarão para a difusão de conhecimentos no âmbito técnico e acadêmico.

Os organizadores e a Atena Editora agradecem pelo empenho dos autores que não mediram esforços ao compartilhar, em sua melhor forma, os resultados de seus estudos por meio da presente obra. Desejamos que as informações difundidas por meio desta obra possam informar e provocar reflexões significativas, contribuindo para o fortalecimento desta grande área e de suas vertentes.

Júlio César Ribeiro
Carlos Antônio dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DISPONIBILIDADE DE ZN EM SOLOSSUPER ADUBADOS EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR	
Ingrid Luciana Rodrigues Gomes	
Maria Tairane Silva	
Idamar da Silva Lima	
Airon José da Silva	
Carlos Alexandre Borges Garcia	
Silvânio Silvério Lopes da Costa	
Marcos Cabral de Vasconcellos Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.8051907101	
CAPÍTULO 2	9
ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO IRRIGADO COM DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA TRATADA EM CASA DE VEGETAÇÃO	
Ricardo André Rodrigues Filho	
Rafael Oliveira Batista	
Ana Beatriz Alves de Araújo	
Juli Emille Pereira de Melo	
Rayane Alves de Arruda Santos	
Ana Luiza Veras de Souza	
Antônio Diego da Silva Teixeira	
Emmila Priscila Pinto do Nascimento	
Taís Mendonça da Trindade	
Wellyda Keorle Barros de Lavôr	
Igor Apolônio de Oliveira	
Elioneide Jandira de Sales	
DOI 10.22533/at.ed.8051907102	
CAPÍTULO 3	24
DETERMINAÇÃO RÁPIDA DE MN, ZN, FE E MG EM MELADO DE CANA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA COM CHAMA (F AAS)	
Suelen Andolfatto	
Camila Kulek de Andrade	
Maria Lurdes Felsner	
DOI 10.22533/at.ed.8051907103	
CAPÍTULO 4	36
COMPARAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE 12 CIDADES PARAENSES	
Whesley Thiago dos Santos Lobato	
Antonio Maricélio Borges de Souza	
Maurício Souza Martins	
Luã Souza de Oliveira	
Bruno Maia da Silva	
Maria Sidalina Messias de Pina	
Daniella Amor Cunha da Silva	
Antonio Elson Ferreira Borges	
Arthur da Silva Monteiro	
Lucas Guilherme Araujo Soares	
Caio Douglas Araújo Pereira	
Lívia Tálita da Silva Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.8051907104	

CAPÍTULO 5 48

NECESSIDADES HÍDRICAS E ÍNDICES DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO GERGELIM
(*SESAMUM INDICUM L.*) BRS ANAHÍ IRRIGADO

Isaac Alves da Silva Freitas
José Espínola Sobrinho
Anna Kézia Soares de Oliveira
Ana Beatriz Alves de Araújo
Roberto Vieira Pordeus
Poliana Marias da Costa Bandeira
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Tecla Ticiane Félix da Silva
Fernanda Jéssika Carvalho Dantas
Alcimar Galdino de Lira
Alricélia Gomes de Lima
Kadidja Meyre Bessa Simão

DOI 10.22533/at.ed.8051907105

CAPÍTULO 6 58

APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS EM EMPRESAS DO SETOR AGROFLORESTAL

Robert Armando Espejo
Rildo Vieira de Araújo
Michel Constantino
Reginaldo Brito da Costa
Paula Martin de Moraes
Vanessa Aparecida de Moraes Weber
Fabricio de Lima Weber
Fabiano Dotto

DOI 10.22533/at.ed.8051907106

CAPÍTULO 7 68

ECOPRODUÇÃO DE PAPEL A PARTIR DE RESÍDUOS TÊXTEIS: PROPOSTA E AVALIAÇÃO DA
VIABILIDADE DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

Júlia Terra Miranda Machado
Lilian Bechara Elabras Veiga
Maria Gabriela von Bochkor Podcameni

DOI 10.22533/at.ed.8051907107

CAPÍTULO 8 81

ESTUDO TEÓRICO SOBRE COMO REALIZAR UM PROCESSO DE OBTENÇÃO DE MELADO DE
ALGAROBA (*PROSOPIS JULIFLORA SW DC*)

Karina da Silva Falcão
Alan Henrique Texeira
Clóvis Gouveia da Silva
Mirela Mendes de Farias
Zildomar Aranha de Carvalho Filho

DOI 10.22533/at.ed.8051907108

CAPÍTULO 9 89

ESTUDO QUÍMICO E FARMACOLÓGICO DE *ARTOCARPUS ALTILIS* (PARKINSON) FOSBERG

Alice Joana da Costa
Mônica Regina Silva de Araújo
Beatriz Dias
Chistiane Mendes Feitosa
Renata Paiva dos Santos
Daniele Alves Ferreira
Felipe Pereira Silva de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.8051907109

CAPÍTULO 10 101

ESTUDO FITOQUÍMICO DE *HYMENAEA COURBARIL* E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE TRIPANOCIDA

Breno Memic Sequeira
Romeu Machado Rocha Neto
Lúzio Gabriel Bocalon Flauzino
Daniele da Silva Ferreira
Lizandra Guidi Magalhães
Patrícia Mendonça Pauletti
Ana Helena Januário
Márcio Luis Andrade e Silva
Wilson Roberto Cunha

DOI 10.22533/at.ed.80519071010

CAPÍTULO 11 115

ESTUDO SOBRE R&R PARA PRODUTOS DO LABORATÓRIO PILOTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

Karina da Silva Falcão
Lígia de Oliveira Franzosi Bessa
Manoel Teodoro da Silva
Renata Rayane da Silva Santana

DOI 10.22533/at.ed.80519071011

CAPÍTULO 12 123

SÍNTESE ORGÂNICA, INORGÂNICA E DE NANOMATERIAIS ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS:
UMA MINI REVISÃO

Jorddy Neves Cruz
Sebastião Gomes Silva
Fernanda Wariss Figueiredo Bezerra
Oberdan Oliveira Ferreira
Jose de Arimateia Rodrigues do Rego
Marcos Enê Chaves Oliveira
Daniel Santiago Pereira
Antonio Pedro da Silva Souza Filho
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Mozaniel Santana de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.80519071012

CAPÍTULO 13 132

PROJETO DE RECUPERAÇÃO, REUSO E RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO DE AGREGADOS PARA PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MORRO REDONDO/RS

Thiago Feijó Bom
Pedro Andrade Coelho
Matheus Acosta Flores
Angélica Cirolini
Alexandre Felipe Bruch
Marciano Carneiro

DOI 10.22533/at.ed.80519071013

CAPÍTULO 14 145

AHP – PROPOSTA PARA APLICAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RCC EM CANTEIROS DE OBRAS VERTICAIS E ALGUNS ASPETOS DIVERGENTES

Romão Manuel Leitão Carrapato Direitinho
José da Costa Marques Neto
Rodrigo Eduardo Córdoba

DOI 10.22533/at.ed.80519071014

CAPÍTULO 15 158

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO, TRIGONOMÉTRICO E POR GNSS EM UMA RODOVIA

Kézia de Castro Alves
Francisca Vieira Nunes
Guilherme Ferreira Gonçalves
Fábio Campos Macedo
Pedro Rogério Giongo

DOI 10.22533/at.ed.80519071015

CAPÍTULO 16 166

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL NO MAPEAMENTO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE MILHETO

Antônio Aldisio Carlos Júnior
Neyton de Oliveira Miranda
Jonatan Levi Ferreira de Medeiros
Suedêmio de Lima Silva
Paulo César Moura da Silva
Erllan Tavares Costa Leitão
Ana Beatriz Alves de Araújo
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Poliana Maria da Costa Bandeira
Gleydson de Freitas Silva
Isaac Alves da Silva Freitas
Tháís Cristina de Souza Lopes

DOI 10.22533/at.ed.80519071016

CAPÍTULO 17 179

A EDUCAÇÃO BRASILEIRA E SUAS VERTENTES ECONÔMICAS

Gustavo Tavares Corte
Beatriz Valentim Mendes
Steven Dutt-Ross

DOI 10.22533/at.ed.80519071017

CAPÍTULO 18	189
SABERES INFORMAIS SOBRE CIÊNCIAS COMO PONTE PARA O CONHECIMENTO FORMAL	
Deíne Bispo Miranda	
Paulo Coelho Dias	
Maria Cristina Madeira Da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.80519071018	
CAPÍTULO 19	199
CLUBE DE CIÊNCIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIAS E IMPRESSÕES DOS ALUNOS	
Teresinha Guida Miranda	
Alice Silau Amoury Neta	
Jussara da Silva Nascimento Araújo	
Danielle Rodrigues Monteiro da Costa	
Normando José Queiroz Viana	
Alessandra de Rezende Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.80519071019	
CAPÍTULO 20	212
O USO DE REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO FACILITADORA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM: UMA ABORDAGEM NEUROCIENTÍFICA COGNITIVA NOS TEMAS DE CIÊNCIAS	
Welberth Stefan Santana Cordeiro	
Zara Faria Sobrinha Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.80519071020	
CAPÍTULO 21	222
CRIPTOMOEDAS E UMA APLICAÇÃO PARA MODELOS LINEARES HIPERBÓLICOS	
Lucas José Gonçalves Freitas	
Marcelo dos Santos Ventura	
DOI 10.22533/at.ed.80519071021	
CAPÍTULO 22	226
O TEOREMA DA COMPLETUDE	
Angela Leite Moreno	
Michele Martins Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.80519071022	
CAPÍTULO 23	243
REGRESSÃO POLINOMIAL DE TERCEIRA ORDEM NA DEFORMAÇÃO DE ELÁSTICOS DE BORRACHA	
Thales Cerqueira Mendes	
Yasmim Brasileiro de Castro Monteiro	
Luana da Silva Souza	
Lívia Nildete Barauna dos Santos	
Ester Vitória Lopes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.80519071023	

CAPÍTULO 24 254

PICTOGRAMA: ELABORAÇÃO EM LINGUAGEM R

Willian Alves Lion

Beatriz de Oliveira Rodrigues

Felipe de Melo Taveira

Flávio Bittencourt

Adriana Dias

DOI 10.22533/at.ed.80519071024

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 265

ÍNDICE REMISSIVO 266

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO, TRIGONOMÉTRICO E POR GNSS EM UMA RODOVIA

Kézia de Castro Alves

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual de Goiás, São Luís de Montes Belos, Goiás.

Francisca Vieira Nunes

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura, Goiânia, Goiás.

Guilherme Ferreira Gonçalves

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura, Goiânia, Goiás.

Fábio Campos Macedo

Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, Goiás.

Pedro Rogério Giongo

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual de Goiás, São Luís de Montes Belos, Goiás.

RESUMO: Com a grande demanda de serviços topográficos para diversos tipos de empreendimentos, surgem a cada dia novas tecnologias e técnicas relacionadas à geomensura. Com isto, há um constante questionamento entre os profissionais da área, sobre as melhores formas de executar estes serviços, a fim de obter melhor precisão e

qualidade nos resultados. Dentre as subáreas da topografia, podemos citar o nivelamento topográfico, o qual possibilita determinar níveis de pontos distintos em relação a um referencial. Para obtenção destes valores, foram utilizadas técnicas como nivelamento geométrico, nivelamento trigonométrico (*Leap-Frog*) e nivelamento por GNSS, que foram detalhadas e aplicadas num trecho de aproximadamente 4 km, na GO-020, entre os municípios de Goiânia e Bela Vista de Goiás, GO. O nivelamento geométrico foi adotado como testemunha (correto) para analisar os demais métodos, com isso pode-se perceber que para cada demanda há um tipo específico de nivelamento. A precisão obtida entre os três métodos é relativamente próxima, os nivelamentos trigonométrico e geométrico necessitam de maior tempo para a execução e um custo em média 75% menor que o nivelamento por GNSS.

PALAVRAS-CHAVE: *Leap-Frog*, Nivelamento, Topografia.

COMPARISON BETWEEN THE METHODS OF GEOMETRIC TRIGONOMETRIC LEVELING, AND GNSS IN A STRETCH

ABSTRACT: With the high demand of topographical services for various types of joint ventures, arise every day new technologies and techniques related to geomensura. With this,

there is a constant questioning among professionals in the area, on the best ways to perform these services, in order to obtain better accuracy and quality in the results. Among the sub areas of topography, we can cite the topographic leveling, which makes it possible to determine levels of distinct points in relation to a benchmark. To obtain these values, were used techniques such as geometric leveling, trigonometric leveling (Leap-Frog) and leveling by GNSS, which were detailed and applied in a stretch of approximately 4 km, on the GO-020, between the municipalities of Goiânia and Bela Vista de Goiás, GO. The geometric leveling has been adopted as a witness (correct) to analyze the other methods, so you can realize that for each demand there is a specific type of leveling. The accuracy obtained among the three methods is relatively close, the trigonometric leveling and geometric require more time for the execution and a cost on average less than 75% the levelling GNSS.

KEYWORDS: *Leap-Frog*, Leveling, Topography.

1 | INTRODUÇÃO

O nivelamento é uma técnica de levantamento topográfico utilizado para a determinação do desnível de um ponto no terreno, podendo o mesmo ser denominado cota, quando a superfície de referência for um plano arbitrário, é nomeado altitude, baseando-se na distância vertical em relação ao nível médio dos mares (topografia) ou uma superfície matemática denominada elipsoide de revolução (geodesia) (DAIBERT, 2018).

A técnica de nivelamento pode ser dividida em quatro tipos específicos, ou seja, nivelamento trigonométrico, geométrico, barométrico e por GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Estas técnicas se diferenciam principalmente no método de determinação dos níveis, aquisição de dados, suas precisões e nos tipos de equipamentos utilizados no processo (GONÇALVES et al., 2012).

No nivelamento trigonométrico ou indireto, o desnível é obtido pela determinação de um ângulo zenital, sua distância inclinada e as alturas de instrumento e do refletor, sendo os pontos pertencentes a um plano vertical, este método é realizado utilizando teodolitos ou estações totais. O nivelamento barométrico é obtido a partir da relação entre a altitude e a pressão atmosférica através de um instrumento chamado barômetro, porém é pouco usual (FERREIRA et al., 2019).

Já no nivelamento geométrico ou direto, os desníveis são determinados a partir de visadas horizontais feitos com nível de luneta em miras verticais. O nivelamento por GNSS tem com referência uma figura matemática que representa o globo terrestre (elipsoide de revolução), podendo então obter coordenadas geodésicas, ou seja, latitude, longitude e altitude geométrica (h) em cada ponto (MONICO, 2008).

Outra questão que difere os tipos de nivelamento é a precisão que cada um fornece. O nivelamento geométrico apresenta precisões, que variam de acordo com o processo de obtenção dos níveis, a primeira sendo ≤ 1 mm/km (Alta precisão) e

a segunda ≤ 1 cm/km (Ordinário). Já o nivelamento trigonométrico apresenta uma precisão ≤ 1 dm/km e o nivelamento barométrico ≤ 1 m/km (FONTE e VICENTE, 2007).

Segundo a NBR 13.133 (ABNT, 1994), o nivelamento pode ser dividido também em quatro classes que se diferenciam de acordo com a função do mesmo, são elas:

- a) Classe IN - Nivelamento geométrico para implantação de referências de nível (RN) de apoio altimétrico;
- b) Classe IIN - Nivelamento geométrico para determinação de altitudes ou cotas em pontos de segurança (PS) e vértices de poligonais para levantamentos topográficos destinados a projetos básicos, executivos, como executado, e obras de engenharia;
- c) Classe IIIN - Nivelamento trigonométrico para determinação de altitudes ou cotas em poligonais de levantamento, levantamento de perfis para estudos preliminares e/ou de viabilidade em projetos;
- d) Classe IVN - Nivelamento taqueométrico destinado a levantamento de perfis para estudos expeditos.

Com diversas ramificações advindas do nivelamento topográfico, muito se questiona sobre qual a técnica deve ser mais viável financeiramente, operacionalmente, em tempo de execução e com melhor qualidade e precisão para cada finalidade. Contudo, o presente trabalho teve como objetivo discutir estas e outras questões relacionadas, a fim de auxiliar no cotidiano do profissional da área de geomensura, realizando o nivelamento em um trecho de 4km da rodovia GO-020, entre os municípios de Goiânia e Bela Vista de Goiás, GO.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Todos os pontos levantados e nivelados neste trabalho estão localizados dentro de uma área de estudo de aproximadamente 4 km, localizada no km 30 da GO-020, em trecho que liga a cidade de Goiânia à Bela Vista de Goiás. Os pontos foram alocados no eixo da ciclovia (pontos estes materializados com prego no asfalto e sinalizados com tinta para que os dados de todos os métodos fossem obtidos no mesmo local), mantendo assim, maior segurança possível para os operadores durante o desenvolvimento do trabalho de campo.

Devido às precisões definidas para o estudo, os levantamentos foram feitos em períodos em que a influência da temperatura pode-se considerar mínima, ou seja, entre os horários de 06h as 09h da manhã ou das 16h às 18h da tarde. Como foram realizados os tipos de nivelamentos trigonométrico, geométrico e por GNSS, utilizaram-se também três equipamentos de medição: estação total, nível geométrico eletrônico e receptor GNSS, respectivamente, conforme metodologia de Gonçalves et al. (2012).

2.1 Nivelamento Trigonométrico

O nivelamento trigonométrico foi realizado utilizando os parâmetros de uma metodologia de levantamento chamada *Leap-Frog*. Utilizando uma estação total da

marca GeoMax modelo Zoom 20, com a precisão linear de +/- 2 mm + 2ppm, leitura mínima de 1" e precisão de 5".

Com o equipamento instalado em local intermediário entre dois pontos, foram realizadas visadas ré e vante com distancia de aproximadamente 250 metros e utilizando o método de iteração nas leituras, sendo as mesmas, repetidas dez vezes variando entre posição direta (5 vezes) e posição inversa da luneta (5 vezes) na estação. Para auxiliar na verticalização do prisma e evitar oscilação na posição e diferença nas leituras, foi utilizado um tripé de prisma.

Todos os valores encontrados foram anotados manualmente pelo operador, sendo realizados os cálculos através de planilhas eletrônicas. Após o cálculo dos desníveis entre os pontos, foi realizado um ajustamento de dados a partir do método paramétrico, amenizando assim erros grosseiros, sistemáticos e acidentais.

2.2 Nivelamento Geométrico

O nivelamento geométrico foi realizado com um nível digital óptico Trimble modelo DiNi 0.3, com medição eletrônica; mira de código de barras padrão: 1,0 mm; medição visual: 1,5 mm, no caso específico deste trabalho a mira utilizada foi com código de barra de 4 metros de altura do fabricante Xpex, fixada sob uma sapata de ferro que foi utilizada para demarcar o exato local de posicionamento da mira, evitando que a mesma oscilasse durante as leituras de ré e vante.

A cada 500 metros foram realizados o nivelamento e contra nivelamento, para ter melhor controle em relação aos fechamentos, sendo estes inferiores a 5 mm. As visadas foram de aproximadamente 30 metros para ré e 30 metros para vante, conforme recomendado na Resolução PR n° 22 (21/07/1983) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos, à qual estabelece que as visadas de ré e vante devem ser equidistantes e inferiores a 100 metros de distância, para compensar os efeitos da curvatura terrestre e da refração (BRASIL, 1983).

A altitude do ponto inicial foi obtida através de um receptor GNSS, sendo convertida em altitude ortométrica. A partir das leituras de diferenças de níveis foi possível determinar as altitudes dos demais pontos intermediários pertencentes à poligonal (no total, sete pontos) com base nos cálculos que foram desenvolvidos anteriormente. Como o nivelamento geométrico é considerado pela NBR 13.133 (ABNT, 1994) o de maior precisão, foi levado em consideração como principal método para fazer a comparação com as demais altitudes obtidas nos outros nivelamentos realizados.

2.3 Nivelamento por GNSS

No nivelamento por receptor GNSS foi utilizado um equipamento da marca Trimble modelo R4, um sistema de 220 canais com a tecnologia de rastreamento de satélite Trimble R-Track, capacidade de rastrear sinais L1/L2 e L2C (GPS e GLONASS), rádio

interno e com precisões de 3 mm + 0.1 ppm RMS na Horizontal e 3,5 mm + 0,4 ppm RMS na Vertical.

O levantamento foi realizado a partir do método estático, no qual a base (coordenadas conhecidas) foi colocada em um local aleatório, com menor quantidade de obstruções, para evitar erros de propagação do sinal. O receptor móvel foi deslocado pelos pontos da poligonal, onde fora instalado coletando dados por um período de 20 minutos em cada ponto.

Os dados coletados pelo receptor foram descarregados com o programa Data Transfer 1.56, convertido para o modo RINEX com o Convert To RINEX_RINEV 2.11 e processados no programa Topcon Tools 7.5.1. A determinação das coordenadas do ponto base foi realizada pelo método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) disponibilizado pelo IBGE, levando então todos os pontos restantes para este mesmo referencial.

Com isso, obtêm-se as coordenadas geográficas do local, referenciados em um elipsoide, porém a altitude mais utilizada para serviços geodésicos é a altitude ortométrica, que é ligada ao nível médio dos mares. Para isso foi necessário à utilização do software MAPGEO2015 disponibilizado pelo IBGE, para conversão dessas altitudes, o qual aplica a ondulação geoidal a cada altitude de ponto, para obter a altitude ortométrica.

2.4 Ajustamento

Após a coleta de dados em campo no nivelamento trigonométrico e no geométrico, e o cálculo dos desníveis entre os pontos, foi realizado um ajustamento das observações. Este foi realizado utilizando o método paramétrico ou de observações indiretas, de Dalmolin (2002) e Gemael et al. (2016), no qual as grandezas que se procuram ligam-se, matematicamente, as medidas obtidas de forma direta.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base em análises realizadas, fundamentadas na NBR 13.133 (Classe IIN), adotou-se o método de nivelamento geométrico como o mais preciso e como base para a comparação com os outros métodos. Assim, na Tabela 1, tem-se a demonstração dos desníveis obtidos em cada nivelamento: Nivelamento Geométrico (NVG), Nivelamento GNSS (NVGNSS), Nivelamento Trigonométrico (NVT) e também a diferença entre eles em relação ao primeiro.

A partir dos conceitos abordados no trabalho, e os resultados obtidos na comparação feita entre os três tipos de nivelamento, considerados, com base nas normativas estudadas, como sendo satisfatórios.

Sub trechos	Desníveis			NVG - NVGSS	NVG - NVT
	NVG	NVGNSS	NVT		

SAT 3 - E7	-15,6874	-15,7060	-15,6784	0,0186	-0,0090
E7 - E6	1,4343	1,4420	1,4330	-0,0077	0,0013
E6 - E5	-13,1618	-13,1700	-13,1590	0,0082	-0,0028
E5 - E4	-5,5045	-5,4950	-5,5175	-0,0095	0,0131
E4 - E3	-6,7442	-6,7370	-6,7319	-0,0072	-0,0123
E3 - E2	9,0011	9,0010	9,0060	0,0001	-0,0048
E2 - E1	15,8132	15,8070	15,8068	0,0062	0,0064
E1 - SAT 2	18,3482	18,3570	18,3400	-0,0088	0,0082

Tabela 1 - Desníveis obtidos por Nivelamento Geométrico (NVG), Nivelamento GNSS (NVGNSS), Nivelamento Trigonométrico (NVT) e a diferença destes em relação ao Nivelamento Geométrico (NVG). Goiânia/GO, 2018.

Na Figura 1, é possível observar o perfil do terreno através das altitudes obtidas pelo Nivelamento Geométrico.

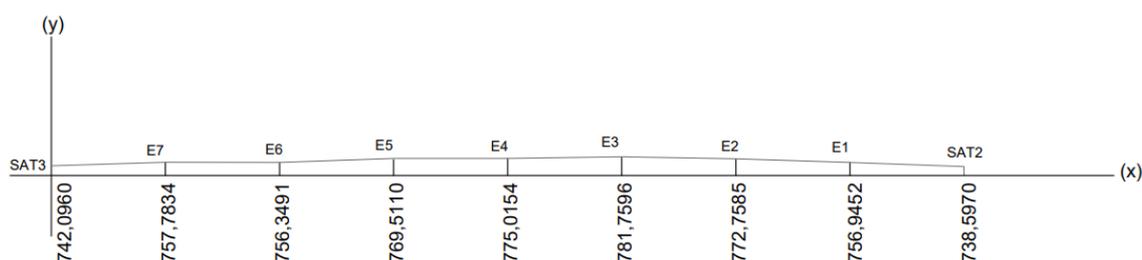


Figura 1 - Perfil do terreno a partir do Nivelamento Geométrico. Fonte: Os autores, 2018.

Observa-se na Tabela 2, que o desvio padrão de 0,0025 m e -0,0049 m para as discrepâncias altimétricas obtidas entre os nivelamentos indicam que os dados apresentam homogeneidade.

Parâmetros	NVG - NVGNSS		NVG - NVT	
Desvio Padrão	0,0025		-0,0049	
Máxima discrepância positiva (m)	0,0186		0,0131	
Máxima discrepância negativa (m)	-0,0095		-0,0123	
Nº discrepância > 1cm	1	12,50%	2	25,00%

Tabela 2 – Análise estatística entre os levantamentos Geométrico com o GNSS e Trigonométrico.

Nota-se que 12,50% das discrepâncias altimétricas entre o nivelamento geométrico com o nivelamento por GNSS tiveram valor maior que um centímetro, e nas discrepâncias altimétricas entre o nivelamento geométrico com o nivelamento trigonométrico esse valor foi de 25,00%, garantindo assim a precisão desejada.

Na técnica de nivelamento por GNSS, houve a necessidade de permanecer por aproximadamente 20 minutos em cada ponto. Num total de 9 pontos, totalizaram entre 3 e 4 horas de execução em campo, mas deve-se atentar para a diferença de referencial.

Dentre os tipos de nivelamento utilizados neste trabalho, o geométrico foi o método que demandou maior tempo de campo, devido às visadas com pouca distância entre os pontos (a cada 30 metros), e aos horários em que foram realizados os levantamentos (entre 06 e 09 da manhã e 16 e 18 da tarde) para garantir menor influência da incidência solar. Já o nivelamento trigonométrico obteve-se um tempo razoável, pois as distâncias entre os pontos eram equivalentes a 500 metros para cada estação de visadas, tornando assim mais rápido o levantamento de dados para o percurso.

Para os nivelamentos geométrico e trigonométrico, é preciso que se conheça a fundo a técnica de execução em campo e processamento dos dados para ajustamento, pois é tratado de forma manual e minuciosa, pois há maior probabilidade de ocorrer erros grosseiros (causados pelo operador), já com o GNSS, por ser o método que possui maior tecnologia embutida, tudo é operado em meio computacional e utilizando softwares para processamento.

Atualmente se for levado em consideração a tecnologia, praticidade, na busca por estar sempre facilitando o trabalho de seus profissionais, o método mais prático de ser realizado foi o nivelamento por GNSS, o qual exigiu uma equipe menor em campo e com maior agilidade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para analisar o método mais viável, deve ser observado pelo profissional o custo de aquisição dos equipamentos, tempo de execução do trabalho, aprimoramento da técnica, conhecimento da área em estudo e processamento dos dados além da precisão.

Levando em consideração uma breve pesquisa de mercado, nota-se que o valor para aquisição ou locação do equipamento utilizado na técnica por GNSS é em média 75% maior se comparado ao Nível Eletrônico (geométrico) e a Estação total (trigonométrico), porém na técnica de nivelamento por GNSS, o tempo gasto foi menor, seguido do nivelamento trigonométrico e posteriormente o nivelamento geométrico, como sendo o método mais lento.

Considerando que a precisão dos nivelamentos por GNSS e trigonométrico atende aos padrões da NBR 13.133, o método mais prático de ser execução foi o nivelamento por GNSS, o qual exigiu uma menor equipe em campo, tendo também como vantagem não necessitar a visibilidade entre os pontos, ou seja, não há necessidade de visualização entre o receptor da base e o receptor móvel.

REFERENCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. p. 35.

BRASIL, IBGE. **Especificações e normas gerais para Levantamentos Geodésicos: R. PR. N°22.** -

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1983. p. 62.

DAIBERT, J. D. **Topografia–Técnicas** e Práticas de campo. Editora Saraiva, 2018. p. 120.

DALMOLIN, Q. **Ajustamento por mínimos quadrados**. Edição Revisada. Curitiba: Imprensa da UFPR, 2002. p. 174.

FERREIRA, Z. A.; RABÊLO, J. P.; BORGES, L. E. O.; GOMES, M. G. B. C.; CASTRO, G. M. C. **Análise comparativa entre métodos de determinação de desníveis: Nivelamento geométrico e posicionamento em tempo real (RTK)**. Revista Sítio Novo, v. 3, n. 1, p. 75-82, 2019.

FONTE, C. M. P.; VICENTE, M. A. F. **Textos de Apoio de Topografia. Departamento de Matemática**. Faculdade de Ciência e Tecnologia. Universidade de Coimbra, 2007. p. 99.

GEMAEL, C.; MACHADO, A. M. L., WANDRESEN, R. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. 2. e. Editora UFPR: Curitiba, 2016. p. 430.

GONÇALVES, J. A.; MADEIRA, S.; SOUSA, J. J. **Topografia: Conceitos e Aplicações**. 3. Ed. Lisboa: Lidel, 2012. p. 357.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento Pelo GNSS, Descrição Fundamentos e Aplicações**. 2. e. São Paulo: Unesp, 2008. p. 480.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Júlio César Ribeiro - Engenheiro-Agrônomo formado pela Universidade de Taubaté - SP (UNITAU); Técnico Agrícola pela Fundação Roge - MG; Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Doutor em Agronomia - Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Pós-Doutorado no Laboratório de Estudos das Relações Solo-Planta do Departamento de Solos da UFRRJ. Possui experiência na área de Agronomia (Ciência do Solo), com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, fertilidade, química e poluição do solo, manejo e conservação do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: jcragronomo@gmail.com

Carlos Antônio dos Santos - Engenheiro-Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal-SP; Mestre em Fitotecnia pela UFRRJ. Atualmente é Doutorando em Fitotecnia na mesma instituição e desenvolve trabalhos com ênfase nos seguintes temas: Produção Vegetal, Horticultura, Manejo de Doenças de Hortaliças. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açúcares 25, 26, 28, 34, 81, 82, 83, 84, 85, 87

Agricultura de precisão 7, 167

Água residuária 10, 11, 20

AHP 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Algaroba 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Amostragem em suspensão 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33

Análise 1, 2, 3, 6, 10, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 27, 32, 33, 37, 38, 39, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 58, 60, 61, 65, 66, 67, 70, 82, 95, 96, 99, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 116, 117, 119, 127, 138, 140, 144, 157, 163, 165, 170, 171, 172, 179, 180, 183, 184, 190, 194, 196, 197, 198, 199, 206, 207, 211, 219, 221, 226, 227, 231, 242, 246

Análise envoltória de dados 58, 60, 67

Análise funcional 226, 227, 242

Artocarpus altilis 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 99, 100

Atividade antiparasitária 102

Avanços 78, 123, 202, 213

B

Bitcoin 222, 223, 224, 225

C

Canteiros de obras 145, 146, 155, 156

Celulose 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 126

Chuva 36, 37, 38, 39, 41, 42, 45, 47, 76

Ciclo educacional 179, 183

Ciclo vegetativo 7, 49, 53, 55, 56

Códigos linguísticos 189

Commodities 58, 59

Construção civil vertical 145

Curso agrotécnico 189

E

Educação 9, 68, 69, 79, 89, 158, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 197, 201, 202, 203, 209, 210, 211, 212, 213, 221, 245, 263, 265

Ensino 67, 92, 179, 180, 182, 183, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 243, 245, 252, 255, 256, 263

Ensino de ciências 189, 200, 201, 209, 211, 212, 214, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 252

Espaço não formal 199, 201, 209, 210

Espaços métricos 226, 227, 228, 231, 232, 236, 242

Evapotranspiração 16, 37, 49, 51, 52, 53, 55, 56, 169

F

F AAS 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 35

Fitoquímica 90, 99, 100

Fósforo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14

G

Geoestatística 167, 171

Gerenciamento de RCC 145, 146, 147, 148, 151, 154, 155

Gráficos 117, 119, 254, 255, 256, 263

H

Hymenaea courbaril 101, 102, 104, 105, 112, 113

I

Imagens 135, 136, 137, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 176, 177, 217, 242, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Índices de vegetação 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176

Indústria de papel 68, 70, 75

Indústria têxtil 68, 70, 75, 79

Investimento 179, 180, 183, 184, 185, 222

L

Leap-Frog 158, 159, 160

Lei de Hooke 243, 245, 246, 247, 248, 251, 252

Letramento científico 199, 203, 209, 210

M

Medição 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 160, 161

Melado de cana 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 84

Metais 3, 9, 12, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 126, 176

Meteorologia 36, 37, 39, 53

Micro-ondas 26, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129

Moda sustentável 68, 79

Modelos hiperbólicos 222, 223, 225

Moraceae 89, 90, 91, 100

N

Não-linearidade 243, 251

Nivelamento 74, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Nutrição de plantas 1

O

Oportunidade 179, 180, 182, 185, 186, 191, 256

P

Papel 2, 58, 59, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 128, 192, 206, 213, 216, 227, 231, 246, 249

Parâmetros 24, 27, 28, 30, 33, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 115, 116, 119, 137, 160, 163, 168, 174, 175, 177, 191, 222, 223, 224, 255, 263

Perímetro irrigado 1, 3, 8

Petróleo 1, 9, 10, 11, 13, 22, 23

Prosopis 81, 82, 87, 88

Q

Química verde 33, 123, 128

R

Recuperação 11, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 140, 143, 144

Regressão polinomial 243, 246, 251

Renda 49, 81, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186

Resíduos sólidos 68, 71, 76, 77, 80, 146, 147, 148, 155, 156

Restauração 132, 133, 134, 137, 138, 139, 143, 244, 245

Reuso 10, 22, 71, 72, 80, 132, 133, 137, 138, 140, 141, 142, 143

S

Saneantes 115, 117, 118, 121

Sequências de Cauchy 226

Simbiose industrial 68, 70, 71, 77, 78

Síntese 90, 104, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 220

T

Topografia 138, 139, 143, 158, 159, 165

Trading 222, 223

Trypanosoma cruzi 101, 102, 103, 111, 112

V

Validação de métodos 24, 34

Variáveis 22, 38, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 117, 175, 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 194, 204, 211, 222, 224, 254, 256

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-680-5

