

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

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

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

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-561-7
DOI 10.22533/at.ed.617200911

1. Engenharia. 2. Metodologias e Práticas. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo foi dividido em dois volumes, sendo que o volume 1 apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica, química e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Já o volume 2 traz, temas correlacionados a engenharia civil e de minas, apresentando estudos sobre os solos e obtenção de minérios brutos, bem como o estudo de construções civis e suas patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PROPOSTA DE TELHA SOLAR PLANA INCORPORADA À CONSTRUÇÃO

Maria Magdalena Farina Martinez

Ronald Moises Hug Rojas

Matheus Vinicius Brandão

Oswaldo Barbosa Loureda

Oswaldo Hideo Ando Junior

DOI 10.22533/at.ed.6172009111

CAPÍTULO 2..... 15

APLICAÇÃO DE LAJES STEEL DECK EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Stela Regina Magaldi Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.6172009112

CAPÍTULO 3..... 26

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA MARQUISE – ESTUDO DE CASO

Amanda de Moraes Alves Figueira

Carlos Fernando Gomes do Nascimento

Cynthia Jordão de Oliveira Santos

Débora Cristina Pereira Valões

Eliana Cristina Barreto Monteiro

Lucas Rodrigues Cavalcanti

Mariana Santos de Siqueira Bentzen

Paula Gabriele Vieira Pedrosa

Vanessa Kelly Freitas de Arruda

DOI 10.22533/at.ed.6172009113

CAPÍTULO 4..... 42

PROPOSIÇÃO DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA AO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS – AMAZONAS, BRASIL

Iraúna Maiconã Rodrigues de Carvalho

Jussara Socorro Cury Maciel

DOI 10.22533/at.ed.6172009114

CAPÍTULO 5..... 53

ETANOL – COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL EM MOTORES DO CICLO DIESEL – ESTUDO DE VIABILIDADE EM USINAS

Flávio Nunes do Prado

João Eduardo Rocha dos Santos

Edson Roberto da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6172009115

CAPÍTULO 6..... 61

AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE METODOLOGIAS DE DESMONTE SECUNDÁRIO PARA UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS

Sílas Leonardo Dias Vasconcelos
Suelen Silva Rocha
Júlio César de Souza
Bruno Cordeiro Cerqueira das Neves

DOI 10.22533/at.ed.6172009116

CAPÍTULO 7..... 71

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE UM PROJETO DE MINERAÇÃO DE AGREGADOS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Raíza da Silva Juvenal
Jorge Luiz Valença Mariz
Artur Ângelo Alcântara de Assis
Suelen Silva Rocha
Júlio César de Souza

DOI 10.22533/at.ed.6172009117

CAPÍTULO 8..... 88

EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DE VIDA ÚTIL DE PROJETOS MINEIROS EM FASE INCIPIENTE CONSIDERANDO A REGRA DE TAYLOR E SUA ADERÊNCIA ÀS MINAS BRASILEIRAS

Jorge Luiz Valença Mariz
Rodrigo de Lemos Peroni
Carlos Otávio Petter
Júlio César de Souza
Jorge Dariano Gavronski

DOI 10.22533/at.ed.6172009118

CAPÍTULO 9..... 103

PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO DE UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS EM JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE

Andressa Ilana Soares Galdino
Jorge Luiz Valença Mariz
Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros
Suelen Silva Rocha
Robson Ribeiro Lima

DOI 10.22533/at.ed.6172009119

CAPÍTULO 10..... 119

AVALIAÇÃO DO DESMONTE DE ROCHAS COM USO DE EXPLOSIVOS EM UMA MINA DE AGREGADOS ATRAVÉS DE ABORDAGEM SISTÊMICA

Jorge Luiz Valença Mariz
Willams Bernardo de Lima Souza
Iury Araújo da Costa Leite
Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros
Marinésio Pinheiro de Lima

DOI 10.22533/at.ed.61720091110

CAPÍTULO 11..... 133

COMPARAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS LEVANTADOS POR METODOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICOS

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti
Adriano Antonio Tronco
Bianca Ferraz
Pedro Lonnie Inácio Salvador
Roney Berti de Oliveira
Marcelo Luis Chicati

DOI 10.22533/at.ed.61720091111

CAPÍTULO 12..... 145

INFLUÊNCIA DO PORTE DA ESCAVADEIRA NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA MINERAÇÃO DE AGREGADOS

Marília Silva Cavalcante
Jorge Luiz Valença Mariz
Artur Ângelo Alcântara de Assis
Suelen Silva Rocha
Júlio César de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61720091112

CAPÍTULO 13..... 159

ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE RISCO DO TRABALHO EM UMA MINA DE AGREGADOS

Débora Gomes Figueiredo
Jorge Luiz Valença Mariz
Robson Ribeiro Lima
Suelen Silva Rocha
Romildo Paulo Silva Neto

DOI 10.22533/at.ed.61720091113

CAPÍTULO 14..... 174

VIRTUALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO: APLICAÇÕES NA GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

Adriano Macedo Silva
Carolina Martinez Vendimiati
Ricardo Egídio dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.61720091114

CAPÍTULO 15..... 196

ESTUDO DA VIABILIDADE DA ABERTURA DE UMA EMPRESA JÚNIOR NA ÁREA DE GEOTECNIA NO CEFET-MG UNIDADE VARGINHA

Emerson Ricky Pinheiro
Gustavo Ribeiro Paulino
Henrique Comba Gomes
Kezya Milena Rodrigues Pereira
Maria Rafaela da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61720091115

CAPÍTULO 16.....	211
PRÁTICA PROFISSIONAL SUPERVISIONADA: FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO	
Érica de Oliveira Araújo Nélio Ranieli Ferreira de Paula José Elias de Almeida José Vanor Felini Catânio Wagner Viana Andreatta	
DOI 10.22533/at.ed.61720091116	
CAPÍTULO 17.....	223
UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE EVENTOS EXTREMOS HIDROCLIMÁTICOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO	
Maria Emanuela Lima Souza Cardoso Hernande Pereira da Silva Layane Maria Gomes de Lima Queylla Aparecida de Barros Oliveira Maria Aline Lopes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.61720091117	
CAPÍTULO 18.....	237
SYSTEMS CONCURRENT ENGINEERING TECHNIQUES APPLIED TO MAP AND TO MONITOR BRAZILIAN SHORE CORAL REEF BY USING A SATELLITE MISSION	
Isomar Lima da Silva Geilson Loureiro José Wagner da Silva Andreia Sorice Genaro Samara de Toledo Damião	
DOI 10.22533/at.ed.61720091118	
CAPÍTULO 19.....	254
A ARTE DE ENGENHEIRAR NO PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19	
Maria Aridenise Macena Fontenelle Vinícius Navarro Varela Tinoco Leonardo Morais Silva Leandro Nogueira Valente	
DOI 10.22533/at.ed.61720091119	
SOBRE OS ORGANIZADORES	265
ÍNDICE REMISSIVO.....	266

COMPARAÇÃO DE COORDENADAS DE PONTOS LEVANTADOS POR METODOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICOS

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 27/08/2020

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Civil, Maringá,
Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6855037100673661>

Adriano Antonio Tronco

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Civil, Maringá,
Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9430645797893147>

Bianca Ferraz

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Civil, Maringá,
Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7902135279722044>

Pedro Lonnie Inácio Salvador

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Civil, Maringá,
Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-5434-5261>

Roney Berti de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Civil, Maringá,
Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3630830488358210>

Marcelo Luis Chicati

Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Engenharia Civil, Maringá,
Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6438377493173223>

RESUMO: Muitos são os equipamentos e métodos que permitem a determinação de pontos coordenados referidos a um sistema de referência geodésico que permitem o posicionamento de feições da superfície topográfica. Alguns permitem precisão na ordem de milímetros ou centímetros, enquanto outros permitem precisão na ordem alguns metros. Este artigo empregou diferentes métodos de posicionamento para determinar as coordenadas de seis pontos distintos, localizados na Universidade Estadual de Maringá. Os métodos utilizados foram: poligonal enquadrada com uso de Estação Total, métodos com equipamento GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite) geodésicos: relativo estático rápido, RTK, PPP e GNSS de navegação. Para cada um destes métodos, foram obtidas as coordenadas de latitude, longitude e altitude do ponto, e, em seguida, os resultados obtidos foram comparados. Na maioria dos pontos, os diferentes levantamentos não apresentaram grandes diferenças nas coordenadas planimétricas, não ultrapassando 8 centímetros, as coordenadas altimétricas obtiveram maiores diferenças, contudo não ultrapassaram a 25cm. Houve uma exceção em um dos pontos quando da realização do método diferencial por RTK, observou-se que não houve a fixação das ambiguidades devido à presença de vegetação arbustiva no local, que causaram interferência. No geral, foi possível concluir que, atualmente, trabalhos de posicionamento geodésico podem ser realizados por diferentes métodos, cabendo ao usuário avaliar as opções e escolher qual método será o mais adequado para atingir seu objetivo.

PALAVRAS-CHAVE: Posicionamento geodésico, GNSS, Topografia.

COMPARISON OF COORDINATES OF POINTS RAISED BY TOPOGRAPHIC AND GEODESIC METHODS

ABSTRACT: There are many equipments and methods that allow the determination of coordinated points referred to a geodetic reference system that allow the positioning of features on the topographic surface. Some allow precision in the order of millimeters or centimeters, while others allow precision in the order of a few meters. This article used different positioning methods to determine the coordinates of six different points, located at the State University of Maringá. The methods used were: framed polygonal using Total Station, methods with geodesic GNSS (Global Navigation Satellite System) equipment: relative static fast, RTK, PPP and GNSS navigation. For each of these methods, the latitude, longitude and altitude coordinates of the point were obtained, and then the results obtained were compared. In most points, the different surveys did not show great differences in the planimetric coordinates, not exceeding 8 centimeters, the altimetric coordinates obtained greater differences, however they did not exceed 25 cm. There was an exception in one of the points when performing the differential method by RTK; it was observed that there was no setting of ambiguities due to the presence of shrub vegetation in the site, which caused interference. In general, it was possible to conclude that, currently, geodetic positioning works can be carried out by different methods, allowing the users to evaluate the options and choose which method will be the most adequate to reach their objective.

KEYWORDS: Geodetic positioning, GNSS, Topography.

1 | INTRODUÇÃO

O homem sempre teve interesse em saber determinar sua localização na Terra, e, com o desenvolvimento da navegação marítima, mais do que nunca este interesse se tornou uma necessidade, para saber ir e voltar de um local a outro com segurança, bem como garantir o direito à propriedade de terras por meio do posicionamento de seus limites territoriais. Segundo Monico (2008), “posicionar um objeto nada mais é do que atribuir-lhe coordenadas”.

Muitos são os métodos e equipamentos que permitem a determinação do posicionamento de pontos no espaço geográfico, dentre eles o método de levantamento por poligonação com uso de Estação Total e os métodos de posicionamento por satélite com uso de equipamentos GNSS.

Cada método possui suas particularidades em função da funcionalidade, agilidade e principalmente a precisão que pode ser alcançada. Independente dos equipamentos e métodos, entende-se que todos embutem nos dados levantados, erros. Tais erros podem ser tratados e minimizados, mas não são eliminados. Entender quais equipamentos e métodos podem gerar dados que possuam desvio padrão posicional inferior as diferentes tolerâncias definidas pelas diferentes finalidades dos levantamentos é imprescindível para

a definição dos métodos e equipamentos passíveis de serem utilizados para os diversos fins.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo apresentar os resultados obtidos no levantamento de 6 pontos por diferentes métodos de levantamentos e diferentes equipamentos. Os levantamentos tratados neste trabalho foram: levantamento por poligonação em poligonal enquadrada com uso do equipamento Estação Total, levantamento pelo método de posicionamento relativo estático rápido, método de posicionamento diferencial por RTK e método de levantamento por ponto preciso, sendo os três executados com uso de equipamento GNSS geodésico e levantamento pelo método absoluto com uso de equipamento GNSS de navegação.

1.1 Posicionamento por topografia clássica: Uso de estação total

Às medições da superfície terrestre realizadas a partir de técnicas e métodos topográficos dá-se o nome de levantamentos topográficos (SILVA e SEGANTINE, 2015). Tais levantamentos podem ser executados pelos métodos de poligonação, triangulação, trilateração ou triangulateração, e é recomendável que se apoiem em vértices de referência com coordenadas conhecidas através de posicionamento por GNSS (INCRA, 2013).

O conceito da medição parte do conjunto para o detalhe, parte-se de pontos do Sistema Geodésico Brasileiro para gerar pontos de detalhes que representam por meio das coordenadas levantadas o objeto de medição (SILVA e SEGANTINE, 2015). Neste trabalho, foi utilizado um dos desdobramentos do método de poligonação com uso de poligonal enquadrada.

O método da poligonação “se baseia na observação de direções e distâncias entre vértices consecutivos de uma poligonal” (INCRA, 2013). Para tanto, o instrumento de medição (como o Teodolito ou a Estação Total) é instalado sobre um dos vértices da poligonal, e, a partir deste, é observada a direção e distância em relação ao vértice anterior (“ré”), e a direção e distância ao vértice seguinte (“vante”).

Uma poligonal pode ser do tipo enquadrada o levantamento tem início em dois pontos de coordenadas conhecidas e finaliza em outros dois pontos de coordenadas conhecidas (MCCOMARC, 2015 apud CARVALHO et al., 2018). Tais pontos de coordenadas conhecidas podem ser pontos referenciados a um sistema Local (Sistema Geodésico Local – SGL ou Sistema Topográfico Local – STL) ou pontos referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB.

1.2 Posicionamento por GNSS

GNSS é a sigla para *Global Navigation Satellite System*, ou, em português, Sistema Global de Navegação por Satélite. O termo é utilizado para designar sistemas de navegação com cobertura global – como o GPS (sistema norte-americano), o GLONASS (sistema russo), o Galileu (sistema europeu) e o Compass/Beidou (sistema chinês), e as infraestruturas espaciais e terrestres associadas a esses sistemas (INCRA, 2013).

O princípio básico do posicionamento por satélite é permitir ao usuário determinar sua posição expressa por latitude, longitude e altitude, através do processo de ressecção simples usando intervalos ou diferenças de intervalo (HOLFMANN-WELLENHHOF; LICHTENEGGER e WASLE, 2008).

Tal sistema possibilita ao usuário obter em qualquer lugar da superfície terrestre e a qualquer hora, seu posicionamento (coordenadas) em um determinado sistema de referência (MONICO, 2008).

Contudo, o tipo de equipamento bem como os métodos de levantamentos são determinantes nos resultados e respectivamente na exatidão dos mesmos. Dentre os métodos de posicionamento por satélite, este trabalho aborda os métodos: posicionamento relativo estático e estático rápido, posicionamento por ponto preciso e posicionamento relativo em tempo real - RTK (*Real Time Kinematic*).

1.2.1 Posicionamento relativo estático e estático rápido

Monico (2008) considera que os métodos de posicionamento podem ser classificados quanto ao referencial em “Absoluto” quando as coordenadas estão associadas diretamente ao geocentro; “Relativo” quando as coordenadas são determinadas com relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas e; “DGNSS” quando um receptor base, de coordenadas conhecidas, coleta dados simultâneos dos satélites de uma estação móvel, e são efetuadas correções para as posições da estação móvel.

O posicionamento relativo, portanto, fornecem as coordenadas de uma ou mais estações denominadas de estações móveis, corrigindo-as a partir de uma ou mais estações denominadas de Base e cujas coordenadas são conhecidas e referenciadas a um sistema de referência (no Brasil ao SIRGAS2000). O rastreo deve ocorrer de modo simultâneo entre as estações móveis e bases e os satélites rastreados devem ser os mesmos (IBGE, 2008). A determinação das coordenadas é realizada a partir do pós-processamento dos dados coletados em campo, por intermédio de programa desenvolvido para esta finalidade (SILVA e SEGANTINE, 2015)

Dependendo do tempo de rastreo e da qualidade das observações, a precisão no posicionamento relativo pode ser centimétrica ou até mesmo milimétrica (POLEZEL, 2010). Segundo o IBGE (2008) a escolha por este método, portanto, busca justamente “minimizar as fontes de erro através da diferença entre observações recebidas simultaneamente por receptores que ocupam duas estações”.

De acordo com o método utilizado, o posicionamento relativo pode ser ainda classificado em quatro grupos, são eles: estático, estático rápido, semicinemático e cinemático (IBGE, 2008)

Nesta pesquisa utilizou-se os métodos de posicionamento relativo estático e estático rápido. Para ambos os métodos, tanto o receptor da estação referência quanto o da estação com coordenadas a determinar permanecem estacionários durante todo o levantamento e em linhas de base com comprimento inferior a 20 km, em locais sem obstrução e sob condições ionosféricas favoráveis, levantamentos com tempo de 20 minutos são suficientes para se conseguir solução das ambiguidades. Quanto maior a linha de base, maior o tempo necessário de ocupação (IBGE, 2008).

O método relativo estático rápido possui procedimentos idênticos ao método de posicionamento relativo estático com a diferença de que a duração das sessões de rastreamento costumam ser inferiores a 20 minutos. (IBGE, 2008; INCRA, 2013).

1.2.2 *Real-Time Kinematic*

O *Real-Time Kinematic* (RTK) é um método de posicionamento relativo em tempo real, que vem sendo muito empregado pois permite ao usuário determinar a sua posição em tempo real. Se a solução das ambiguidades for confiável, é possível determinar o posicionamento com acurácia centimétrica, sem que seja necessário o processamento posterior dos dados (BARBOSA et al., 2010).

Seu conceito de funcionamento se baseia na transmissão instantânea de dados de correções dos sinais de satélites, do(s) receptor(es) instalado(s) no(s) vértice(s) de referência ao(s) receptor(es) que percorre(m) os vértices de interesse, o que permite o conhecimento em tempo real das coordenadas dos vértices (INCRA, 2013). Para que os dados coletados na estação de referência sejam transmitidos para a estação móvel, portanto, é necessário um link de rádio ou algum outro tipo de sistema de comunicação. O receptor ainda deve possuir software para realizar o processamento dos dados em tempo real, com solução quase instantânea do vetor de ambiguidades. O sinal do rádio envia as correções para o receptor móvel, que são baseadas no conhecimento da posição da estação de referência, da posição dos satélites e do comportamento do relógio dos satélites (MONICO, 2008).

No entanto, quando a linha de base é superior a 30 km, a solução das ambiguidades é deteriorada devido aos erros de ionosfera, troposfera e órbita dos satélites, dificultando o sucesso do posicionamento RTK (BARBOSA et al., 2010; POLEZEL, 2010). Também o alcance de transmissão das ondas de rádio é um fator de limitação a área de abrangência para a realização de levantamentos por RTK convencional (INCRA, 2013).

1.2.3 *Posicionamento por ponto preciso*

Com o posicionamento por ponto preciso (PPP), as coordenadas do vértice de interesse são determinadas de forma absoluta, e, desta forma, dispensa o uso de receptor instalado sobre um vértice de coordenadas conhecidas (INCRA, 2013). Segundo Monico

(2008), o PPP requer fundamentalmente o uso de efemérides e correções dos relógios dos satélites, ambos com alta precisão. Como consequência, esses parâmetros de correção devem ser disponibilizados aos usuários por alguma fonte independente. Assim, no PPP, quando todos os erros forem adequadamente tratados e se for usado um período longo de observações de receptores de dupla frequência, estima-se nível de acurácia de 0,020m (IBGE, 2008).

Vários serviços online disponibilizam as correções para o PPP, como a *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) da NASA, o *Natural Resources Canada* (NRCan) através do *Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning* (CSRS-PPP). No Brasil, desde 2009, o IBGE disponibiliza um serviço online de PPP que processa dados no modo estático e cinemático, permitindo a determinação de coordenadas referenciadas ao sistema geodésico brasileiro SIRGAS 2000 (IBGE, 2017).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa utilizou-se os equipamentos Estação Total da marca Leica, modelo TS02, equipamento GNSS geodésico da marca Leica, modelo ATX900 com modo RTK, os programas posição® e Topcon Tools®. Foi criado um campo de teste para o desenvolvimento do trabalho de campo com 6 pontos. Destes 6 pontos um ponto pertence a Rede de Referência do IBGE a Estação SAT91506 (denominado neste trabalho por ponto 2). Outros 3 pontos também possuem coordenadas conhecidas provenientes da rede de referência da UEM¹ (denominados ponto 1, ponto 5 e ponto 6). Os demais pontos foram distribuídos nas proximidades do Departamento de Engenharia Civil (denominados pontos 4 e 5) como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1: Localização dos pontos no campo de teste na UEM

Fonte: Imagem disponibilizada por Google Earth Pro, 2019. Adaptado pelos autores.

1. A UEM possui uma rede de referência com 30 pontos referenciados ao Sistema de Referência SIRGAS2000, executado com equipamento GNSS de dupla frequência pelo método de posicionamento relativo estático e ajustados a partir de dois pontos pertencentes a rede de referência do IBGE.

Os procedimentos foram separados em três etapas, sendo que em um primeiro momento (etapa 1) foi realizado teste visando a comparação entre o processamento pelo método de posicionamento relativo estático com ajustamento por duas bases de referência e o método de posicionamento por ponto preciso com ajustamento pelo serviço PPP disponibilizado pelo IBGE. O tempo de rastreamento foi por 1 hora e 16 minutos atendendo as estimativas de precisão para levantamentos GNSS relativo estático e atendendo as estimativas de precisão para processamentos por PPP (IBGE) para obtenção de precisão de 0,040m. O ponto utilizado para teste foi o “ponto 1”.

Para o método de posicionamento relativo estático utilizou-se como base de referência para processamento as coordenadas da Estação PRMA 96048 pertencente a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC, cuja linha de base não ultrapassa a 1Km. Tais coordenadas foram comparadas entre si e em relação ao ponto correspondente da rede de referência da UEM.

Em um segundo momento (etapa 2) foram rastreados os pontos 5 e 6 pelos métodos de posicionamento relativo estático rápido (tempo de rastreamento de aproximadamente 15 min) e método de posicionamento diferencial em tempo real (RTK) com intervalo de gravação de 1seg e tempo de gravação de aproximadamente 10 seg. Esperou-se a fixação das ambiguidades antes da gravação dos dados. Uma vez que não houve fixação, esperou-se por não mais que 10 min e gravou-se os pontos assim mesmo de modo a analisar as diferenças obtidas em casos como este, de não fixação das ambiguidades. Para ambos os métodos utilizou-se como ponto de referência o ponto 2 (coordenadas referenciadas da Estação SAT 91506 pertencente a rede de referência planialtimétrica do IBGE). As coordenadas foram então comparadas entre si e em relação as coordenadas dos pontos correspondentes da rede de referência da UEM.

Para um último teste (etapa3), foi realizado o levantamento pelo método da poligonização por poligonal enquadrada. Para tanto, utilizou-se como pontos de referência os pontos 1, 2, 5 e 6, uma vez que estes pontos fazem parte da rede de referência da UEM. Tais pontos também foram levantados pelos métodos: relativo estático rápido e RTK (segundo os procedimentos descritos na etapa 2). Assim, obteve-se as coordenadas dos pontos 3 e 4 para os três métodos e estas foram comparadas. Nesta etapa não foi realizada a comparação com pontos de referência da UEM, visto que os pontos levantados 3 e 4 não pertencem a rede de referência da Universidade.

Uma vez que este trabalho visa verificar a precisão posicional das coordenadas planimétricas e altimétricas a partir das diferenças obtidas entre os diferentes métodos e quando possível em função das coordenadas pertencentes a rede de referência da UEM sem levar em conta uma finalidade específica, não foi realizada análise da precisão posicional em função de tolerância mas sim em função das estimativas apresentadas na revisão teórica para os diferentes tipos de levantamento realizados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão aqui apresentados respeitando as três etapas de testes. As precisões posicionais obtidas nos processamentos (relativo estático, relativo estático rápido, PPP) dos pontos foram superiores a 0,010m, e para os pontos levantados por RTK e poligonal enquadrada foram superiores a 0,035m com exceção do ponto 6 quando realizado o método RTK pois não houve fixação das ambiguidades para este ponto, ficando a precisão posicional planimétrica com 0,735m e a altimétrica com 1,270m. Assim, com exceção do ponto 6, no caso citado, todas os demais pontos obtiveram precisão em concordância com a esperada para o tipo de método.

Com as coordenadas processadas, foi então realizada a comparação dos resultados obtidos. Assim para a primeira etapa foi realizada a comparação entre as coordenadas obtidas pelo método de posicionamento relativo estático (RE), método de posicionamento por ponto preciso (PPP) e coordenadas do ponto de referência da UEM (UEM) para o “ponto 1” (Tabela 1).

Pontos	UTM (zona 22S) (m)	RE (m)	PPP (m)	UEM (m)	ΔI RE- PPP (m)	ΔI RE- UEM (m)	ΔI PPP- UEM (m)
Ponto1	Lat. N	7411422,531	7411422,548	7411422,546	0,017	0,015	0,002
	Long. E	404458,155	404458,149	404458,171	0,006	0,016	0,022
	Altitude*	531,207	531,4	531,46	0,193	0,253	0,060
	CE ΔI P**				0,017	0,015	0,002

Tabela 1: Coordenadas e diferenças entre coordenadas – etapa 1

*Altitude Geométrica; **C ΔI P Vetor das Componente das diferença planimétrica

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Observou-se que neste teste, as menores diferenças entre as coordenadas ocorreram entre o levantamento por Método de posicionamento por ponto preciso e os pontos da rede de referência da UEM com valores inferiores a 0,030m (3 cm) para as coordenadas planimétricas (latitude Norte e Longitude Este) e menor que 0,070m (7cm) para a coordenada altimétrica (altitude). As demais diferenças apresentaram valores inferiores a 0,020m (2cm) para as coordenadas planimétricas, porém houve diferenças significantes para a coordenada altimétrica, valores superiores a 0,200m (20cm).

Quanto a segunda etapa, realizou-se as diferenças entre o método de posicionamento relativo estático rápido (RER), método de posicionamento diferencial em tempo real por (RTK) e referencial da UEM (UEM) para os “pontos 5 e 6” (Tabela 2).

Neste teste, pode-se observar que as diferenças planimétricas relativas ao ponto 5 foram inferiores a 0,070m (7cm), para as diferenças altimétricas superior a 0,080m (8cm) para as diferenças dos dois métodos levantados em relação ao ponto de referência da UEM, sendo o valor do levantamento diferencial em tempo real por RTK mais expressivo, com 0,132m.

Pontos	UTM (zona 22S) (m)	RER (m)	RTK (m)	UEM (m)	\Delta RER-RTK (m)	\Delta RER UEM (m)	\Delta RTK UEM (m)
Ponto5	Lat. N	7411295,962	7411296,032	7411295,971	0,070	0,009	0,061
	Long.E	404390,519	404390,4837	404390,524	0,035	0,005	0,040
	Altitude*	532,564	532,5277	532,696	0,036	0,132	0,168
	CE \Delta P**				0,078	0,010	0,073
Ponto6	Lat. N	7411349,622	7411351,450	7411349,630	1,828	0,008	1,820
	Long.E	404332,417	404330,973	404332,422	1,444	0,005	1,449
	Altitude*	527,354	527,573	527,486	0,219	0,132	0,087
	CE \Delta P**				2,330	0,009	2,326

Tabela 2: Coordenadas e diferenças de coordenadas – etapa 2

*Altitude Geométrica; **C |\Delta| P Vetor das Componente das diferença planimétrica

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A diferença entre os métodos levantados foi de 0,036m (3,6cm). Tal diferença pode ser decorrência do ajustamento conjunto dos 30 pontos, realizado na rede de referência da UEM.

Já o ponto 6 obteve diferenças planimétricas inferiores a 0,008m (8mm) e altimétrica igual a 0,132m (13,2cm) somente para o método de posicionamento relativo estático rápido em relação ao ponto de referência da UEM. As diferenças entre o método de posicionamento diferencial em tempo real por RTK em relação aos outros (RER e UEM) obteve valores para as coordenadas planimétricas superiores a 1,000m chegando a quase a 2,000m. A diferença na coordenada altimétrica foi inferior a 0,219m (2,19cm). Este ponto estava posicionado em região arbustiva (como pode ser observado na Figura 6) e, no momento do levantamento, apesar de ter se esperado por mais tempo, este não obteve a fixação das ambiguidades de modo a não obter solução fixa.

Na última etapa, foi realizada a comparação entre as coordenadas obtidas para os pontos 3 e 4 por meio dos métodos de posicionamento (RTK e RER) e pelo método da poligonização por poligonal enquadrada (PE). Os resultados encontram-se na Tabela 3.

Pontos	UTM (zona 22S) (m)	RER (m)	RTK (m)	PE (m)	ΔI RER- RTK (m)	ΔI- RER PE (m)	ΔI- RTK PE (m)
Ponto3	Lat. N	7411297,024	7411297,095	7411297,089	0,071	0,065	0,006
	Long.E	404496,203	404496,175	404496,183	0,028	0,020	0,008
	Altitude*	532,6717	532,781	532,834	0,109	0,162	0,053
	CE ΔI P**						
Ponto4	Lat. N	7411277,345	7411277,412	7411277,365	0,067	0,020	0,047
	Long.E	404438,613	404438,590	404438,614	0,023	0,001	0,024
	Altitude*	532,623	532,746	532,816	0,123	0,193	0,070
	CE ΔI P**						

Tabela 3: Coordenadas e diferenças de coordenadas – etapa 3

*Altitude Geométrica; **C ΔI P Vetor das Componente das diferença planimétrica

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Este teste demonstrou resultados compatíveis com os demais testados de modo que se pode observar diferenças para os “pontos 3 e 4” inferiores a 0,070m para valores planimétricos e inferiores a 0,200m (20 cm) para valores altimétricos. Mostrando que o método de poligonização por poligonal enquadrada se mostrou tão eficiente quanto os métodos realizados com equipamento GNSS. Contudo cabe ressaltar que os métodos de poligonização trabalham com o transporte de coordenadas e desta forma deve-se levar em consideração a propagação dos erros. Para poligonais com um numero maior de vértices, consequentemente o aumento de medições de ângulos e distâncias aumenta também a possibilidade de maior propagação de erros. No levantamento realizado por este método foram lidos 4 ângulos e apenas 3 linhas de distâncias.

Os gráficos da Figura 2 apresentam um resumo dos vetores resultantes das componentes das diferenças planimétricas e da diferença altimétrica encontrada para as três etapas desenvolvidas.

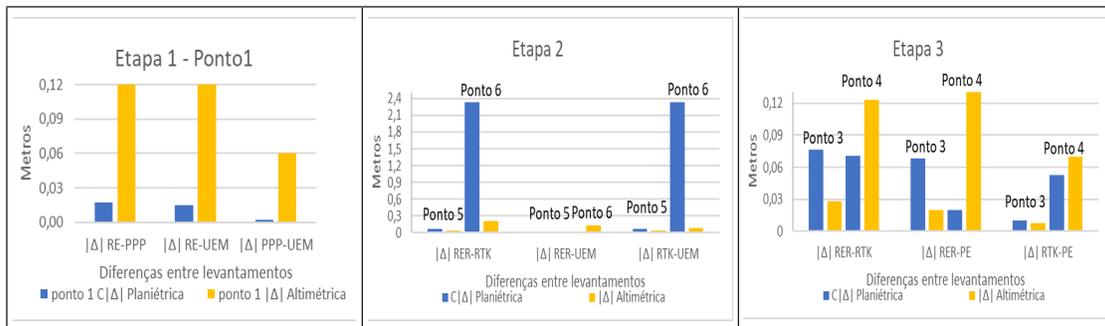


Figura 2 : Gráficos dos valores dos vetores das componentes das diferenças planimétricas (C |Δ| Planimétrica) e diferenças altimétricas (|Δ| altimétricas) entre os diferentes resultados obtidos nas três etapas de desenvolvimento da pesquisa.

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se que as diferenças encontradas para valores altimétricos foi em quase todas as comparações maior que as diferenças encontradas para os valores planimétricos. Também pelo gráfico evidencia-se os resultados diferenciados para o “ponto 6” executado por RTK, uma vez que não se obteve resolução das ambiguidades.

4 | CONCLUSÃO

Todos os métodos de levantamento mencionados foram realizados em campo, e obtiveram precisões compatíveis com as previstas para cada tipo de método de levantamento quando o processamento obteve para levantamentos com GNSS, solução fixa. Houve uma exceção quando da realização do levantamento pelo método RTK no ponto 6. Este apresentou uma diferença de superior a 2 metros (vetor das componentes das diferenças altimétricas) em relação as coordenadas usadas para a comparação. Esta grande diferença entre as coordenadas se deu devido à dificuldade de fixação das ambiguidades devido à grande presença de árvores no local, apesar do rádio manter a conexão entre base e móvel através de obstáculos físicos

De modo geral, os levantamentos apresentaram coordenadas com pouca distinção entre si, havendo um predomínio de maiores diferenças em coordenadas altimétricas. Tirando este ponto em específico, os demais mostraram diferenças planimétricas de no máximo 7,6 cm entre os diferentes levantamentos.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Eduardo de Magalhães et al. Integridade no posicionamento RTK e RTK em rede. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 16, n. 4, p.589-605, out. 2010.

CARVALHO, Renan et al. Análise da qualidade geométrica interna de uma poligonal enquadrada utilizando o modelo de ajustamento paramétrico injuncionado e o ajustamento livre. **Revista Brasileira de Cartografia**, [s.l.], v. 70, n. 2, p.629-664, 30 jun. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia.

FRANCO, Thiago Cruz Rodrigues. Análise da precisão no posicionamento com um receptor GPS de navegação. **Revista Agrogeambiental**, [s.l.], v. 1, n. 3, 1 dez. 2009. IFSULDEMINAS (Instituto Federal do Sul de Minas).

GUIMARÃES, Gabriel do N.; CAMARGO, Paulo de O. Potencialidade do GPS de navegação Garmin 12 XL utilizando um sistema de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.300-310, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H. e WASLE, E. **GNSS – Global Navigation Satellite Systems, GPS, GLONASS, Galileo and more**. Springer-Verlag Wien, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Recomendações para levantamentos relativos estáticos - GPS**. [s.l.]: IBGE, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual do Usuário Aplicativo Online IBGE-PPP**: Versão: abril 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Manual Técnico de Posicionamento**: Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Brasília: INCRA, 2013.

MATSUOKA, Marcelo. Análise da aplicação de receptor GPS de navegação no posicionamento relativo estático de linha-base curta. **Gaea - Journal Of Geoscience**, [s.l.], v. 4, n. 2, p.88-93, 31 dez. 2008. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio Dos Sinos.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**: Descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Ed. Unesp, 2001.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS**: Descrição, fundamentos e aplicações, São Paulo: UNESP, 2008, 476p

NATIONAL COORDINATION OFFICE FOR SPACE-BASED POSITIONING, NAVIGATION, AND TIMING. **Space Segment**. 2018. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/#orbits>

POLEZEL, Wesley Gildo Canducci. **Investigações sobre o impacto da modernização do GNSS no posicionamento**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2010.

SILVA, Irineu; SEGANTINE, Paulo Cesar Lima. **Topografia para engenharia: teoria e prática de Geomática**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2015.

ZHU, Ni et al. GNSS Position Integrity in Urban Environments: A Review of Literature. **Ieee Transactions On Intelligent Transportation Systems**, [s.l.], v. 19, n. 9, p.2762-2778, set. 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 119, 120, 121, 131

Agregados 12, 16, 61, 62, 69, 71, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 87, 103, 104, 105, 117, 119, 121, 145, 148, 158, 159, 161

Agropecuária 211, 212, 213, 214, 217, 218, 219, 222

Análise de Risco 117, 145, 147, 150, 154, 157, 158

Arte 212, 254, 255, 256, 263, 264

B

BIM 174, 175, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 262

C

Células Fotovoltaicas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

Construção Civil 15, 16, 24, 25, 62, 63, 69, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 87, 103, 104, 105, 117, 148, 150, 159, 161, 174, 181, 192, 254, 255, 258, 260, 262, 263

D

Desmonte 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 83, 112, 119, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 152, 168, 169, 170

Dimensionamento 5, 69, 145, 147, 148, 157, 158, 196

E

Economia 16, 18, 42, 58, 69, 72, 75, 76, 86, 131, 147, 172, 198, 212, 232, 259

Edificações 15, 16, 17, 28, 29, 40, 148, 175, 177, 178, 180, 181, 192, 194, 198

Empresa Junior 198, 199

Energia Solar 1, 2, 3, 14

Engenharia Civil 41, 133, 138, 185, 194, 197, 254, 256, 258, 263

Equipamentos 3, 29, 53, 55, 58, 59, 63, 64, 65, 69, 74, 75, 80, 81, 82, 84, 85, 119, 122, 133, 134, 135, 138, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153, 156, 157, 162, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 188, 189, 190, 199, 200, 203, 206, 207, 209

Etanol 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Eventos Extremos 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 233, 234, 235

Explosivos 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 75, 119, 123, 131, 132, 164, 168, 170

F

Fluxo de Caixa 71, 72, 73, 76, 77, 79, 84, 85, 86, 87, 90, 150

Formação Técnica 211, 213, 218

G

Geodésico 133, 134, 135, 138

Geotecnia 12, 196, 197, 199, 200

Geotecnologias 223, 225, 235

Gestão de Projetos 174, 181

GNSS 133, 134, 135, 138, 139, 142, 143, 144

Granulometria 62, 119, 121

I

Impactos Ambientais 53

Interdisciplinaridade 211, 213, 216, 217, 221, 222

L

Lajes 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 28

Lavra 62, 69, 73, 74, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 97, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 145, 146, 147, 149, 157, 158, 164, 166, 168, 170

M

Macizo Rochoso 71, 72, 73, 80, 81, 85, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 121, 130

Manutenção 4, 27, 28, 29, 30, 39, 40, 53, 55, 56, 59, 64, 67, 122, 164, 165, 167, 170, 180, 185, 190, 191, 194, 199, 206, 207

Mapa de Risco 12, 159, 161, 165, 166, 170, 171, 172

Marquises 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 39, 40, 41

Mineração 12, 61, 62, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 91, 102, 103, 104, 105, 107, 117, 118, 120, 121, 132, 145, 148, 158, 159, 160, 165, 172, 173

Mineral 61, 69, 72, 73, 74, 75, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 116, 117, 118, 158, 159, 160, 161, 171, 172, 173

Mobilidade Urbana 42, 43, 44, 45, 49, 51

O

Otimização 1, 51, 119, 120, 121

P

Pandemia 254, 256, 257, 258, 263

Pedagogia 222, 254, 255, 263

Pedreira 61, 63, 64, 65, 81, 84, 105, 106, 119, 122, 125, 127, 132, 148, 150, 152, 157, 159, 161, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172

Planejamento 86, 88, 103, 104, 105, 117, 145, 160, 173, 176, 177, 178, 182, 185, 187, 212, 220, 225, 236, 256, 265

Poluentes 27, 53, 54, 55, 57, 59, 60

Posicionamento 18, 22, 123, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 187, 189

Prática 44, 78, 144, 172, 191, 192, 197, 198, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 257, 258, 263

Processo Construtivo 15, 16, 20, 21, 24, 198

R

Recursos Hídricos 223, 224, 225, 227, 235

Rochas 61, 62, 83, 94, 103, 105, 119, 121, 122, 131, 132, 168, 169, 171, 197

Rompedor 61, 63, 66, 67, 68, 69

S

Saúde 12, 160, 161, 162, 172, 173, 174, 175, 176, 180, 181, 193, 194, 224, 233, 256

Secundário 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 93, 94, 98, 169, 170

Segurança no Trabalho 160, 175, 176

Semiárido 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Sequenciamento 103, 104, 105, 108, 109, 111, 112, 116, 117

Solo 3, 44, 63, 164, 196, 197, 200, 204, 206, 209, 235, 236

Sondagem 196, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 209, 210

Suframa 42, 44, 45, 46, 51, 52

Sustentável 2, 14, 53, 54, 71, 73, 105

T

Taylor 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 102

Telha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13

Teoria 74, 144, 211, 213, 216, 217, 222, 257

Topografia 63, 79, 110, 134, 135, 144, 148

V

Viabilidade 12, 1, 24, 53, 54, 55, 59, 60, 64, 71, 72, 73, 74, 75, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 103, 104, 117, 145, 146, 148, 158, 179, 182, 186, 190, 191, 192, 196, 198, 199, 200, 208, 223

Vida Útil 4, 29, 34, 36, 53, 54, 64, 67, 71, 74, 79, 80, 81, 88, 89, 90, 91, 111, 117, 145, 146, 150, 175, 180, 206

W

Waldorf 254, 255, 256, 263

Z

Zona Rural 200

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 