

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA ÁREA III
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

JULIANNY ALVES NOBRES

**AVALIAÇÃO DO NIVELAMENTO UTILIZANDO GNSS E
MODELO GEOIDAL EM TRECHO DE RODOVIA NO ESTADO DE
GOIÁS**

Goiânia, GO

JULHO/2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Julianny Alves Nobres

Matrícula: 20151011190159

Título do Trabalho: Avaliação do Nivelamento utilizando GNSS e modelo geoidal em trecho de rodovia no estado de Goiás.

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia,
Local

25 / 08 / 2022.
Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

JULIANNY ALVES NOBRES

**AVALIAÇÃO DO NIVELAMENTO UTILIZANDO GNSS E
MODELO GEOIDAL EM TRECHO DE RODOVIA NO ESTADO DE
GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia
Cartográfica e de Agrimensura do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Cartográfica e de Agrimensura

Orientador: Prof. Me. Leonardo Sebastião de Souza

Coorientador: Prof. Dr. João Paulo Magna Junior

Goiânia, GO

JULHO/2022

FICHA CATALOGRÁFICA

N754a Nobres, Julianny Alves.

Avaliação do nivelamento utilizando GNSS e modelo geoidal em trecho de rodovia no Estado de Goiás / Julianny Alves Nobres. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2022. 87f.

Orientação: Prof. Me. Leonardo Sebastião de Souza.

Coorientação: Prof. Dr. João Paulo Magna Junior.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Coordenação de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inclui apêndice.

1.Sistema Global de Navegação por Satélite. 2. Modelo geoidal. 3. Geodésia. I. Souza, Leonardo Sebastião de (orientação). II. Magna Junior, João Paulo (coorientação). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. IV. Título.

CDD 526.1

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lana Cristina Dias Oliveira CRB1/ 2.631
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

TERMO DE APROVAÇÃO

Julianny Alves Nobres

AVALIAÇÃO DO NIVELAMENTO UTILIZANDO GNSS E MODELO GEOIDAL EM TRECHO DE RODOVIA NO ESTADO DE GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Aprovado em, 07 de julho de 2022.



Prof. Me. Leonardo Sebastião de Souza (IFG)
(Orientador)



Prof. Dr. João Paulo Magna Junior (IFG)
(Coorientador)



Prof. Dr. Nilton Rippet Xavier de Nazareno (IFG)
(Membro da Banca Examinadora)



Prof. Dr. Valdeir Francisco de Paula (IFG)
(Membro da Banca Examinadora)

GOIÂNIA, GO

2022

DEDICATÓRIA

*A Miguel Veiga Nobres, filho amado,
que me inspira a ser melhor a cada dia.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor e pela dedicação em minha formação pessoal, acadêmica e profissional.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e incentivo nas minhas conquistas.

Ao meu orientador Me. Leonardo Sebastião de Souza pela orientação e pelo auxílio na elaboração desse trabalho, compartilhando sua experiência.

Ao coorientador Dr. João Paulo Magna Júnior pela orientação, dedicação e por compartilhar seus conhecimentos.

Aos professores da Engenharia Cartográfica e de Agrimensura pelo conhecimento adquirido ao longo da minha trajetória acadêmica contribuindo para a minha evolução profissional.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), seu corpo docente, direção e administração que contribuíram para a conclusão do curso.

RESUMO

Diante do avanço tecnológico e das constantes inovações de métodos de posicionamento geodésico relacionados ao Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), as atividades que envolvem as determinações altimétricas não ficam limitadas apenas ao nivelamento geométrico. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o nivelamento utilizando GNSS e modelo geoidal de um trecho de 25 km da Rodovia GO-180 no Município de Jataí no estado de Goiás por meio de uma análise comparativa entre o método nivelamento geométrico, estabelecido pela NBR 13.133/2021 e Instrução de Projetos Rodoviários IP-02 GOINFRA, e o método por posicionamento GNSS. A discrepância média obtida pela diferença dos desníveis, considerando o nivelamento geométrico como referência, foi de 0,027 m com um desvio padrão de 0,017 m. O erro médio quadrático, que expressa a acurácia dos desníveis obtidos pelo GNSS em relação do nivelamento geométrico foi de 0,028 m. Considerando a extensão da linha nivelada é possível considerar que se tenha cometido um erro de 0,0012 m por km nivelado. Esse erro pode ser maior ou menor em situações e regiões distintas no Brasil em decorrência fatores como densidade de estações da região e técnica GNSS utilizada.

Palavras-chave: nivelamento, modelo geoidal, rodovia, GNSS.

ABSTRACT

Due the technological advances and the constant innovations in geodetic positioning methods by the Global Navigation Satellite System (GNSS), the activities involving altimetric determinations are not limited to geometric leveling alone. The present research aims to evaluate the leveling using GNSS and geoidal model on 25 km stretch of Highway GO-180 in the Municipality of Jataí in the state of Goiás, through a comparative analysis between the geometric leveling method, established by NBR 13.133/2021 and the Instruction of Road Projects IP-02 GOINFRA, and the GNSS positioning method. The average discrepancy obtained by the difference in the levels, considering the geometric leveling as a reference, was 0.027 m with a standard deviation of 0.017 m. The mean square error, which expresses the accuracy of the differences obtained by the GNSS in relation to the geometric leveling, was 0.028 m. Considering the length of the leveled line, it is possible to consider that an error of 0.0012 m per leveled km has been made. This error may be higher or lower in different situations and regions in Brazil due to factors such as the density of stations in the region and the GNSS technique used.

Keywords: leveling, geoidal model, highway, GNSS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferença entre as altitudes normais da REALT 2018 e as altitude ortométricas-normais vigentes.....	21
Figura 2 – Modelo de Ondulação Geoidal (MAPGEO2015)	23
Figura 3 – Novo modelo geoidal do IBGE hgeoHNORR	24
Figura 4 – Relação entre altitude ortométrica, geométrica e ondulação geoidal.....	25
Figura 5 - Localização da Área de Estudo – Trecho da Rodovia GO-180 no município de Jataí.	27
Figura 6- Localização dos Marcos Geodésicos.	30
Figura 7 – Marco Geodésico Base M0 da Rodovia GO-180.....	30
Figura 8 – Marco Geodésico Base M7 da Rodovia GO-180.....	31
Figura 9 – Marcos e Referencias de Nivel Nivelamento Geométrico	31
Figura 10 – Relatório do Posicionamento por ponto preciso Marco M07	33
Figura 11 – Processamento dos dados no programa <i>Topcon Tools</i>	33
Figura 12 – Fluxograma da etapa de cálculo das discrepâncias	36
Figura 13 – Perfil altimétrico da linha de nivelamento	39
Figura 14 – Gráfico do perfil altimétrico e as discrepâncias	40
Figura 15 – Gráfico das altitudes Ortométricas dos Marcos Nivelamento e GNSS.....	40
Figura 16 – Comparação das Altitudes Ortométricas dos Marcos Nivelamento e GNSS	41
Figura 17 – Discrepâncias MAPGEO2015.....	42
Figura 18 – Mapa das Redes do Sistema Geodésico RBMC, RN e EG	43
Figura 19 – Mapa das Redes do Sistema Geodésico RBMC, RN e EG situação de visita	44
Figura 20 – Mapa das Redes do Sistema Geodésico RBMC, RN e EG última visita ano 2016.....	45
Figura 21 – Relatório das Conexões Geodésicas no entorno da Rodovia GO-180.....	46
Figura 22 – Relatório das Conexões Geodésicas no entorno da Rodovia GO-180	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelo de Cálculo de Nivelamento e Contranivelamento	35
Tabela 2 – Processamento do Marco Geodésico de referência M7 Base	37
Tabela 3 – Coordenadas e precisão dos marcos geodésicos.....	37
Tabela 4 – Resultados no nivelamento geométrico	38
Tabela 5 – Diferença de nível geométrico e GNSS	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Nivelamento de linhas ou circuitos e seções	19
Quadro 2 – Classificação de níveis.....	19
Quadro 3– Ocupação dos Marcos.....	32
Quadro 4 – Situação das Referências de Nível.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDG	Banco de Dados Geodésico
GNSS	Global Navigation Satellite System – Sistema Global de Navegação por Satélite.
GPS	Global Position System – Sistema de Posicionamento Global (USA)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGS	International GNSS Service – Serviço Internacional GNSS
NBR	Norma Brasileira da ABNT
NMM	Nível Médio dos Mares
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
RAAP	Rede Altimétrica de Alta Precisão
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
RN	Referência de Nível
RRNN	Referências de Nível
SGB	Sistema Geográfico Brasileiro
SGRV	Sistema Geodésico de Referência Vertical
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 TEMA.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3. REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1 Nivelamento geométrico.....	18
3.2 A rede altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro	20
3.3 O modelo geoidal do sistema geodésico brasileiro MAPGEO.....	22
3.4 Obtenção de altitudes físicas a partir do GNSS.....	24
4. METODOLOGIA.....	27
4.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	27
4.2 Materiais	28
4.3 Procedimentos metodológicos	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5.1 Processamento dos dados GNSS e aplicação das ondulações geoidais MAPGEO2015....	37
5.2 Nivelamento geométrico.....	38
5.3 Comparação entre os desníveis obtidos por nivelamento geométrico e por GNSS	39
5.4 Aspectos associados à qualidade do modelo geoidal	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
7. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

Diante do avanço tecnológico e das constantes inovações de métodos de posicionamento geodésico e da rede geodésica no Estado de Goiás, as atividades que envolvem as determinações altimétricas não ficam limitadas apenas ao nivelamento geométrico. A Geodésia aborda métodos e tecnologias para mensurar altimetrias precisas bem como definir o modelo matemático e a superfície de referência mais adequada para a obtenção de resultados precisos e consistentes de nivelamento geodésico (IBGE, 2021).

Nesse sentido, à disseminação e ascensão de novas tecnologias relacionadas ao Sistema de Navegação Global por Satélite (*Global Navigation Satellite System* - GNSS), na determinação da posição geográfica e vertical se deve ao amplo conjunto de referências de alta precisão para o posicionamento vertical das estações, denominadas Referências de Nível (RRNN) disponibilizadas pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) buscando garantir a integridade, a consistência e a confiabilidade das informações do Banco de Dados Geodésicos (BDG) tem recalculado periodicamente as altitudes das RRNN em razão da incorporação de novas linhas de nivelamento mas também em função do desenvolvimento de novas técnicas de medição, processamento de dados e do modelo geoidal adotado.

Os modelos geoidais são obtidos por meio de dados gravimétricos mensurados por levantamentos de campo e validados por uma rede altimétrica de alta precisão. O estado de Goiás possui uma rede gravimétrica validada, contribuindo para a eficácia no planejamento e execução de obras de infraestrutura com alta acurácia altimétrica. Os levantamentos geodésicos oferecem precisões tridimensionais milimétricas, no entanto, as altitudes obtidas por receptores GNSS são referenciadas ao elipsoide, superfície geométrica, e, portanto, não consideram o campo de gravidade terrestre e necessitam que sejam realizadas correções por meio de modelos geoidais. O método consiste na conversão da altitude geométrica, adquirida no rastreamento GNSS, em altitude ortométrica ou normal obtida pela ondulação geoidal ou quase geoidal dos pontos rastreados (MONICO, 2008).

Para Santos *et al.* (2013), a utilização de receptores GNSS apresenta consistência para a determinação de dados altimétricos. Quando comparado ao nivelamento altimétrico convencional, ponderam-se os benefícios como eficiência, rapidez e baixo custo. Para Vitti *et al.* (2017), o método de nivelamento GNSS proporciona maior rapidez e confiabilidade na determinação da posição geográfica e da altitude elipsoidal, sendo possível a obtenção do

desnível geométrico de um alinhamento com referência ao geoide local. Segundo Moreira (2003), os nivelamentos são necessários em muitas atividades de engenharia, como o nivelamento de perfil, para obras rodoviárias e traçado de Rodovias. Apesar da ampla utilização e precisão obtida, o nivelamento geométrico tradicional possui limitações como alto custo e tempo de execução, por ser necessária a utilização de vários operadores e requerer cuidados técnicos para evitar a ocorrência e a propagação de erros sistêmicos (CASTRO, 2002).

As rodovias têm a finalidade de dar suporte ao desenvolvimento econômico e social da população. Os avanços científicos e tecnológicos dos métodos de posicionamento geodésicos e o adensamento de dados gravimétricos e altimétricos do modelo geoidal têm resultado na produção de conhecimento e aplicações de mapeamentos precisos de obras de engenharia, como no caso das rodovias.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como pretensão avaliar dados de altitude e desníveis obtidos por posicionamento por GNSS e ondulação geoidal em comparação ao método de nivelamento geométrico em um trecho de rodovia no estado de Goiás.

1.1 TEMA

Avaliar o nivelamento utilizando GNSS e modelo geoidal de um trecho da Rodovia GO-180 no Município de Jataí no estado de Goiás através de uma análise comparativa entre o método nivelamento geométrico estabelecido pela NBR 13.133/2021 e Instrução de Projetos Rodoviários IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos e o método por posicionamento GNSS.

1.2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de grandes obras e projetos de infraestrutura no qual o posicionamento vertical é essencial como definir o traçado de uma rodovia aliado aos avanços tecnológicos dos métodos de posicionamento geodésicos para determinações altimétricas são fatores de grande relevância aos profissionais envolvidos nas atividades de engenharia. A crescente adesão de soluções geodésicas pelos métodos de posicionamento GNSS em comparação ao nivelamento geométrico se deve a agilidade na realização do trabalho resultando em vantagem na relação custo/benefício para o profissional e seu cliente. Nesse

sentido, a adoção do método de nivelamento por posicionamento GNSS associado a um modelo geoidal, que tem como objetivo diminuir a incerteza da conversão de altitudes aprimorando a conversão das altitudes geométricas obtidas pelo método de posicionamento GNSS em altitudes ortométricas consequentemente melhorando a qualidade dos resultados, possibilitando, dessa forma, refinar os dados altimétricos e obter qualidade dos resultados com baixo custo e em menor tempo de execução do nivelamento para um trecho de rodovia atendendo as recomendações da NBR 13.133/2021 e a Instrução de Projetos Rodoviários IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade das determinações altimétricas obtidas pelo método de posicionamento GNSS para projetos de rodovias, utilizando como referência as altitudes obtidas por nivelamento geométrico.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar como se comporta as diferenças de nível obtidas no nivelamento geométrico e por posicionamento GNSS em um trecho da rodovia utilizando a análise de discrepância dos dados;
- Determinar as altitudes ortométricas dos marcos para ambos os métodos de levantamento altimétrico realizados ao longo da rodovia; e,
- Avaliar se o modelo geoidal proporciona ondulações geoidais com qualidade suficiente para serem utilizadas na conversão das altitudes geométricas em ortométricas para fins de projetos rodoviários.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Nivelamento geométrico

Em virtude da alta precisão, o nivelamento geométrico é um dos métodos mais tradicionais e mais utilizados para determinação de desníveis. É o método mais preciso conceituado na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) pela Norma Brasileira (NBR) 13.133/2021 como uma operação que realiza medidas de pontos no terreno com o intuito de determinar o desnível entre os pontos de interesse por meio do equipamento denominado de nível com leituras de visadas horizontais de ré e vante em miras na vertical resultando nos cálculos para a determinação das cotas ou altitudes dos pontos visados. As cotas são a distância vertical de um ponto até um plano de referência qualquer e as altitudes a distância de um ponto a superfície de referência altimétrica ao nível médio dos mares. Em resumo o nivelamento geométrico é um conjunto de métodos e operações utilizado para a determinação de altitudes em pontos por meio da obtenção de desníveis em relação a um ponto inicial com altitude conhecida (MOREIRA, 2003; CASTRO, 2002).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 13.133 de 2021, bem como a Instrução de Projetos Rodoviários IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos fornecem diretrizes, definições, tolerâncias e erros admissíveis para serviços de nivelamento geométrico em projetos executivos de engenharia de estradas.

A NBR 13.133/2021 trata das definições e dos procedimentos para execução de levantamento topográfico como o do nivelamento, do levantamento dos pontos de segurança e das seções. Segundo a NBR 13.133 (ABNT, 2021), 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.

A respeito da metodologia, do desenvolvimento e das tolerâncias de fechamento para o nivelamento a NBR 13.133/94 estabelece no Quadro 1:

Quadro 1 – Nivelamento de linhas ou circuitos e seções

Classe Método	Instrumento	Visada máxima recomendada m	Tolerância de fechamento K expresso em km	Finalidade
IN Geométrico	Nível classe 1	80	6 mm $\sqrt{k}$	Transporte de altitude ou cota
	Nível classe 2		8 mm $\sqrt{k}$	Rede urbana
	Nível classe 3		12 mm $\sqrt{k}$	Poligonal principal

Fonte – ABNT 2021.

O nivelamento geométrico é tradicionalmente utilizado em projetos que exigem exatidão e precisão como implantação de rede altimétrica e execução de obras de estradas. É um método que pode ser subdividido em nivelamento simples e nivelamento composto. No nivelamento simples é utilizado quando necessita-se conhecer a cota ou altitude de um ponto de interesse a partir de um ponto com cota ou altitude conhecida e no nivelamento composto é executando quando a intenção é transportar a cota ou altitude de um ponto para diversos pontos, tendo pontos intermediários ao longo do percurso. As linhas de nivelamento geométrico são classificadas com base no erro obtido nas altitudes após o ajustamento entre o nivelamento e o contranivelamento, secção a secção. A norma estabelece ainda o desvio padrão de 1mm/km de duplo nivelamento conforme Quadro 2:

Quadro 2 – Classificação de níveis

Classe	Desvio-padrão
1	≤ 1 mm/km
2	≤ 2 mm/km
3	≤ 6 mm/km
4	> 6 mm/km

Fonte – ABNT 2021.

A instrução de projetos rodoviários IP-02 GOINFRA estabelece a metodologia e os procedimentos necessários para elaboração de estudos topográfico dos projetos de Engenharia Rodoviária. Os levantamentos da rede de nivelamento geométrico, estabelecido pela norma, deve atender o limite de classe IN de 12 mm/km. A poligonal classificada de alta precisão de 1ª ordem deve resultar em 2,5mm/km percorrido, sendo amarrada ao ponto final e inicial a RBMC.

Para IP-02 GOINFRA, os levantamentos altimétricos podem ser determinados por processos topográficos ou geodésicos desde que os equipamentos utilizados atendam a precisão necessária a sua aplicação. Para o transporte de altitudes ortométricas deve ser realizado a partir da rede de nivelamento geométrico do IBGE. As amarrações materializadas através de marcos no início e no final do trecho e a cada 5 km atentando para locais seguros, nos quais há menor risco de destruição e depredação.

As legislações vigentes consideram o nivelamento geométrico como o método mais preciso, porém se trata do método mais oneroso, isso porque demanda maior tempo de execução e maior esforço de trabalho do profissional.

3.2 A rede altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro

O Sistema Geodésico de Referência Vertical (SGRV) tem como base a adoção do Nível Médio dos Mares (NMM) como datum vertical, representando uma aproximação mais adequada do geoide (IBGE, 2019). No Brasil, a referência vertical é estabelecida pelo Marégrafo de Imbituba (SC) e pelo Marégrafo do Porto de Santana (AP). As referências do posicionamento vertical são materializadas pelas estações da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) denominadas de Referências de Nível (RRNN).

A atualização da RAAP são realizadas a medida que novas linhas de nivelamento são acrescentadas e novas técnicas de processamento são desenvolvidas, e a partir desses novos dados, as altitudes das RRNN são recalculadas pelo método de ajustamento de mínimos quadrados, garantindo consistência e confiabilidade dos dados fornecido pelo Banco de Dados Geodésicos (IBGE, 2019).

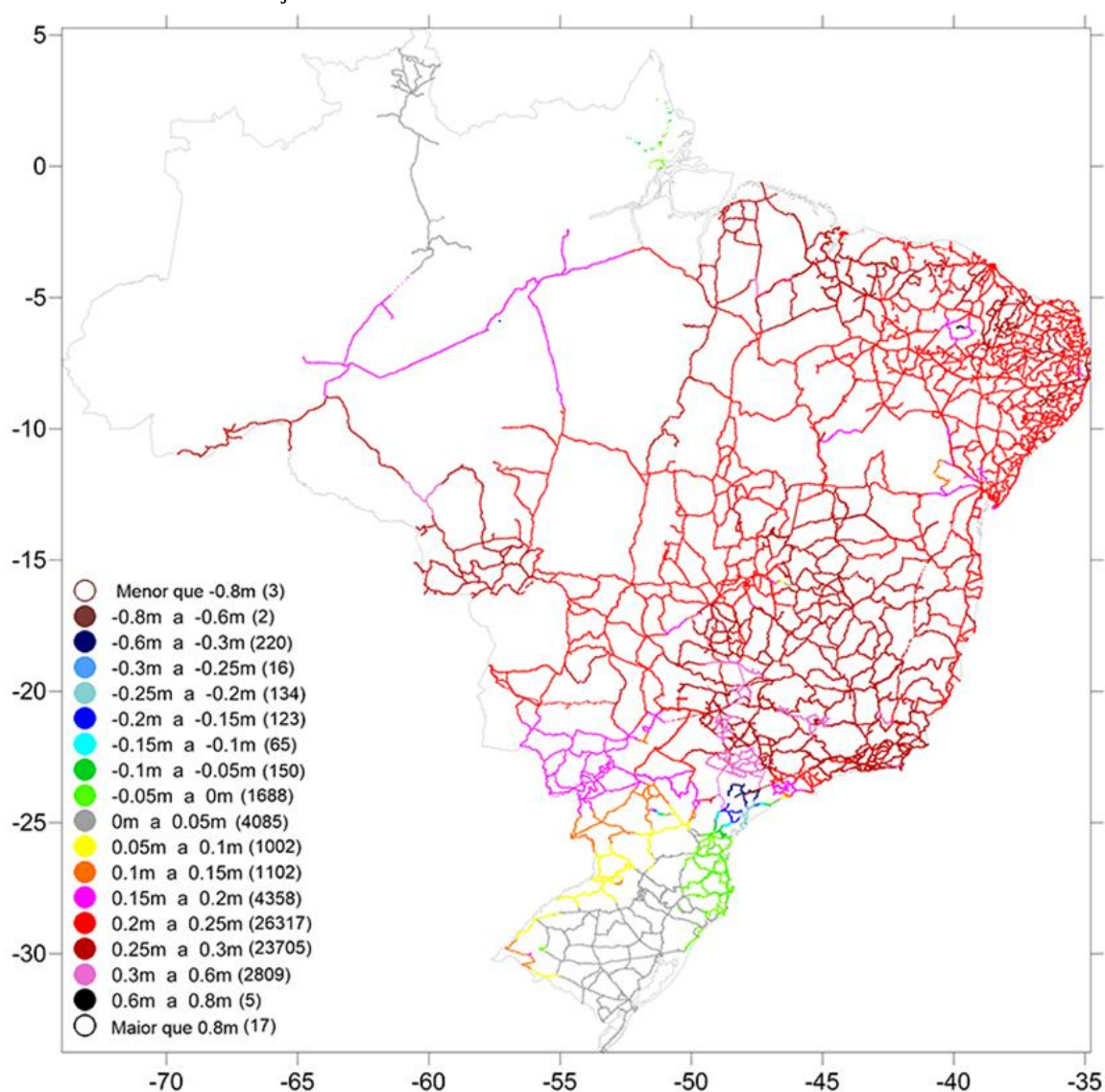
A necessidade de modernizar a componente vertical do SGB bem como o aprimoramento da cobertura gravimétrica do território brasileiro fez com que o IBGE no ano de 2015 realizasse um novo reajustamento da rede altimétrica. Atendendo uma resolução da Associação Internacional de Geodésia (IAG) sobre o sistema Internacional de Referência para altitude (HRS/IHRF), segundo o IBGE os usuários passaram a ter a sua disposição altitudes consistentes com os modelos geodésicos globais.

Os sistemas altimétricos, geométrico e físico, são definidos a partir da superfície de referência, na qual as altitudes geométricas não consideram a distribuição de massa da Terra e o seu campo de gravidade isso porque o seu referencial, o elipsoide, tem origem no centro de massa da terra, e, as altitudes físicas usam o geoide como referencial que está vinculado ao

campo gravitacional. A impossibilidade da determinação da gravidade média real entre o ponto na superfície e o geóide fez com que o IBGE adotasse a altitude normal em substituição a ortométrica.

O IBGE fez o ajustamento da rede altimétrica denominada de REALT 2018, no qual foram realizadas através da interpolação de 106 mil pontos de gravimetria do BDG e outros da Base Nacional de Dados Gravimétricos (BNDG). Todas as especificações técnicas e descrições da metodologia desse ajustamento podem ser encontradas na publicação "Reajustamento da rede altimétrica com números geopotenciais" no site do IBGE (<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>). Na Figura 1 é apresentada as diferenças entre as altitudes normais dessa rede reajustada e as ortométricas normais do BDG.

Figura 1 - Diferença entre as altitudes normais da REALT 2018 e as altitude ortométricas-normais vigentes no BDG até 30 de julho de 2018.



Fonte: IBGE, 2019

Segundo o IBGE, 76% das RRNN apresentam uma diferença entre a altitude normal e a altitude ortométrica variando entre 20 cm a 30 cm. No banco de dados do IBGE a partir de julho de 2018 as altitudes ortométricas foram trocadas pelas altitudes normais.

A Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro tem relação direta com a crescente demanda dos levantamentos GNSS. Esse método de posicionamento geodésico, no entanto, obtém a altitude geométrica referidas ao elipsóide e o que precisamos nos serviços topográficos de nivelamento ou de obras de engenharia, por exemplo, e da altitude ortométrica. Outro aspecto importante é que existem locais onde os referenciais altimétricos não estão disponíveis, ou por não existirem na área de interesse ou por terem sido destruídos.

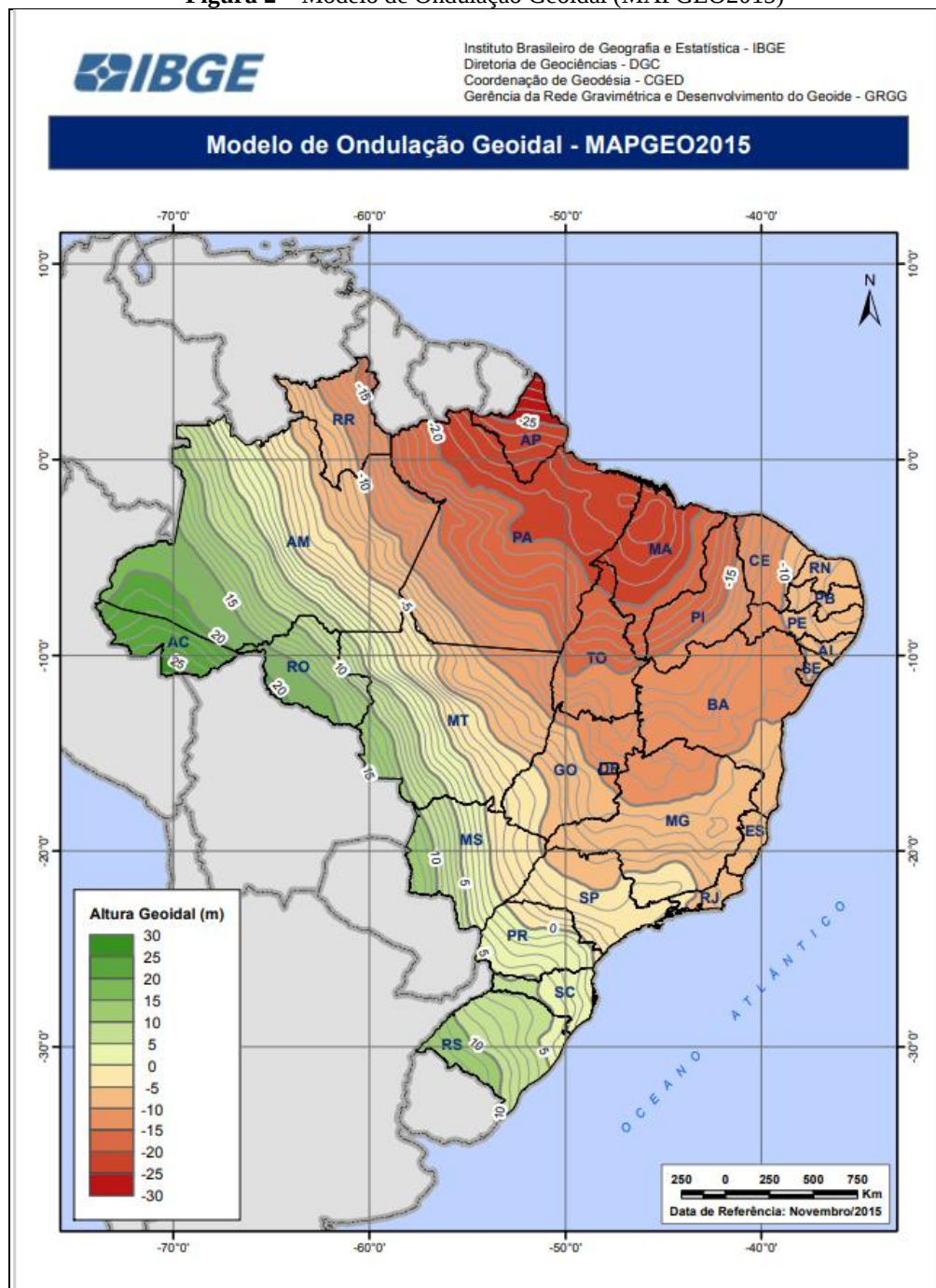
As informações geográficas da área de interesse são disponibilizadas pelo SGB através do provedor oficial do Brasil o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). É possível por meio do banco de dados verificar a existência de marcos de referência na região, porém, em muitos casos, esses marcos não são encontrados no local. Para atender a demanda dos usuários o IBGE desenvolveu modelos denominado MAPGEO que fornecem a ondulação geoidal (separação do geóide com o elipsóide) a partir das coordenadas geográficas de uma estação.

3.3 O modelo geoidal do sistema geodésico brasileiro MAPGEO

O modelo de ondulação geoidal oficial do Brasil é o MAPGEO2015, desenvolvido numa parceria entre o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio de sua Coordenação de Geodésia e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. De acordo com IBGE (2015), o objetivo do MAPGEO2015 é fornecer aos usuários a ondulação geoidal, seja em um ponto ou em um conjunto de pontos topográficos. Conforme descrito pelo IBGE (2015) o MAPGEO2015 foi estabelecido contendo uma grade de pontos com valores de ondulação geoidal espaçados de 5', compreendido pelas latitudes 6°N e 35°S e pelas longitudes 75°W e 30°W referenciadas ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000).

Através de um estudo criterioso da Rede Altimétrica Brasileira, a altura geoidal do MAPGEO2015 foi avaliado pela diferença de altitudes ortométricas obtidas do nivelamento geométrico de 592 referências de nível (RRNN) em conexão com os pontos, nos quais as altitudes elipsoidais foram adquiridas pelo posicionamento GNSS apresentando uma precisão de $\pm 17\text{cm}$. (Figura 2)

Figura 2 – Modelo de Ondulação Geoidal (MAPGEO2015)



Fonte: adaptado do IBGE, 2015

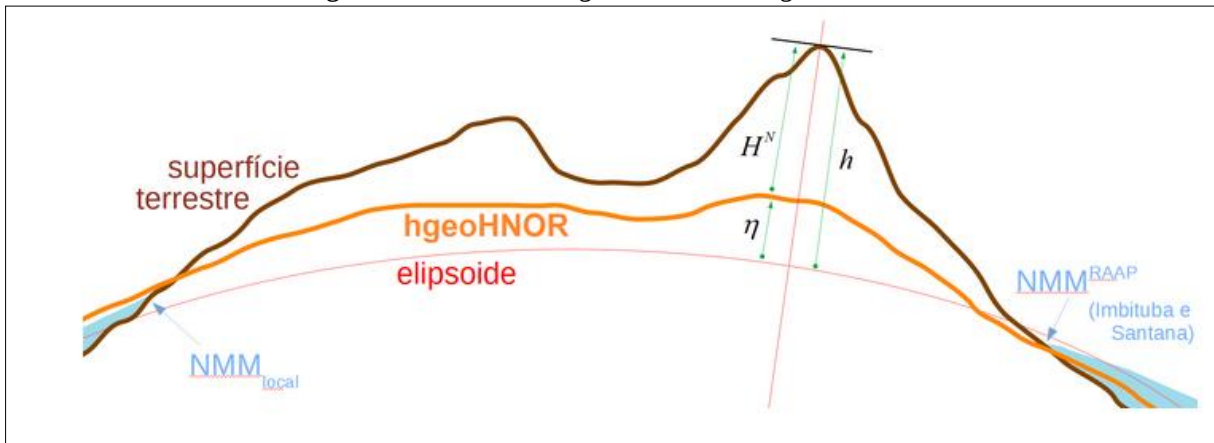
Diante da demanda dos serviços geodésicos e da necessidade de conversão dessas altitudes geométricas em altitudes normais, o IBGE fez o lançamento do modelo hgeoHNOR2020 visando a melhoria e a consistência dos dados das conversões altimétricas resultantes do Reajustamento da Rede Altimétrica com Números Geopotenciais - REALT 2018. A conversão das altitudes geométricas em altitudes ortométricas era realizada por meio dos modelos de ondulação geoidal, que representam a separação entre as respectivas

superfícies de referência (elipsóide e geóide), denominada ondulação geoidal. (FORTES; BLITZKOW, 1988; BLITZKOW; FORTES; GODOY, 1990).

O modelo hgeoHNOR2020 fornece a separação entre o elipsóide de referência das altitudes geométricas em SIRGAS2000 e as superfícies de referência da realização REALT-2018 da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), isto é, os *datum* verticais de Imbituba e Santana. Dessa forma, o fator para conversão extraído do modelo (η) permite a obtenção de altitudes normais modeladas (H_{mod}^N), compatíveis com o REALT-2018, a partir de altitudes geométricas (h) resultantes de medições GNSS:

$$H_{mod}^N = h - \eta \quad (1)$$

Figura 3 – Novo modelo geoidal do IBGE hgeoHNORR



Fonte: adaptado do IBGE, 2020

3.4 Obtenção de altitudes físicas a partir do GNSS

No método de posicionamento GNSS a altitude obtida é a geométrica ou elipsoidal diferente da obtida pelo nivelamento geométrico que fornece a altitude ortométrica, isso se deve a superfície que usam como referência. A altitude ortométrica é a distância contada na direção da vertical desde a superfície física. (GEMAEL, 2002; ARANA, 2009), e a altitude geométrica é a distância contada na direção da normal de um ponto na superfície até o elipsóide de revolução adotado pelo sistema referencial. (HEISKANEN e MORITZ, 1967).

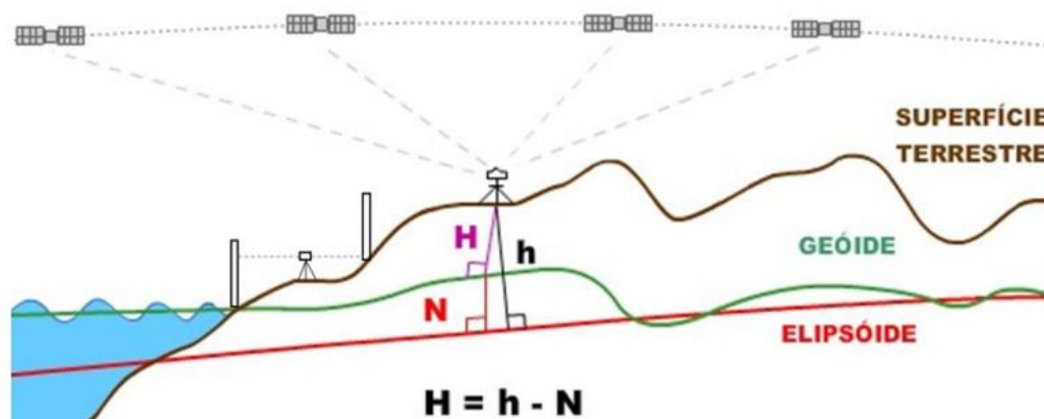
No nivelamento geométrico obtém-se a altitude ortométrica através dos desníveis entre os pontos mensurados e no posicionamento GNSS temos a altitude geométrica que não representa adequadamente a altitude vinculada a superfície física e por consequência necessita

da conversão das altitudes geométricas em altitudes físicas através de cálculos baseado no modelo geoidal MAPGEO2015 realizada pelo IBGE.

A obtenção de altitudes ortométricas por modelos geoidais é de enorme vantagem aos profissionais de engenharia devido a sua alta produtividade, isso porque a altitude geométrica pode ser obtida facilmente por GNSS com mais agilidade e baixo custo. No entanto, a qualidade da altitude mensurada depende de um conjunto de dados consistentes para descrever o comportamento do geóide na região do levantamento. A utilização de um modelo geoidal tem que ser adequado a área de interesse do nivelamento segundo Ferreira et al. (2008), para resultar em precisão do método GNSS para nivelamento.

O uso das tecnologia GNSS juntamente com a determinação da ondulação geoidal obtida pelo modelo geoidal MAPGEO2015 para a obtenção da altitude ortométrica tem sido utilizado por muitos profissionais de engenharia, no qual através de receptores GNSS que determinam a altitude geométrica (h) relativa, e dispondo dessa altitude e da ondulação geoidal (N), por meio de um modelo geoidal, obtém-se a altitude ortométrica (H) resultando na relação $H = h - N$ (CASTRO, 2002; MONICO 2008), conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Relação entre altitude ortométrica, geométrica e ondulação geoidal.



Fonte: adaptado do IBGE, 2015

As altitudes obtidas pelo nivelamento geodésico dependem das extensas linhas mensuradas, fazendo com que um determinado ponto na superfície física não corresponda à altitude nivelada associada (BLITZKOW, 2004). Portanto, o somatório dos desníveis medidos (Δh) em extensas linhas de nivelamento, não será necessariamente igual à diferença de altitudes (ΔH) entre os extremos da linha, pois não consideram as influências do campo de gravidade terrestre e das irregularidades topográficas (SEVERO, 2013).

A NBR 13.133/2021 recomenda que para a determinação de coordenadas utilizando receptores (GNSS) atenda a acurácia conforme a finalidade do levantamento. Isso porque, o número de receptores empregados, dos sinais e do intervalo entre o rastreo bem como o movimento do receptor em relação aos pontos de interesse são fatores que estabelecem diferentes métodos de posicionamento com diferentes precisões. O método de posicionamento utilizado e sua finalidade deve considerar: a precisão dos receptores especificada pela fabricante, a refração atmosférica, obstrução de sinais, número de satélites disponíveis e sua geometria, o multicaminhamento entre outras. Quanto ao movimento do receptor para a determinação das coordenadas pode ser de forma absoluta, na qual se realiza com uma antena, e relativa mais de uma antena. Em relação aos sinais do processamento pode ser determinado por código ou pela fase de onda portadora. O rastreo, por sua vez, pode ser determinado em tempo real ou pós-processado.

Tem-se que nas instruções da NBR 13.133/2021 as altitudes ou cotas podem ser determinadas tanto por técnicas de nivelamento duplo (nivelamento e contra nivelamento) quanto por técnica de nivelamento GNSS relativo. Para o apoio topográfico altimétrico, as referências de nível devem estar associadas as referências de nível do levantamento geodésico de alta precisão. Quando não houver um modelo geoidal disponível deve-se executar o nivelamento vinculado RRNN oficiais (SGB). (ABNT, 2021). Portanto, no posicionamento por satélite, é possível determinar o desnível entre dois pontos, utilizando do método de posicionamento GNSS. Segundo Monico (2008) o GNSS fornece altitudes e diferenças de nível de natureza geométrica (h), ligadas a modelagem matemática da Terra segundo um elipsoide de referência, conhecendo a altitude geométrica é possível aplicar a Equação $H \cong h - (N)$, e solucionar está diferença, porém demanda o conhecimento da ondulação geoidal (N), obtida de um modelo geoidal com o MAPGEO2015, pode-se utilizar para estabelecer esta relação, conforme a Equação 2.

$$H = h - N \quad (2)$$

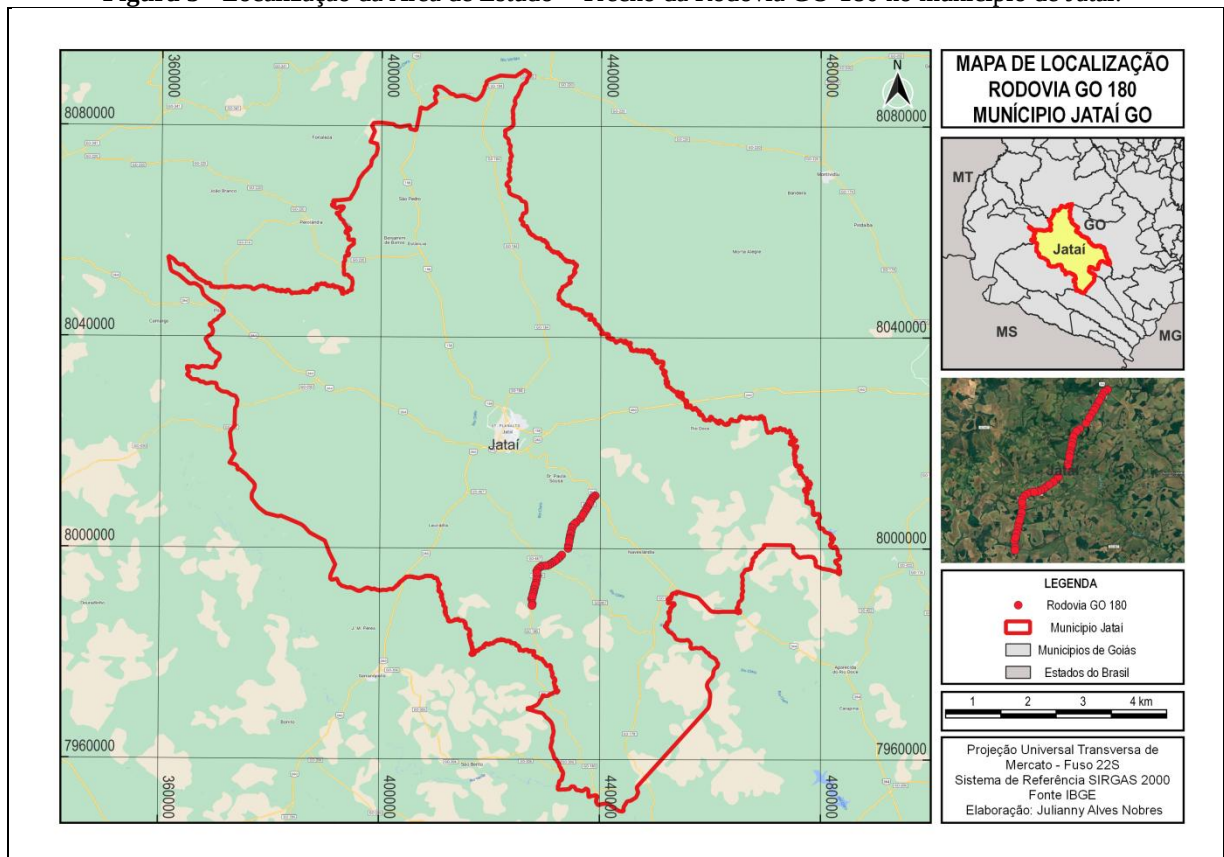
4. METODOLOGIA

A seguir é apresentada a metodologia utilizada para a execução do presente trabalho. Inicialmente é apresentada a localização da área de estudo, seguida pelos materiais e os procedimentos metodológicos utilizados.

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O traçado escolhido para a realização do presente trabalho foi um trecho da Rodovia GO 180 localizada a 18km do município de Jataí na região sudeste do Estado de Goiás. O traçado segue a direção de norte para sudoeste, iniciando no quilômetro 0 no entroncamento da Rodovia GO-364 seguindo pelo traçado existente numa extensão de 25,63 km apresentada na Figura 5.

Figura 5 - Localização da Área de Estudo – Trecho da Rodovia GO-180 no município de Jataí.



Fonte: A Autora (2022).

4.2 Materiais

Para a execução do Levantamento GNSS e Geométrico realizado pela empresa Latitude Engenharia e Tecnologia Ltda foram utilizados os equipamentos e materiais de acordo com os procedimentos a seguir.

Para o posicionamento GNSS:

- Um par de receptores GNSS, modelo BRX5, marca CARLSON, modelo T300, marca COMNAV dupla frequência e rastreo de múltiplas constelações, com precisão nominal para posicionamento Estático e Estático Rápido de 3mm + 0,5 ppm na horizontal e 5,0 mm + 0,5 ppm na vertical;
- Dois tripés de bastão;
- Dois bastões; e,
- Marco de concreto.

Nivelamento e contranivelamento geométrico:

- Um nível eletrônico digital, modelo DL-202, marca GEODETIC, número de série 2870, com precisão nominal de 2,0 mm/km de duplo nivelamento;
- Um tripé de estação;
- Uma mira com código de barras; e,
- Duas sapatas.

Para os Cálculos (*Softwares*):

- Os dados do rastreo GNSS (GPS/GLONASS) foram descarregados nos softwares nativos dos equipamentos e, posteriormente, convertidos para formato *RINEX*. O processamento das bases foi feito no *software Topcontools*;
- Dados dos Marcos rastreados, que foram utilizadas para cálculo dos marcos de primeira ordem (alta precisão), serão coletados no site do IBGE. Para as efemérides dos satélites rastreados utilizar-se-á o site da NASA;
- Os cálculos do nivelamento e contra-nivelamento foram realizados no *software Microsoft Excel*.

4.3 Procedimentos metodológicos

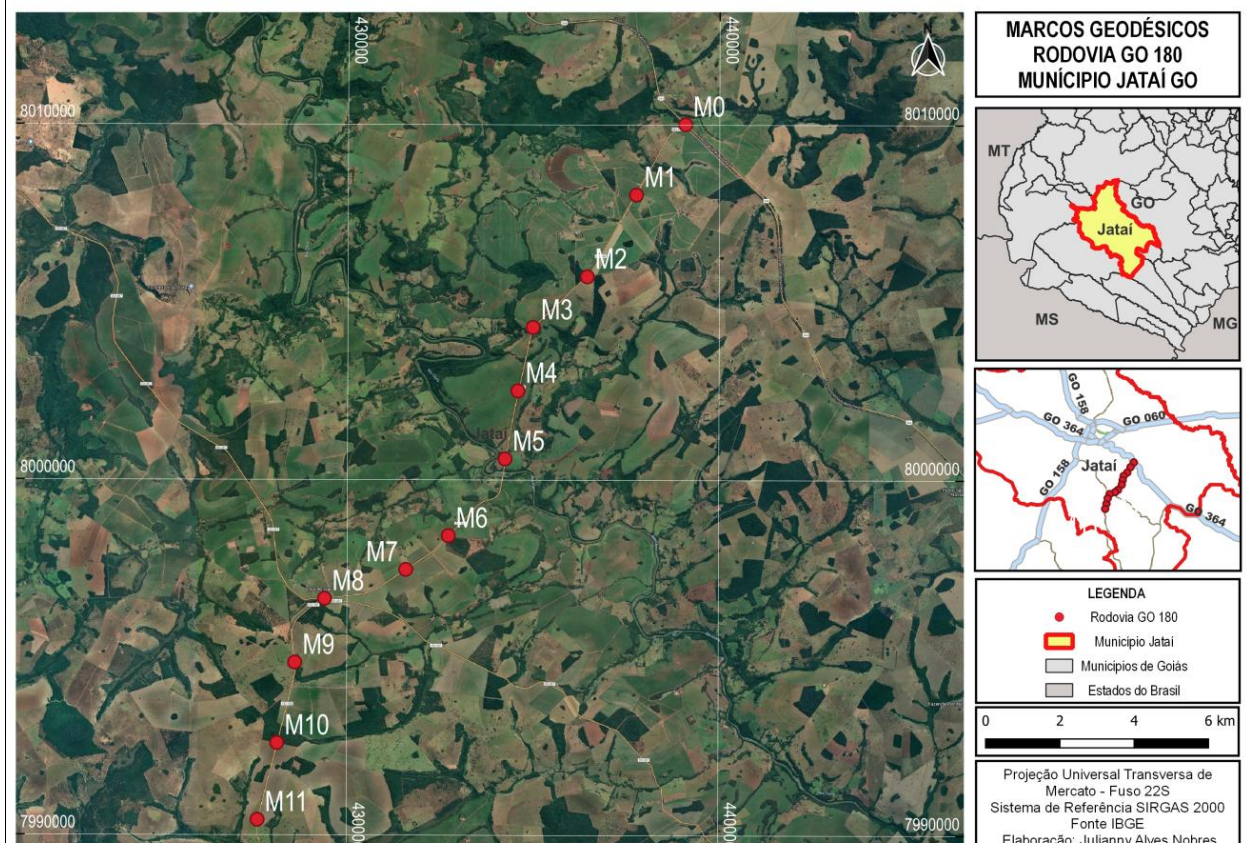
Os procedimentos metodológicos realizados para a execução do presente estudo foram subdivididos em 4 etapas:

- 1) Planejamento e implantação dos marcos;
- 2) Levantamento GNSS e nivelamento geométrico;
- 3) Cálculo das altitudes ortométricas e das discrepâncias; e
- 4) Análise dos dados e discussão dos resultados.

4.3.1 Planejamento e implantação dos marcos

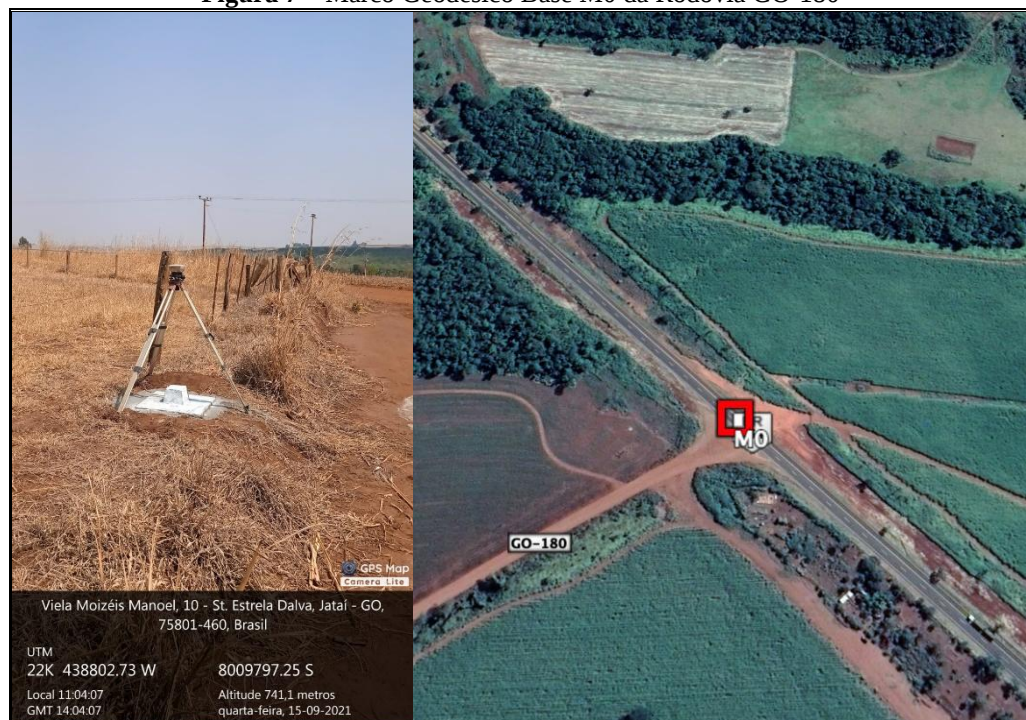
Considerando a inexistência de marcos geodésicos e referências de nível oficial do IBGE nas proximidades do traçado da Rodovia GO 180, foram implantados 2 marcos de primeira ordem, um no início do trecho denominado M0 e outro no quilômetro quinze denominado M7, os quais foram utilizados como marcos de referência (Base). Os marcos foram planejados de forma que fossem implantados com distâncias variando entre 2 km e 2,5 km, iniciando no marco **M0**, na intersecção com a Rodovia GO-364 e seguindo ao longo do traçado da Rodovia GO-180 até o marco M11. Para implantação dos marcos adotou-se a normativa da GOINFRA para marcos de primeira ordem (IBGE), na qual o marco é caracterizado por um tronco de pirâmide, de 1 metro de comprimento em concreto, apoiado em uma sapata quadrada na base medindo 1,0 m de largura, com 0,20 m de espessura, tendo em seu topo um chapa de metal, com um ponto de centragem. Dessa forma, ocorreu a materialização de marcos de concreto com um reforço nos marcos M0 e M7 em decorrência de se tratarem de marcos de referência (base). Foram colocadas sapatas de concreto na base desses marcos para garantir maior segurança e estabilidade.

Na Figura 6 é apresentada a distribuição dos marcos geodésicos implantados ao longo do trecho da Rodovia GO-180.

Figura 6- Localização dos Marcos Geodésicos.

Fonte: A Autora (2022).

Nas Figuras 7 e 8 são apresentados os detalhes dos marcos M0 e M7, respectivamente.

Figura 7 – Marco Geodésico Base M0 da Rodovia GO-180

Fonte: A Autora (2022).

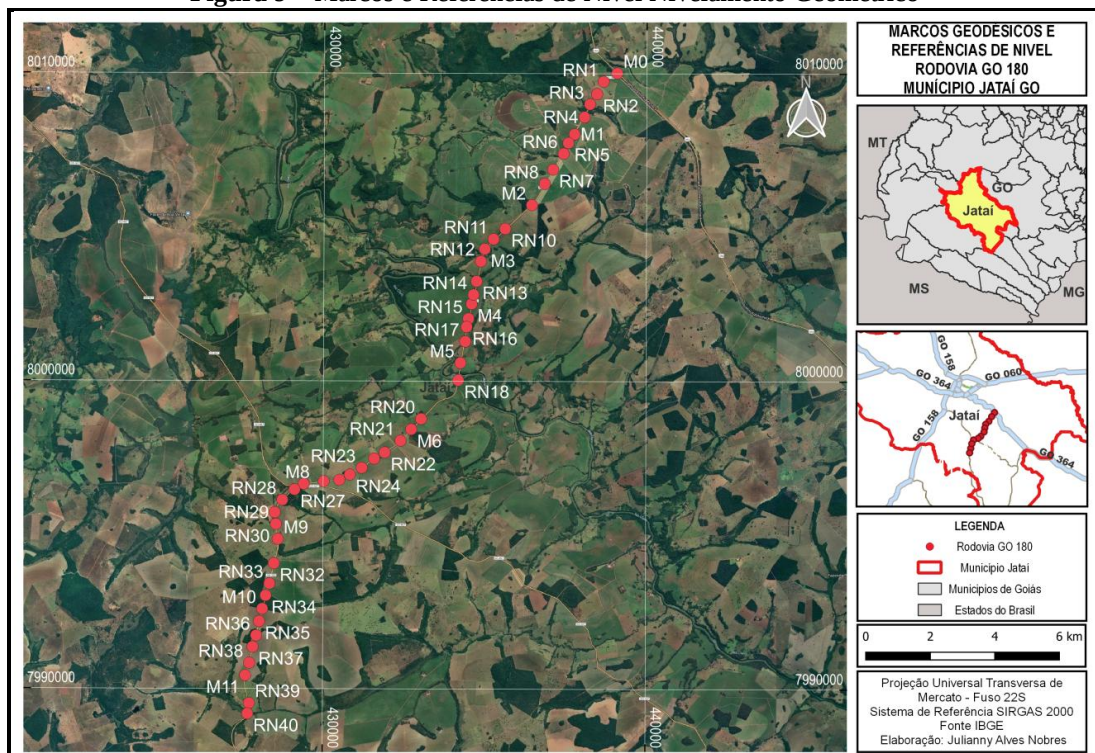
Figura 8 – Marco Geodésico Base M7 da Rodovia GO-180



Fonte: A Autora (2022).

As referências de nível para o nivelamento geométrico também foram materializadas por marcos de concreto e foram implantadas entre os marcos geodésicos obedecendo um distanciamento de cerca de 500 m. Considerando a linha total de nivelamento de 25 km foram implantadas 40 referências de nível na Rodovia GO180, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Marcos e Referências de Nível Nivelamento Geométrico



Fonte: A Autora (2022).

4.3.2 Levantamento GNSS e nivelamento geométrico

Os rastreios dos marcos foram realizados em 2 (dois) dias. O primeiro rastreio realizado em 03/04/2021 e o segundo rastreio no dia 04/04/2021. O marco de referência M7, usado como base principal foi rastreado por um período de 6:21:05 horas de ocupação no primeiro dia de rastreio e de 11:29:25 horas no segundo dia de rastreio e os marcos intermediários foram determinados a partir do posicionamento relativo GNSS em relação ao marco de referência M7, com um tempo de ocupação de aproximadamente de 30 minutos conforme Quadro 3 a seguir:

Quadro 3– Ocupação dos Marcos

Marcos	Método	Duração	Solução	Órbita
M0 BASE	Estático	01:00:25	Fixa	Precisa
M01	Estático	00:33:25	Fixa	Precisa
M02	Estático	00:58:45	Fixa	Precisa
M03	Estático	00:30:35	Fixa	Precisa
M04	Estático	00:33:55	Fixa	Precisa
M05	Estático	01:22:20	Fixa	Precisa
M06	Estático	00:29:10	Fixa	Precisa
M7 BASE	Estático	11:29:25	Fixa	Precisa
M08	Estático	00:29:10	Fixa	Precisa
M09	Estático	00:29:20	Fixa	Precisa
M10	Estático	00:29:20	Fixa	Precisa
M11	Estático	00:29:45	Fixa	Precisa

Fonte: A Autora (2022).

A ocupação dos marcos foi realizada por um receptor GNSS de dupla frequência. As informações relativas às precisões, tempo de ocupação, tipo de equipamento e localização, encontra-se no ANEXO-B MONOGRAFIA DOS MARCOS GEODÉSICOS.

Para a determinação das coordenadas do marco de referência M7 foi realizado o pós processamento dos dados GNSS pelo IBGE-PPP, serviço online para o pós processamento de posicionamento por ponto preciso e seu resultado ilustrado na Figura 10.

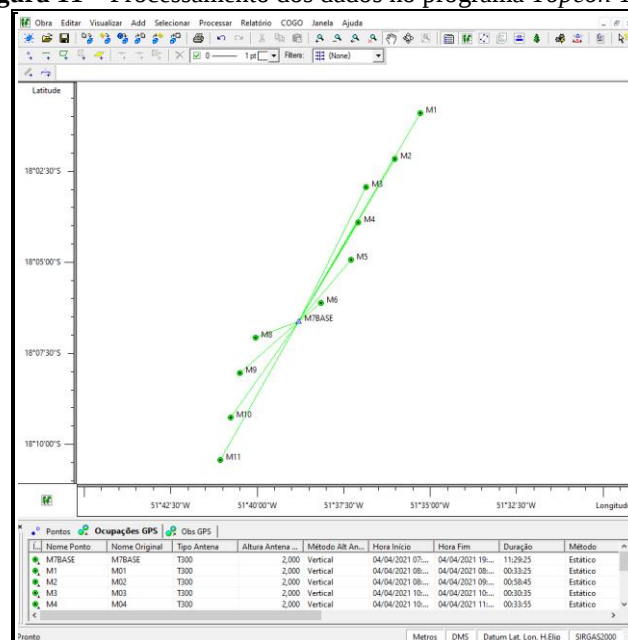
Figura 10 – Relatório do Posicionamento por ponto preciso Marco M07

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M7	Referência	IBGE	Data rastreio
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°06'37,43131"S	Longitude	51°38'48,09790"W	Altitude elipsoidal (h)
				719,820
Sigma latitude(m)	0,001	Sigma longitude (m)	0,002	Sigma altitude (m)
				0,007
Ondulação geoidal (mapgeo 2015IBGE)	-5,20	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,20	Altitude ortométrica (h)
				724,970
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	7.997.480,399	Este (m)	431.580,840	Altitude adotada (h)
				724,970
DESCRIÇÃO				
Marco de concreto cravado no bordo direito da estrada.				

Fonte: A Autora (2022).

Por meio do programa *Topcon Tools*, foi inserido os dados da base e realizado o processamento com a correção de todos os efeitos sistemáticos envolvidos. Os dados da base M7 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) foi utilizada como referência para o pós-processamento e o ajustamento da latitude, longitude e altitude geométrica dos demais marcos.

Após processamento dos dados da base M7, no programa *Topcon Tools*, pode-se calcular os demais marcos com os dados da base de referência M7 como é mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Processamento dos dados no programa Topcon Tools

Fonte: A Autora (2022).

Após os rastreios GNSS, foi realizado o nivelamento e o contranivelamento geométrico passando pelos marcos geodésicos implantados na etapa inicial do trabalho. Para o nivelamento, foi utilizado como referência inicial o marco de primeira ordem M0, localizado no início do trecho, no trevo com a Rodovia GO 364.

Inicialmente foi feito a implantação da rede de RNs, implantados a cada 500 metros ao longo da rodovia com marcos de concreto de 60 centímetros em tronco de pirâmide, com chapa no topo para controle da altimetria. Cada trecho de 500 metros entre os RNs foi nivelado e contranivelado, com nível digital de alta precisão e mira com código de barras.

Os RNs foram cravados entre os marcos de apoio da planimetria, assegurando que os nivelamentos e contra nivelamento fosse executado também pelos marcos de base da planimetria. Dessa forma criou-se uma rede de altitudes entres os RNs e os Marcos de base partindo do marco M0 até o marco M11, com seções entre os marcos. Em cada segmento estabelecidos com lances de 500 m passando pelas RNs foi feito o controle do nivelamento e contra nivelamento de cada seção. A altitude de partida do marco M0 para o nivelamento geométrico foi calculada a partir da altitude geométrica, obtida no levantamento GNSS e pela ondulação geoidal obtida pelo MAPGEO2015, aplicando a Equação 3:

$$H = h - N \quad (3)$$

onde:

H = Altitude ortométrica;

h = Altitude geométrica;

N = Ondulação geoidal dos marcos fornecida pelo MAPGEO2015.

Os cálculos dos desníveis foram obtidos ao final de cada RN e a somatória dos desníveis forneceu o desnível total do trecho da rodovia como apresentado na Tabela 1. Após estes cálculos foi possível obter as altitudes ortométricas referentes aos marcos. Para verificar os procedimentos de campo, foi realizado a comparação dos desníveis obtidos entre o nivelamento e o contra nivelamento, calculando o erro cometido através da Equação 4.

$$Ec = (Cota\ Final - Cota\ Inicial)_{NIV} - (Cota\ Final - Cota\ Inicial)_{CON} \quad (4)$$

onde:

E_c = Erro cometido entre o nivelamento e contra nivelamento.

Tabela 1 – Modelo de Cálculo de Nivelamento e Contranivelamento

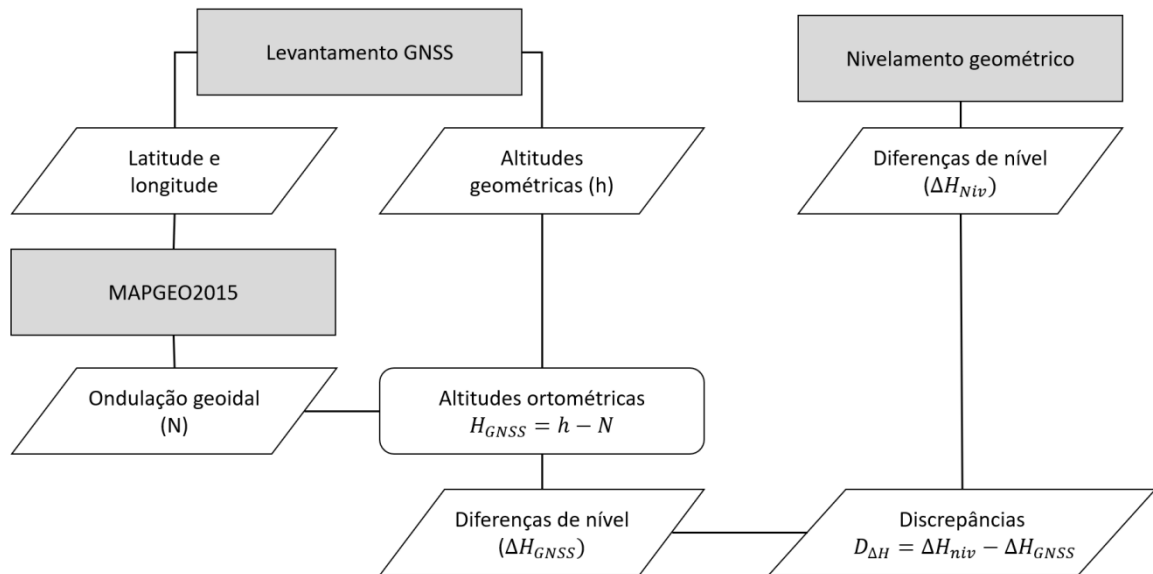
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN30	2,1315		739,6898	2,1315		34,63
FP21041		1,8796				68,35
FP21042					1,8486	68,44
FP21043	0,7586					86,48
FP21044				0,7271		86,49
FP21045		2,2244				68,16
FP21046					2,2215	68,35
FP21047	0,7985					82,11
FP21048				0,7934		81,96
FP21049		2,3463				70,23
FP21050					2,4475	70,25
FP21051	0,6107					81,67
FP21052				0,7124		81,65
M9		1,7665	735,7723		1,7665	6,751
SOMAS	4,2993	8,2168		4,3644	8,2841	
Desnível NIV/Contra	-3,9175			-3,9197		
Erro (m)	0,0022					

Fonte: A Autora (2022).

A partir do erro cometido foi possível verificar se as seções de nivelamento atendiam a tolerância proposta pela Instrução de Projetos Rodoviários IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos utilizando a tolerância de fechamento de 12mm/km.

4.3.3 Cálculo das altitudes ortométricas e das discrepâncias

Com o intuito de avaliar comparativamente o nivelamento utilizando GNSS com o nivelamento geométrico, foi necessário realizar a transformação das altitudes geométricas determinadas por GNSS em altitudes ortométricas. As etapas necessárias para essa transformação e para o cálculo das discrepâncias são apresentadas no fluxograma da Figura 12.

Figura 12 – Fluxograma da etapa de cálculo das discrepâncias

Fonte: A Autora (2022).

No levantamento GNSS foram obtidas latitude, longitude e altitude geométrica de cada marco. A partir das coordenadas geodésicas foram determinadas as ondulações geoidais pelo MAPGEO2015 e calculadas as altitudes ortométricas em cada marco. Utilizando as altitudes ortométricas foi possível calcular as diferenças de nível entre os marcos e comparar com as diferenças de nível obtidas no nivelamento geométrico. A partir dessa comparação foram calculadas as discrepâncias e algumas estatísticas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Processamento dos dados GNSS e aplicação das ondulações geoidais MAPGEO2015

As coordenadas do marco geodésico M7 Base, provenientes dos processamentos relativos e as altitudes ortométricas, calculadas utilizando o MAPGEO 2015 são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Processamento do Marco Geodésico de referência M7 Base

MONOGRAFIA MARCO GEODÉSICO M7 BASE - PPP (MAPGEO2015)								
Marco	Latitude	Longitude	h	Desvio Padrão (Latitude)	Desvio Padrão (Longitude)	Desvio Padrão (h)	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica (H)
M7 BASE	18°06'37,43131"S	51°38'48,09790"W	719,820	0,001	0,002	0,004	-5,20	725,020

Fonte: A Autora (2022).

O processamento por ponto preciso do Marco Geodésico de referência M7 demonstrou o desvio padrão da altitude geométrica com 0,004 m.

As coordenadas dos marcos geodésicos, provenientes dos processamentos e as altitudes ortométricas, calculadas utilizando o MAPGEO 2015 são apresentadas da

Tabela 3.

Tabela 3 – Coordenadas e precisão dos marcos geodésicos

Marco	Latitude (graus)/ Desv. Padrão (m)	Longitude (graus)/ Desv. Padrão (m)	Altitude Geom. (m)/ Desv. Padrão (m)	Ondulação geoidal (m)	Altitude Ortom. (m)
M-0	17°59'50,30196"S +/-0,005	51°34'31,55834"W +/-0,004	719,896 +/-0,006	-5,21	725,106
M-1	18°00'54,77536"S +/-0,003	51°35'16,58547"W +/-0,003	759,002 +/-0,004	-5,21	764,212
M-2	18°02'09,58520"S +/-0,002	51°36'01,67219"W +/-0,002	753,787 +/-0,003	-5,22	759,007
M-3	18°02'55,93958"S +/-0,006	51°36'51,32768"W +/-0,007	693,145 +/-0,009	-5,21	698,355
M-4	18°03'53,99417"S +/-0,002	51°37'05,31451"W +/-0,002	592,401 +/-0,003	-5,22	597,621
M-5	18°04'56,32979"S +/-0,001	51°37'17,09952"W +/-0,001	564,539 +/-0,002	-5,23	569,769
M-6	18°06'06,51651"S +/-0,003	51°38'09,08057"W +/-0,002	694,864 +/-0,003	-5,22	700,114
M-7	18°06'37,43131"S +/- 0,001	51°38'48,09790"W +/-0,002	719,820 +/-0,004	-5,20	725,020
M-8	18°07'03,89945"S +/-0,004	51°40'02,52253"W +/-0,004	727,124 +/-0,006	-5,14	732,216
M-9	18°08'02,17528"S +/-0,002	51°40'29,82340"W +/-0,002	730,682 +/-0,002	-5,13	735,761
M-10	18°09'15,95401"S +/-0,002	51°40'46,34646"W 0,002	734,194 +/-0,002	-5,14	739,242

M-11	18°10'26,22321"S +/-0,005	51°41'04,32199"W +/-0,004	706,715 +/-0,006	-5,15	711,763
------	------------------------------	------------------------------	---------------------	-------	---------

Fonte: A Autora (2022).

Conforme se verifica a partir da Tabela 3, todos os pontos tiveram suas coordenadas estimadas com desvio padrão inferior a 9 mm. Em termos de altitude geométrica, os valores variaram de 2 mm a 9 mm. A ondulação geoidal variou entre -5,14 m e -5,23 m, sendo que o sinal negativo indica que a superfície do geóide está abaixo da superfície do elipsóide na região de estudos.

5.2 Nivelamento geométrico

Após o processamento dos dados de nivelamento e contranivelamento geométrico foi realizada a conferência dos cálculos, a tolerância de fechamento e a altitude ortométrica de cada ponto (APÊNDICE A – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO). Na Tabela 4 são apresentados os resultados no nivelamento geométrico entre as referências de nível, bem como o contranivelamento e as diferenças encontradas entre o nivelamento e o contranivelamento.

Tabela 4 – Resultados no nivelamento geométrico

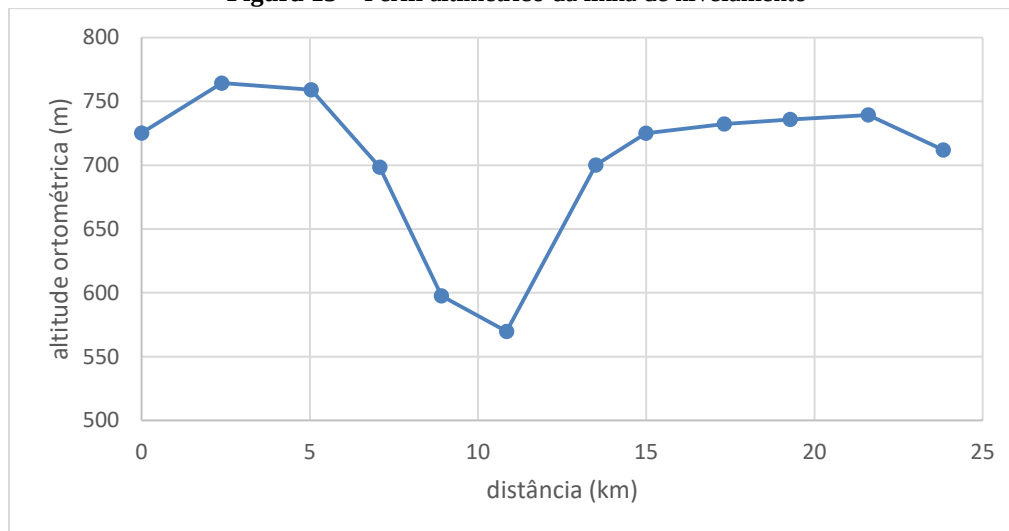
Seção	Comprimento (km)	Nivelamento ΔH (m)	Contranivelamento ΔH (m)	Diferença (m)	Tolerância (m)
M-0 → M-1	2,38	39,0995	39,0462	0,0533	0,0286
M-1 → M-2	2,66	-5,1775	-5,1778	0,0003	0,0319
M-2 → M-3	2,04	-60,6409	-60,6607	0,0198	0,0245
M-3 → M-4	1,83	-100,7770	-100,784	0,0070	0,0220
M-4 → M-5	1,94	-27,8819	-27,8712	0,0107	0,0233
M-5 → M-6	2,65	130,3520	130,3469	0,0051	0,0318
M-6 → M-7	1,49	24,9280	24,9177	0,0103	0,0179
M-7 → M-8	2,33	7,2559	7,2815	0,0256	0,0280
M-8 → M-9	1,96	3,5483	3,5635	0,0152	0,0235
M-9 → M-10	2,32	3,5212	3,5301	0,0089	0,0278
M-10 → M-11	2,23	-27,4682	-27,4739	0,0057	0,0268

Fonte: A Autora (2022).

Adotou-se, como tolerância para o fechamento de nivelamento com o contra nivelamento, o valor de classe IN (12 mm/km), conforme Instrução de Projetos Rodoviários IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos. Conforme se verifica pela Tabela 4, as diferenças entre o nivelamento e o contranivelamento foram em média de 0,015 m com um desvio-padrão de 0,014 m. Apenas a seção M-0 para M-1 não atendeu a tolerância apresentando uma diferença de 0,025 m da tolerância.

Na Figura 16 é apresentado o perfil altimétrico da linha de nivelamento entre os pontos M-0 e M-11 em função das altitudes ortométricas calculadas.

Figura 13 – Perfil altimétrico da linha de nivelamento



Fonte: A Autora (2022).

5.3 Comparação entre os desníveis obtidos por nivelamento geométrico e por GNSS

A Tabela 5 apresenta os desníveis calculados entre os marcos geodésicos utilizando o nivelamento geométrico e GNSS associado ao modelo geoidal MAPGEO2015, bem como as discrepâncias encontradas.

Tabela 5 – Diferença de nível geométrico e GNSS

Seção	Nivelamento Geométrico ΔH (m)	GNSS + MAPGEO ΔH (m)	Discrepâncias (m)
M-0 → M-1	39,100	39,106	0,006
M-1 → M-2	-5,178	-5,205	-0,027
M-2 → M-3	-60,641	-60,652	-0,011
M-3 → M-4	-100,777	-100,734	-0,043
M-4 → M-5	-27,882	-27,852	-0,030
M-5 → M-6	130,352	130,345	0,007
M-6 → M-7	24,928	24,906	0,022
M-7 → M-8	7,256	7,196	0,060
M-8 → M-9	3,548	3,545	0,003
M-9 → M-10	3,522	3,481	0,041
M-10 → M-11	-27,469	-27,479	-0,010

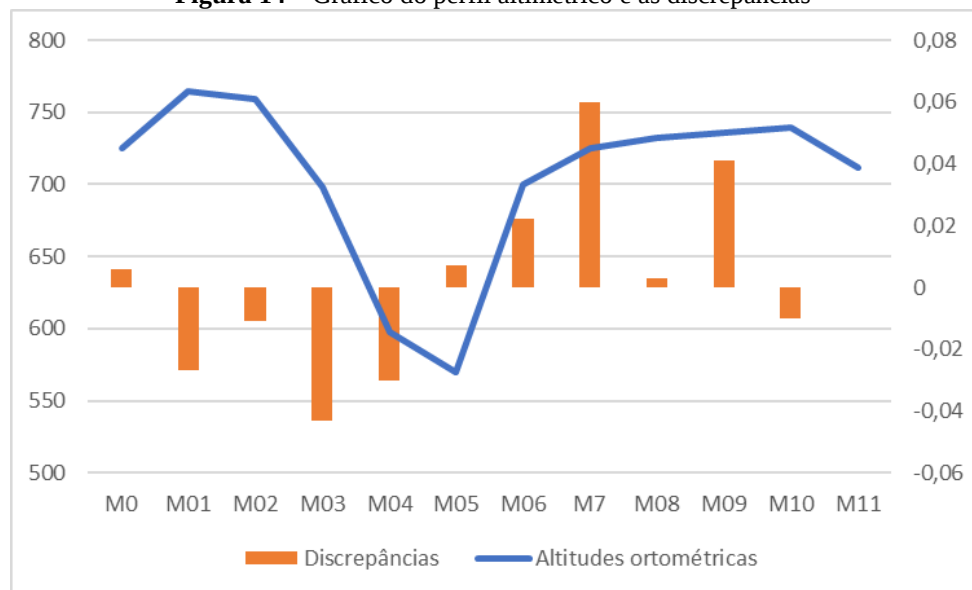
Fonte: A Autora (2022).

A discrepância média obtida pela diferença dos desníveis, considerando o nivelamento geométrico como referência, foi de 0,027 m com um desvio padrão de 0,017 m. O erro médio quadrático, que expressa a acurácia dos desníveis obtidos pelo GNSS em relação do

nivelamento geométrico, foi de 0,028 m. Considerando a extensão da linha nivelada é possível considerar que se tenha cometido um erro de 0,0012 m por km nivelado.

Um efeito que pode ser percebido nos dados é que as discrepâncias positivas ocorreram em seções onde as diferenças de nível foram igualmente positivas. Da mesma forma, as discrepâncias negativas, ocorreram nas seções onde as diferenças de nível foram negativas.

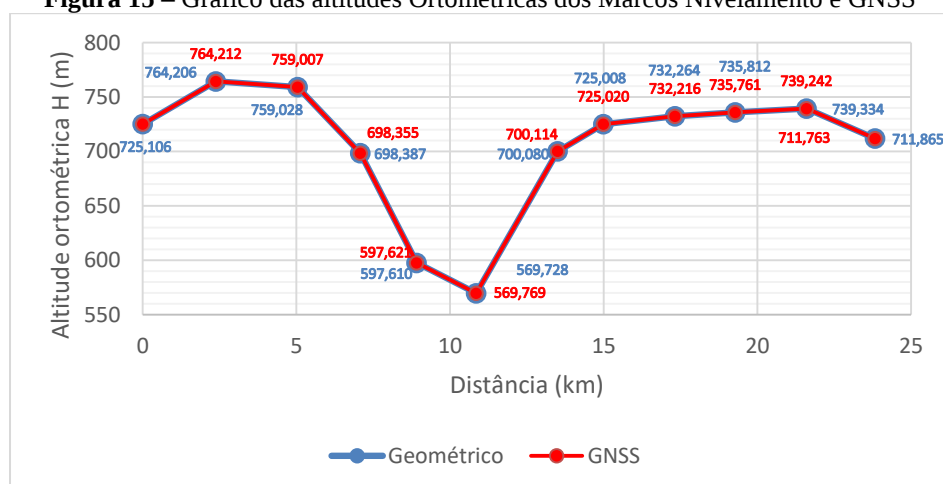
Figura 14 – Gráfico do perfil altimétrico e as discrepâncias



Fonte: A Autora (2022).

Em seguida pode-se processar o gráfico da dispersão das altitudes ortométricas do nivelamento geométrico e nivelamento por posicionamento GNSS. Na Figura 15 é apresentada graficamente a comparação entre os métodos de nivelamento do trabalho.

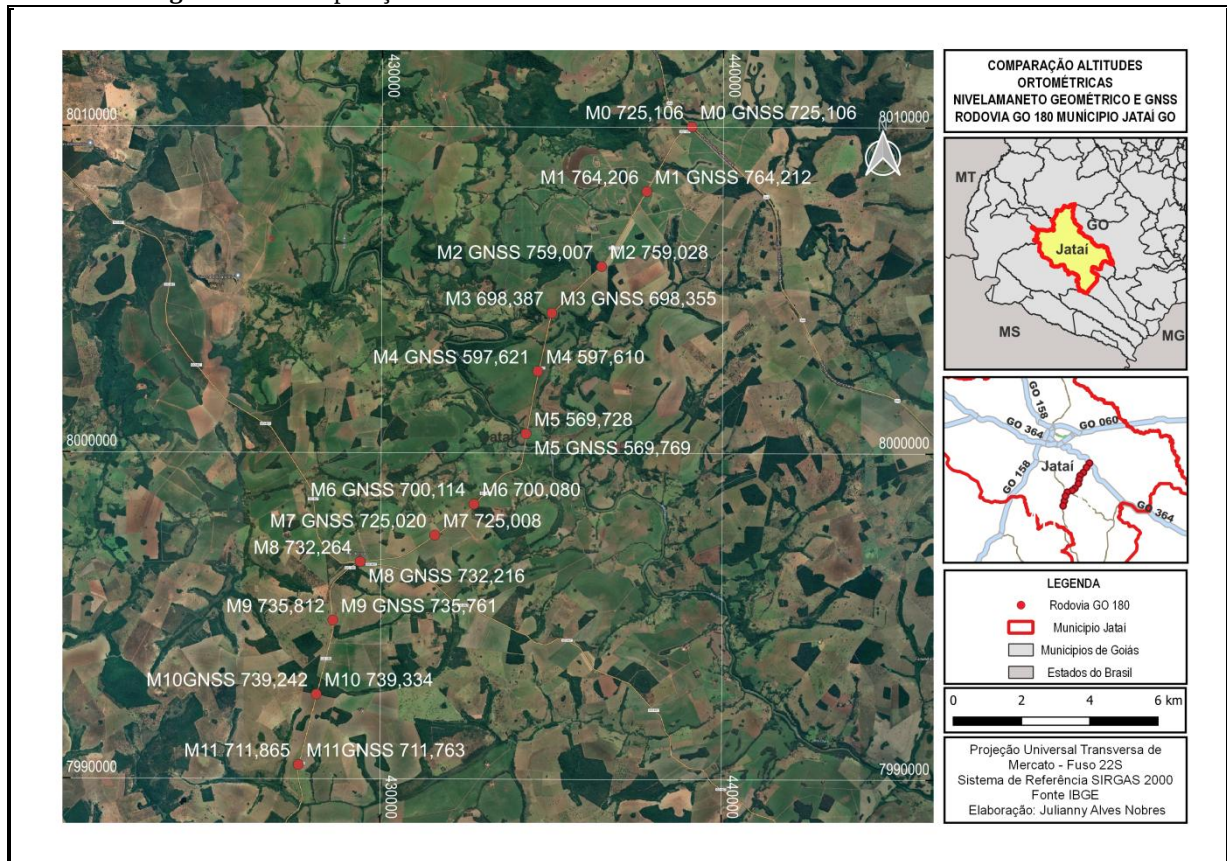
Figura 15 – Gráfico das altitudes Ortométricas dos Marcos Nivelamento e GNSS



Fonte: A Autora (2022).

Na Figura 16 apresenta altitudes ortométricas do nivelamento geométrico e nivelamento por posicionamento GNSS.

Figura 16 – Comparação das Altitudes Ortométricas dos Marcos Nivelamento e GNSS

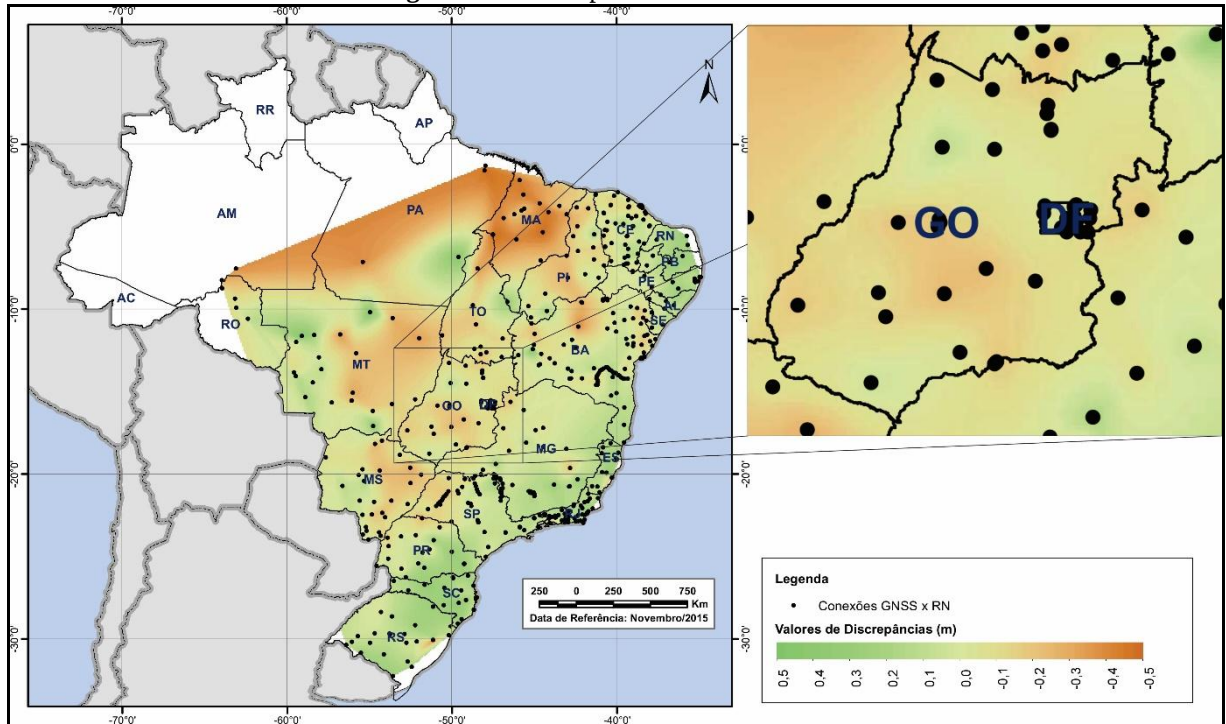


Fonte: A Autora (2022).

5.4 Aspectos associados à qualidade do modelo geoidal

Em face aos resultados encontrados é importante enfatizar que existem outros fatores que podem proporcionar resultados melhores ou piores. Por exemplo, a qualidade da informação altimétrica obtida pelo GNSS, a extensão da linha nivelada, equipamentos e técnicas utilizadas, dentre outros. Porém, um fator primordial é a qualidade do modelo geoidal utilizado para a obtenção das altitudes ortométricas. De acordo com o IBGE (2015), o MAPGEO2015 proporciona ondulações geoidais com um erro médio quadrático de 0,17 m. Entretanto, esse valor médio é variável em diferentes regiões do Brasil em razão da distribuição irregular de estações gravimétricas e da própria rede altimétrica. Na Figura 17 são apresentadas as discrepâncias do MAPGEO2015 ao longo do território brasileiro e, em destaque, para o Estado de Goiás.

Figura 17 – Discrepâncias MAPGEO2015

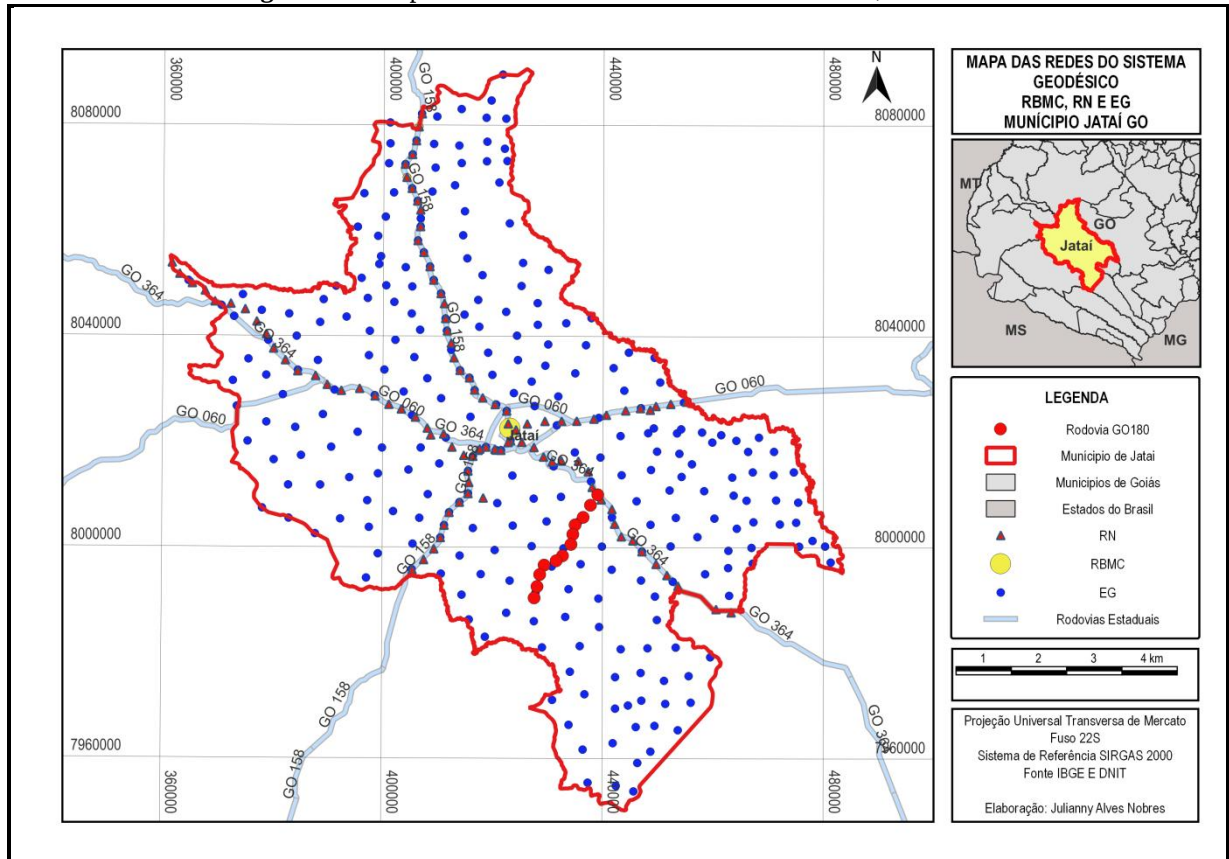


Fonte: A Autora (2022).

Considerando às necessidades de um modelo de ondulação geoidal de melhor qualidade para conversão de altitudes geométricas do posicionamento GNSS em altitudes ortométricas foi elaborado um mapa das redes do sistema geodésico utilizando o banco de dados do IBGE dos pontos de RBMC, RN e EG no município de Jataí para melhor visualizar a situação da rede gravimétrica e consequentemente a qualidade do modelo geoidal na região de estudo.

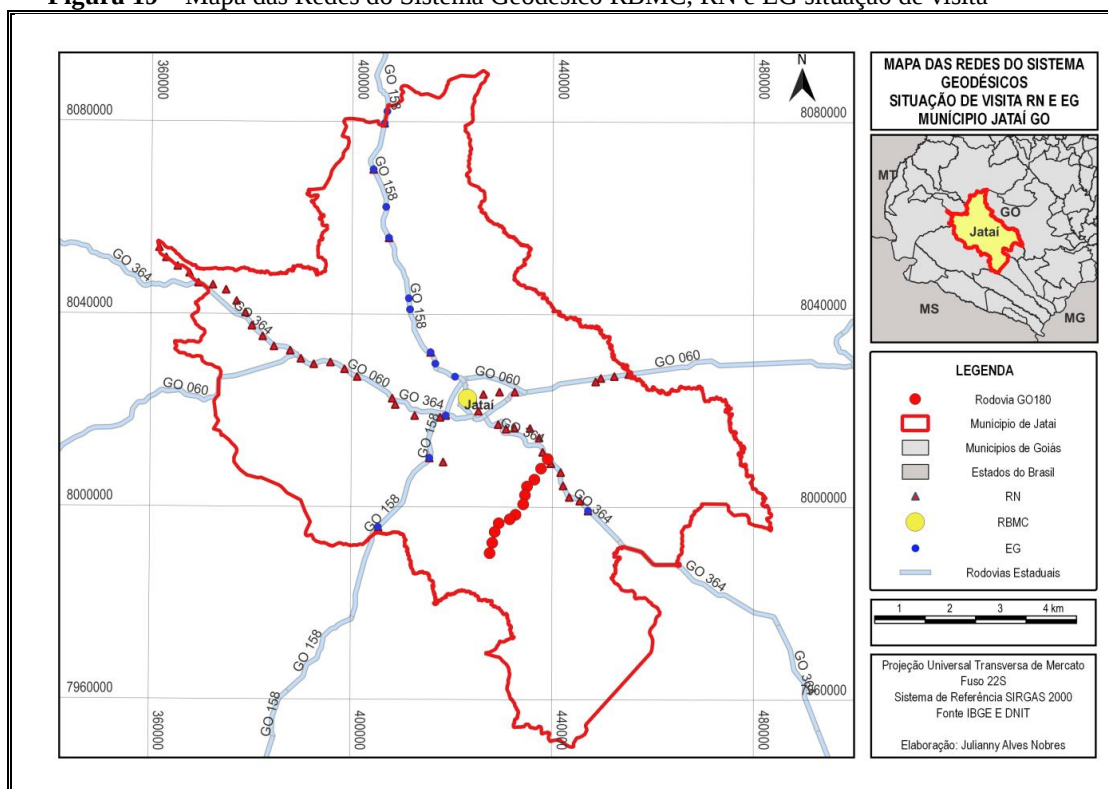
Foram encontrados 285 Estações Gravimétricas, 105 Referências de Nível e 1 marco da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo. A região de interesse possui um número considerável de estações gravimétricas como apresentada na Figura 18, as quais serviram de base para elaboração do modelo de ondulação geoidal MAPGEO2015. Além dos pontos de referencias de nível disponíveis na região ajustadas pelo IBGE (REALT2018).

Figura 18 – Mapa das Redes do Sistema Geodésico RBMC, RN e EG



Fonte: A Autora (2022).

Das 105 referências de nível encontradas na área de estudo 54 foram classificadas como situação “BOM”, isto é, em bom estado de conservação. No entanto, estas estações foram visitadas em sua maioria no ano de 1995. Na Figura 19 são apresentadas as 54 referências de nível classificadas pelo IBGE como situação bom.

Figura 19 – Mapa das Redes do Sistema Geodésico RBMC, RN e EG situação de visita

Fonte: A Autora (2022).

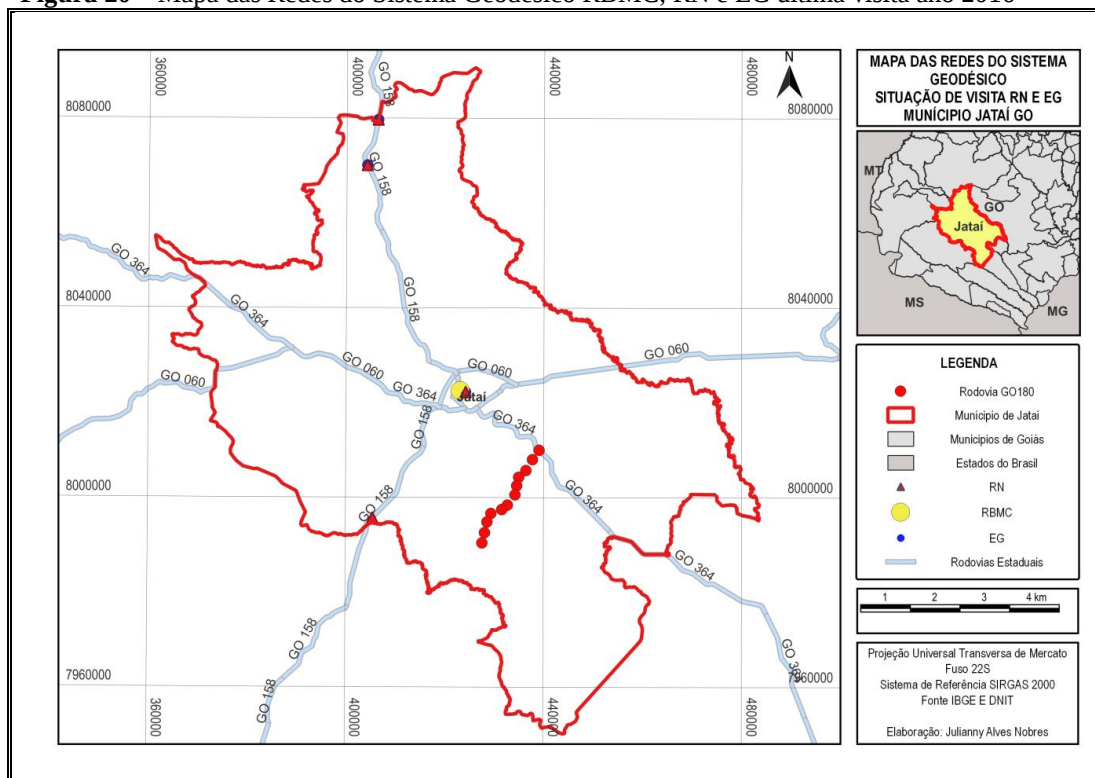
Das 54 referências de nível classificadas como situação bom pelo IBGE apenas 4 referências de nível foram visitadas no ano de 2.016 assim como detalhada no Quadro 4 e Figura 20 respectivamente.

Quadro 4 – Situação das Referências de Nível

Estação	Tipo	Situação	Visita
2188U	RN	BOM	17/03/2016
2189A	RN	BOM	17/03/2016
2187A	RN	BOM	18/03/2016
712B	RN	BOM	12/04/2016

Fonte: IBGE (2022).

Figura 20 – Mapa das Redes do Sistema Geodésico RBMC, RN e EG última visita ano 2016

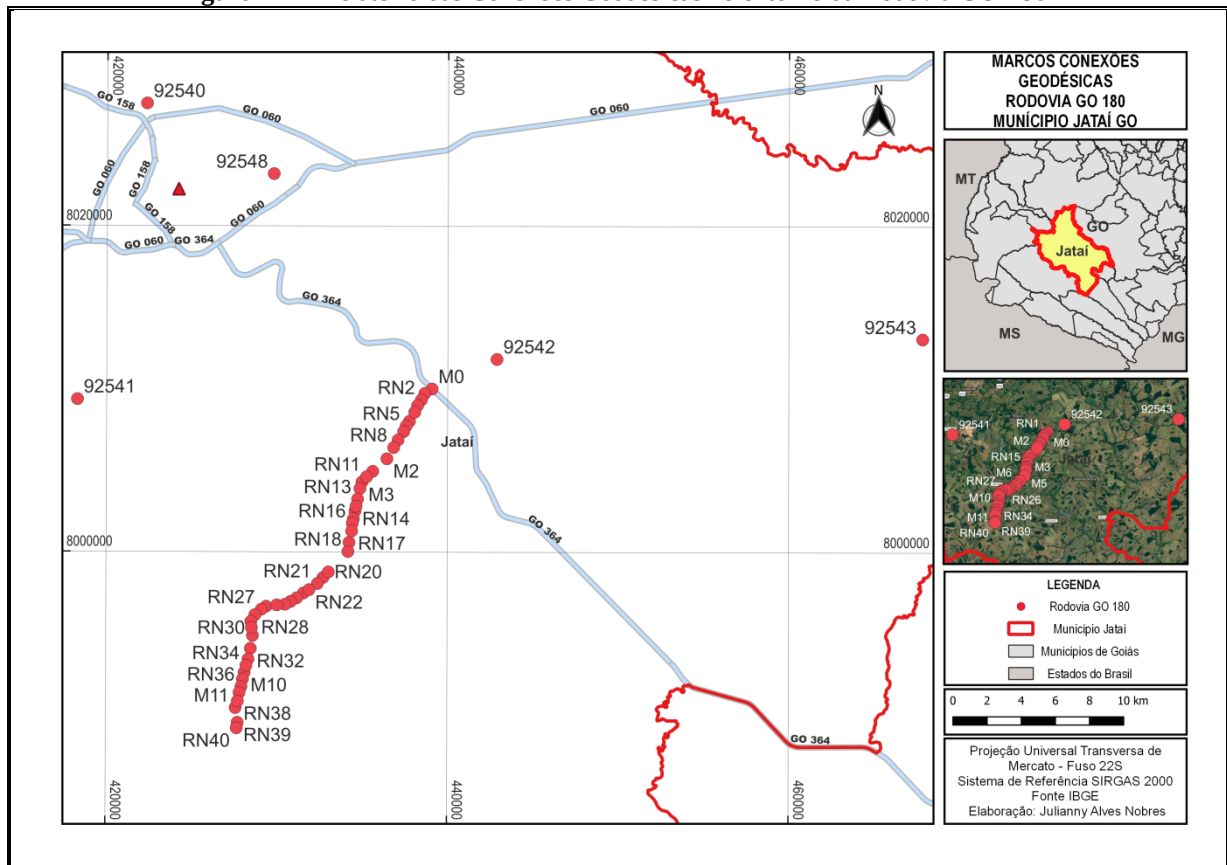


Fonte: A Autora (2022).

A referência de nível mais próxima da área de interesse fica localizada na região central do município de Jataí à aproximadamente 35 km de distância. Um transporte de referência de nível utilizando duplo nivelamento (ida e volta) somando, dessa forma, 70 km de nivelamento e contranivelamento como determina a norma da ABNT NBR 13133/2021.

O relatório das conexões geodésicas no entorno da área de estudo, mostram que a situação do marco estaria em bom estado, porém nenhum dos marcos foram encontrados na região. O relatório traz também a informação de que a ultima visita aos marcos foram realizados na década 1990. A precariedade dos marcos e implantação da rede geodésica dificulta, e na maioria dos casos, impossibilita a realização do nivelamento geométrico atendendo as normas da NBR 13.133/2021. Na Figura 21 é mostrada a localização da estação 92541, 92542 e 92543 e, em seguida, na Figura 25 a relatório das estações geodésicos do IBGE.

Figura 21 – Relatório das Conexões Geodésicas no entorno da Rodovia GO-180



Fonte: A Autora (2022).

Figura 22 – Relatório das Conexões Geodésicas no entorno da Rodovia GO-180

Relatório de Estação Geodésica

Estação :	92541	Nome da Estação :	92541	Tipo :	Estação GPS
Município :	JATAÍ				UF : GO
Última Visita :	15/02/1998	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	06/01/2022
Conexões :	VT : 2585 RN : 9501X				Inscrição chapa :

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS

DADOS ALTIMÉTRICOS

DADOS GRAVIMÉTRICOS

Latitude	18° 00' 09,37771" S	Altitude Normal(m)	763,7636	Gravidade(mGal)	
Longitude	51° 46' 18,60577" W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Datum	
Altitude Geométrica(m)	758,742	Sigma Altitude(m)	(#)	Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Imbituba	Data Cálculo
Origem	Ajustada	Data Medição	28/04/1996		
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	30/07/2018		
Data Medição	15/06/1992	Número Geopotencial (m²/s²)	7.472,726		
Data Cálculo	23/11/2004				
Sigma Latitude(m)	0,009				
Sigma Longitude(m)	0,031				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,026				
UTM(N)	8.009.356,159				
UTM(E)	418.290,718				
MC	-51				

Relatório de Estação Geodésica

Estação :	92542	Nome da Estação :	92542	Tipo :	Estação GPS
Município :	JATAÍ				UF : GO
Última Visita :	15/06/1992	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	06/01/2022
Conexões :	VT : 2583				Inscrição chapa :

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS

DADOS ALTIMÉTRICOS

DADOS GRAVIMÉTRICOS

Latitude	17° 58' 51,40501" S	Altitude Ortométrica(m)	840,14	Gravidade(mGal)	
Longitude	51° 32' 22,02245" W	Fonte	Nivelamento Trigonométrico	Datum	
Altitude Geométrica(m)	834,192	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição	15/12/1985		
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	15/12/1985		
Data Medição	15/06/1992				
Data Cálculo	23/11/2004				
Sigma Latitude(m)	0,009				
Sigma Longitude(m)	0,030				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,046				
UTM(N)	8.011.839,532				
UTM(E)	442.885,519				
MC	-51				

Fonte: IBGE (2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É grande a quantidade de trabalhos realizados na área de engenharia que necessitam da utilização de métodos para levantamento altimétrico que sejam eficientes e acurados. No caso das rodovias, a normatização e os órgãos de responsáveis pelas obras exigem a utilização de métodos clássicos de levantamento altimétrico que, embora possam proporcionar melhor confiabilidade, nem sempre são eficientes no aspecto da produtividade. Diante desse cenário, o presente trabalho procurou analisar a viabilidade da utilização de GNSS associado ao modelo geoidal brasileiro em obras de rodovias.

Com os resultados obtidos, verificou-se que as discrepâncias entre os nivelamentos geométrico e com GNSS e modelo geoidal atingiram um erro médio quadrático de 0,028 m, o que equivale a um erro de 0,0012 m por km nivelado. Esse erro pode ser maior ou menor em situações e regiões distintas no Brasil em decorrência fatores como densidade gravimétrica da região e técnica GNSS utilizada.

Foi possível verificar também que a disponibilidade de RNs é precária, o que dificulta ainda mais a realização de nivelamento geométrico, como determina as normativas vigentes apresentadas nesse trabalho. Os projetos e obras de engenharia, entre elas, as de rodovias, estão em constante processo de desenvolvimento e execução. A crescente adesão de soluções geodésicas pelos métodos de posicionamento GNSS para determinações altimétricas pelos profissionais são consequência das dificuldades encontradas na realização do nivelamento geométrico. À medida que novas observações de nivelamento são realizadas e novas técnicas de processamento são desenvolvidas, o modelo geoidal é recalculado e ajustado proporcionando ondulações geoidais com qualidade para serem utilizadas na conversão das altitudes geométricas em ortométricas fazendo com que o nivelamento utilizando GNSS e modelo geoidal em projetos de rodovia alcance consistência e a precisão adequada as normativas.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13.133 – Execução de Levantamento Topográfico. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <http://www.carto.eng.uerj.br/cdecart/download/NBR13133.pdf>. Acessado em: 10 de junho de 2019.

ARANA, J. M. Introdução à Geodésia Física. Departamento de Cartografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia Unesp. Presidente Prudente, 2009. BRASIL. 1984. Decreto N° 89.817 de 20 de Junho de 1984. Normas Técnicas Da Cartografia Nacional. Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.htm . Acesso em: 05 de fevereiro de 2020.

BRASIL. Normas da Especificação Técnica para Controle de Qualidade de dados Geoespaciais (ET-CQDG), Ministério da Defesa Exército Brasileiro, Departamento de Ciência e Tecnologia -1ª edição. Brasil, 2016. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf. Acessado em: 25 julho de 2021.

CASTRO, A. L. P. de. Nivelamento através do GPS: avaliação e proposição de estratégias. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, São Paulo.

CASTRO JÚNIOR, C. A. C. Arcabouço gravimétrico brasileiro e o meio ambiente: possibilidades e perspectivas. 2018. 234 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/8460>. Acessado em: 7 de novembro de 2021.

DNIT. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários Escopos Básicos/Instruções de Serviço – 2ª edição. Rio de Janeiro, 2005.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-estruturas de Transportes. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Diretrizes%20B%E1sicas%20para%20Elabora%E7%E3o%20de%20de%20Estudos%20e%20Projetos.pdf. Acesso: 10 junho 2021.

FERREIRA, V. G.; BARBOSA, L. G.; BAHIA, J. G. Altitude Ortométrica Derivada a Partir de Observações GPS. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC Florianópolis, 2008.

GEMAEL, C. Introdução à Geodésia Física. Editora da UFPR. Curitiba, 2002. HEISKANEN, W. A.; MORITZ, H. Physical Geodesy. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1967. HILLESHEIM, R. Procedimentos de locação empregados em obra de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2015. 55

IBGE. O novo modelo de ondulação geoidal do Brasil MAPGEO2015. Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia. Rio de Janeiro, 2015.

IBGE. Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro. Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:

ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/normas_levantamentos_geodesicos.pdf. Acessado em: 12 de novembro de 2019.

NICACIO, E.; SANTACRUZ JARAMILLO, A. G.; ZANETTI, G. Z.; FAGGION, P. L. Avaliação de técnicas de nivelamento e métodos de posicionamento GNSS para determinação de desnível de primeira ordem. R. bras. Geom., Curitiba, v.6, n.4, p.274-293, out/dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

MATOS, A. C. O. C.; BLITZKOW, D.; GUIMARÃES, G. N.; LOBIANCO, M. C. B.; COSTA, S. M. A. Validação do MAPGEO2010 e comparação com modelos do geopotencial recentes. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 18, no 1, p.101-122, jan-mar, 2012.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. 2. Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. RODRIGUEZ, L.S. *Determinación de la superficie vertical de referência para Colombia*. Technische Universität Dresden. Dresde, 2003.

SANTOS, A. P. Avaliação da Acurácia Posicional em dados espaciais com o uso da Estatística Espacial. 2010. 128 p. Dissertação – Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2010.

VANÍČEK, P.; SANTOS, M. S.; TENZER, R.; NAVARRO, A. H. *Algunos aspectos sobre alturas ortométricas y normales*. Revista Cartográfica, n.76/77, p. 79-86, dez 2003.

VEIGA, L.A.K., ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L.; Fundamentos de Topografia. Universidade Federal do Paraná, Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento de Geomática. Curitiba, 2012.

ZILKOSKI, D. B. *Establishing Vertical Control Using GPS satellite Surveys*. International Federation of Surveying Congress (FIG), 1990.

ZILKOSKI, D. B.; HOTHEM, L. D. *GPS satellite surveys and vertical control*. *Journal of Surveying Engineering*, v. 115, n. 2, p. 262-281, 1989. O fator humano e o desenvolvimento de competências nas unidades de informação. Perspectivas em ciência da informação, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 166-177, 2005.

APÊNDICE A – CÁLCULO DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M0	0,8524		725,106	0,8524		12,214
FP10001		0,6037				31,78
FP10002					0,6652	31,69
FP10003	3,0525					40,00
FP10004				3,1161		40,10
FP10005		0,1157				40,33
FP10006					0,1699	40,37
FP10007	3,0092					44,36
FP10008				3,0624		44,29
FP10009		0,1751				34,47
FP10010					0,2286	34,43
FP10011	3,0584					51,15
FP10012				3,1116		51,13
FP10013		0,2487				43,92
FP10014					0,3186	43,79
FP10015	2,9611					50,93
FP10016				2,9946		51,03
FP10017		0,1936				39,08
FP10018					0,2005	38,95
FP10019	3,7216					81,49
FP10020				3,7291		81,61
RN1		0,8194	739,605		0,8194	36,85
SOMAS	16,6552	2,1562		16,8662	2,4022	
Desnível NIV/Contra	14,499			14,464		
Erro (m)	0,035					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN1	2,7248		739,605	2,7248		44,12
FP10023		0,3891				59,21
FP10024					0,3572	59,16
FP10025	3,1094					63,16
FP10026				3,0760		63,16
FP10027		0,6381				38,25
FP10028					0,5918	38,19
FP10029	2,8245					55,53
FP10030				2,7776		55,73
FP10031		0,1508				96,07
FP10032					0,1793	96,01

FP10033	0,3911					96,13
FP10034				0,4211		96,06
RN2		0,3313	747,145		0,3313	16,402
SOMAS	9,0498	1,5093		8,9995	1,4596	
Desnível NIV/Contra	7,5405			7,5399		
Erro (m)	0,0006					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN2	0,3424		747,145	0,3424		10,547
FP10037		3,1377				52,46
FP10038					3,0588	52,56
FP10039	0,5431					29,69
FP10040				0,4636		29,80
FP10041		3,4478				52,17
FP10042					3,4837	52,08
FP10043	0,6716					29,79
FP10044				0,7070		29,89
FP10045		4,3355				33,83
FP10046					4,3707	33,71
FP10047	0,0636					21,02
FP10048				0,0974		21,20
FP10049		3,5682				27,44
FP10050					3,5207	27,41
FP10051	0,1268					20,15
FP10052				0,0776		20,30
FP10053		4,0815				36,44
FP10054					4,0589	36,46
FP10055	0,1352					17,339
FP10056				0,1112		17,426
FP10057		3,7939				29,98
FP10058					3,7800	30,02
FP10059	0,1180					21,92
FP10060				0,1036		21,89
FP10061		2,6610				15,912
FP10062					2,6737	16,021
FP10063	0,5742					10,589
FP10064				0,5855		10,090
RN3		2,6907	722,004		2,6907	17,092
SOMAS	2,5749	27,7163		2,4883	27,6372	
Desnível NIV/Contra	-25,1414			-25,1489		
Erro (m)	0,0075					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA

PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN3	2,6703		722,004	2,6703		23,12
FP10067		3,3436				89,26
FP10068					3,3895	89,19
FP10069	3,3488					59,45
FP10070				3,3941		59,49
FP10071		0,2496				20,92
FP10072					0,2975	20,89
FP10073	4,5219					32,74
FP10074				4,5650		32,53
FP10075		0,1558				13,632
FP10076					0,1970	13,557
FP10077	4,6633					30,07
FP10078				4,7030		30,02
FP10079		0,2823				15,007
FP10080					0,3483	14,885
FP10081	4,6845					36,75
FP10082				4,7503		36,78
FP10083		0,2270				16,118
FP10084					0,2427	16,044
FP10085	4,5633					31,50
FP10086				4,5777		31,57
FP10087		0,2016				22,05
FP10088					0,2286	22,09
FP10089	4,6173					59,71
FP10090				4,6447		59,81
FP10091		0,4119				14,412
FP10092					0,4383	14,440
FP10093	2,5494					8,682
FP10094				2,5766		8,685
RN4		1,1196	747,631		1,1196	6,181
SOMAS	31,6188	5,9914		31,8817	6,2615	
Desnível NIV/Contra	25,6274			25,6202		
Erro (m)	0,0072					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN4	1,3255		747,631	1,3255		10,158
FP10097		0,6112				25,97
FP10098					0,5783	26,44
FP10099	4,7001					68,72
FP10100				4,6657		68,58
FP10101		0,6212				37,52
FP10102					0,6488	37,63

FP10103	3,6029					59,04
FP10104				3,6319		58,98
FP10105		0,2395				43,01
FP10106					0,2207	43,03
FP10107	3,6996					51,99
FP10108				3,6822		52,18
FP10109		1,0510				56,85
FP10110					1,0295	56,80
FP10111	3,2998					74,56
FP10112				3,2752		74,63
FP10113		0,2231				70,57
FP10114					0,2089	70,46
FP10115	3,2597					101,98
FP10116				3,2447		102,08
M1		0,5676	764,206		0,5676	48,73
SOMAS	19,8876	3,3136		19,8252	3,2538	
Desnível NIV/Contra	16,574			16,5714		
Erro (m)	0,0026					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M1	1,3594		764,206	1,3594		34,76
FP10119		1,1616				61,03
FP10120					1,1454	60,98
FP10121	1,5893					59,08
FP10122				1,5720		59,07
FP10123		2,1671				87,65
FP10124					2,1781	87,44
FP10125	1,0775					40,56
FP10126				1,0891		40,64
FP10127		2,2898				43,48
FP10128					2,3390	43,24
FP10129	0,9424					38,68
FP10130				0,9918		38,69
RN5		1,7198	761,836		1,7198	7,979
SOMAS	4,9686	7,3383		5,0123	7,3823	
Desnível NIV/Contra	-2,3697			-2,37		
Erro (m)	0,0003					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN5	1,7516		761,836	1,7516		10,368
FP10133		2,6013				54,69
FP10134					2,6158	54,66

FP10135	0,4924					46,68
FP10136				0,5063		46,70
FP10137		3,0717				25,39
FP10138					3,1157	24,91
FP10139	0,8225					58,99
FP10140				0,8651		59,02
FP10141		4,9508				91,06
FP10142					4,9506	90,90
FP10143	0,2726					40,77
FP10144				0,2724		40,85
FP10145		2,9278				56,69
FP10146					2,9406	56,58
FP10147	1,0455					11,317
FP10148				1,0578		11,767
RN6		1,0735	751,595		1,0735	15,494
SOMAS	4,3846	14,6251		4,4532	14,6962	
Desnível NIV/Contra	-10,2405			-10,243		
Erro (m)	0,0025					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN6	0,7826		751,595	0,7826		25,56
FP10151		4,9624				65,36
FP10152					4,9513	65,30
FP10153	0,1321					54,30
FP10154				0,1216		54,35
FP10155		1,2748				99,14
FP10156					1,2743	99,05
FP10157	3,7146					82,66
FP10158				3,7131		82,70
FP10159		0,5467				34,50
FP10160					0,5640	34,39
FP10161	3,1780					70,47
FP10162				3,1958		70,53
FP10163		0,6344				42,82
FP10164					0,6090	42,85
FP10165	3,2969					84,20
FP10166				3,2715		84,08
FP10167		0,7544				41,22
FP10168					0,7481	41,15
FP10169	2,0579					26,67
FP10170				2,0528		26,71
RN7		1,3327	755,252		1,3327	13,623

SOMAS	13,1621	9,5054		13,1374	9,4794	
Desnível NIV/Contra	3,6567			3,658		
Erro (m)	-0,0013					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN7	1,3414		755,252	1,3414		14,597
FP10173		0,8081				43,01
FP10174					0,8495	42,97
FP10175	2,8638					76,40
FP10176				2,9046		76,43
FP10177		0,8021				46,30
FP10178					0,7413	46,35
FP10179	2,8131					84,07
FP10180				2,7525		84,00
FP10181		0,8381				51,58
FP10182					0,9114	51,41
FP10183	2,3993					95,68
FP10184				2,4730		95,85
FP10185		1,1896				74,88
FP10186					1,2412	74,72
FP10187	1,8416					62,43
FP10188				1,8929		62,58
RN8		1,5654	761,308		1,5654	22,71
SOMAS	11,2592	5,2033		11,3644	5,3088	
Desnível NIV/Contra	6,0559			6,0556		
Erro (m)	0,0003					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN8	1,5781		761,308	1,5781		18,547
FP10191		1,3740				112,40
FP10192					1,3908	112,35
FP10193	1,4517					103,43
FP10194				1,4690		103,41
FP10195		1,2758				64,97
FP10196					1,3269	64,82
FP10197	1,8383					80,28
FP10198				1,8901		80,46
FP10199		1,6005				81,59
FP10200					1,6609	81,56
FP10201	1,3987					71,48
FP10202				1,4581		71,64
FP10203		2,0482				76,77
FP10204					2,0771	76,56

FP10205	0,6950					87,11
FP10206				0,7244		87,18
FP10207		2,7527				83,91
FP10208					2,7405	83,72
FP10209	1,0648					40,12
FP10210				1,0534		40,36
M2		1,2553	759,028		1,2553	11,823
SOMAS	8,0266	10,3065		8,1731	10,4515	
Desnível NIV/Contra	-2,2799			-2,2784		
Erro (m)	-0,0015					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M2	1,0459		759,028	1,0459		21,17
FP2		2,7959				61,41
FP3					2,8214	61,37
FP4	0,4866					51,54
FP5				0,5128		51,60
FP6		3,6328				84,45
FP7					3,6643	84,33
FP8	0,2203					43,00
FP9				0,2526		43,15
FP10		4,2165				78,33
FP11					4,2123	78,61
FP12	0,0690					41,99
FP13				0,0622		41,91
FP14		4,7320				71,26
FP15					4,7037	71,27
FP16	0,1585					39,62
FP17				0,1318		39,67
FP18		4,6327				74,48
FP19					4,6263	74,16
FP20	0,1628					36,76
FP21				0,1615		36,65
FP22		4,0434				86,34
FP23					4,0750	86,26
FP24	0,4521					57,00
FP25				0,4849		57,04
FP26		2,3087				87,93
FP27					2,3406	88,07
FP28	1,1457					65,83
FP29				1,1753		65,84
FP30		3,9511				82,99
FP31					3,9373	83,07

SOMAS	5,5287	26,891		5,4905	26,8716	
Desnível NIV/Contra	-21,3623			-21,3811		
Erro (m)	0,0188					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN11	1,1451		706,324	1,1451		5,401
FP70		3,0688				35,72
FP71					3,0423	35,04
FP72	0,4558					29,70
FP73				0,4312		29,90
FP74		3,7058				67,79
FP75					3,7235	67,81
FP76	0,3769					52,11
FP77				0,3932		52,16
FP78		2,6545				82,20
FP79					2,6742	82,31
FP80	1,5630					83,46
FP81				1,5786		83,41
M3		2,0482	698,387		2,0482	77,89
SOMAS	3,5408	11,4773		3,5481	11,4882	
Desnível NIV/Contra	-7,9365			-7,9401		
Erro (m)	0,0036					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M3	0,6605		698,387	0,6605		2,371
FP84		4,3401				54,76
FP85					4,4155	54,74
FP86	0,1411					28,67
FP87				0,2139		28,73
FP88		4,5587				47,35
FP89					4,6027	47,47
FP90	0,0377					8,430
FP91				0,0800		8,448
FP92		4,4148				37,85
FP93					4,4352	37,87
FP94	0,1477					22,98
FP95				0,1709		22,90
FP96		3,2774				36,05
FP97					3,3168	35,86
FP98	0,1811					26,95
FP99				0,2222		27,03
FP100		3,8498				51,57
FP101					3,9068	51,60

FP102	0,4649					25,49
FP103				0,5224		25,47
FP104		3,6972				46,92
FP105					3,7216	47,12
FP106	0,5785					21,06
FP107				0,6014		21,03
RN12		3,5776	672,883		3,5776	3,301
SOMAS	2,2115	27,7156		2,4713	27,9762	
Desnível NIV/Contra	-25,5041			-25,5049		
Erro (m)	0,0008					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN12	3,0503		672,883	3,0503		26,30
FP110		3,0712				34,81
FP111					3,1241	34,94
FP112	0,1229					25,40
FP113				0,1740		25,43
FP114		4,0715				50,84
FP115					4,1179	50,83
FP116	0,2010					27,22
FP117				0,2463		27,29
FP118		4,1119				59,46
FP119					4,1020	59,60
FP120	0,2951					29,63
FP121				0,2824		29,67
FP122		3,8737				44,96
FP123					3,8727	45,11
FP124	0,0839					24,99
FP125				0,0765		25,01
FP126		4,4686				44,62
FP127					4,4804	44,66
FP128	0,0953					21,86
FP129				0,1119		21,88
FP130		4,2718				33,70
FP131					4,2976	33,77
FP132	0,3062					3,722
FP133				0,3298		3,876
FP134		3,8680				23,14
FP135					3,8624	23,11
FP136	0,2857					0,995
FP137				0,2817		1,001
FP138		4,7594				28,73
FP139					4,7772	28,63

FP140	0,0791					2,245
FP141				0,0959		2,403
FP142		4,2993				24,56
FP143					4,3269	24,80
FP144	0,1967					2,078
FP145				0,2237		1,927
FP146		3,7236				21,13
FP147					3,7501	21,22
FP148	0,2467					2,414
FP149				0,2726		2,486
FP150		4,1908				29,50
FP151					4,2561	29,59
FP152	0,1279					9,035
FP153				0,1941		8,971
FP154		2,8172				9,830
FP155					2,8129	20,22
FP156	0,4394					7,193
FP157				0,4345		6,854
RN13		1,6588	629,227		1,6588	7,828
SOMAS	5,5302	49,1858		5,7737	49,4391	
Desnível NIV/Contra	-43,6556			-43,6654		
Erro (m)	0,0098					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN13	0,8726		629,227	0,8726		26,46
FP15802		4,6501				56,47
FP15803					4,6467	56,62
FP15804	0,0602					20,42
FP15805				0,0557		20,33
FP15806		4,8872				52,62
FP15807					4,9219	52,77
FP15808	0,1720					24,39
FP15809				0,2030		24,37
FP15810		4,1741				44,25
FP15811					4,1280	44,24
FP15812	0,1306					28,50
FP15813				0,0858		28,67
FP15814		3,8026				47,50
FP15815					3,7753	47,65
FP15816	0,4466					25,41
FP15817				0,4203		25,32
FP15818		3,8364				54,45
FP15819					3,8368	54,21

FP15820	0,2650					30,07
FP15821				0,2680		30,15
RN14		1,7207	608,103		1,7207	51,68
SOMAS	1,947	23,0711		1,9054	23,0294	
Desnível NIV/Contra	-21,1241			-21,124		
Erro (m)	-0,0001					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN14	0,4376		608,103	0,4376		25,14
FP15824		4,1807				63,09
FP15825					4,1455	63,12
FP15826	0,3946					34,93
FP15827				0,3611		34,91
FP15828		2,9513				46,00
FP15829					2,9628	46,08
FP15830	0,0678					39,88
FP15831				0,0787		39,78
FP15832		3,7990				69,94
FP15833					3,8177	69,88
FP15834	0,6471					30,94
FP15835				0,6688		30,80
M4		1,1094	597,57		1,1094	41,72
SOMAS	1,5471	12,0404		1,5462	12,0354	
Desnível NIV/Contra	-10,4933			-10,4892		
Erro (m)	-0,0041					

NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M4	0,2102		597,610	0,2102		21,64
FP15838		3,9775				90,56
FP15839					4,0015	90,55
FP15840	0,5280					41,42
FP15841				0,5524		41,46
FP15842		2,9808				61,11
FP15843					2,9286	61,25
FP15844	0,0981					51,77
FP15845				0,0584		51,86
FP15846		3,9145				67,66
FP15847					3,9141	67,65
FP15848	0,1562					35,85
FP15849				0,1563		35,98

FP15850		3,7803				79,01
FP15851					3,8035	79,00
FP15852	0,6204					53,40
FP15853				0,6431		53,47
RN15		1,7730	582,797		1,7730	9,561
SOMAS	1,6129	16,4261		1,6204	16,4207	
Desnível NIV/Contra	-14,8132			-14,8003		
Erro (m)	-0,0129					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN15	1,3340		582,797	1,3340		28,05
FP15856		3,0062				87,11
FP15857					3,0143	87,10
FP15858	0,2955					56,42
FP15859				0,3025		56,05
FP15860		2,9902				70,64
FP15861					2,9830	70,58
FP15862	0,8582					44,14
FP15863				0,8511		44,24
RN16		0,1567	579,131		0,1567	21,72
SOMAS	2,4877	6,1531		2,4876	6,154	
Desnível NIV/Contra	-3,6654			-3,6664		
Erro (m)	0,001					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN16	0,1843		579,131	0,1843		24,28
FP15866		2,5198				93,74
FP15867					2,5273	93,66
FP15868	1,2391					73,95
FP15869				1,2470		73,95
FP15870		1,3729				91,84
FP15871					1,3585	91,72
FP15872	0,4660					68,18
FP15873				0,4507		68,30
FP15874		3,5522				59,74
FP15875					3,5270	59,80
FP15876	0,2683					34,84
FP15877				0,2433		34,82
FP15878		2,8939				40,64
FP15879					2,9076	40,74
FP15880	1,5816					8,754
FP15881				1,5951		9,366

RN17		1,2362	571,296		1,2362	6,753
SOMAS	3,7393	11,575		3,7204	11,5566	
Desnível NIV/Contra	-7,8357			-7,8362		
Erro (m)	0,0005					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN17	0,9003		571,296	0,9003		24,34
FP15884		2,1443				69,20
FP15885					2,2049	69,06
FP15886	1,4354					80,64
FP15887				1,4962		80,73
FP15888		0,1785				77,91
FP15889					0,2023	77,77
FP15890	2,7621					85,21
FP15891				2,7846		85,17
FP15892		1,8036				66,44
FP15893					1,8688	66,53
FP15894	0,5403					95,38
FP15895				0,6055		95,33
FP15896		2,1020				73,82
FP15897					2,1629	73,97
FP15898	1,1975					82,70
FP15899				1,2587		82,58
FP15900		1,7861				57,97
FP15901					1,7901	57,84
FP15902	1,2855					4,219
FP15903				1,2896		4,253
M5		1,6742	569,728		1,6742	0,281
SOMAS	8,1211	9,6887		8,3349	9,9032	
Desnível NIV/Contra	-1,5676			-1,5683		
Erro (m)	0,0007					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M5	1,3541		569,728	1,3541		5,569
FP15906		3,5415				59,14
FP15907					3,5016	59,15
FP15908	0,1505					32,68
FP15909				0,1134		32,53
FP15910		4,4263				46,14
FP15911					4,4603	46,22
FP15912	0,2042					5,334
FP15913				0,2376		5,400

FP15914		4,7521				42,47
FP15915					4,7435	42,57
FP15916	0,0380					8,754
FP15917				0,0296		8,669
FP15918		4,5879				59,97
FP15919					4,5878	60,07
FP15920	0,3663					29,07
FP15921				0,3654		29,13
FP15922		2,3629				2,01
FP15923					2,3635	1,96
FP15924	1,7785					14,42
FP15925				1,7798		14,56
FP15926		0,4860				28,13
FP15927					0,4826	28,06
FP15928	2,3358					2,677
FP15929				2,3322		2,692
RN18		2,2638	553,535		2,2638	8,646
SOMAS	6,2274	22,4205		6,2121	22,4031	
Desnível NIV/Contra	-16,1931			-16,191		
Erro (m)	-0,0021					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN18	2,9100		553,535	2,9100		17,211
FP2		0,1574				14,753
FP3					0,1901	14,597
FP4	3,7108					22,78
FP5				3,7474		23,16
FP6		0,3576				12,272
FP7					0,4262	12,373
FP8	4,0711					23,47
FP9				4,1420		23,45
FP10		0,3345				11,560
FP11					0,3575	11,567
FP12	4,3695					28,53
FP13				4,3936		28,63
FP14		0,2914				12,410
FP15					0,2879	12,433
FP16	4,4545					27,17
FP17				4,4513		27,27
FP18		0,4989				10,289
FP19					0,5050	10,431
FP20	4,6499					28,46
FP21				4,6571		28,40

FP22		0,4161				9,754
FP23					0,4591	9,813
FP24	4,5976					24,64
FP25				4,6460		24,82
FP26		0,4346				8,195
FP27					0,3940	8,239
FP28	4,3968					24,27
FP29				4,3606		24,56
FP30		0,1699				14,551
FP31					0,2155	14,562
FP32	4,5660					29,93
FP33				4,6127		29,90
FP34		0,2566				13,118
FP35					0,2510	13,146
FP36	4,5991					31,54
FP37				4,5948		31,52
FP38		0,2069				16,967
FP39					0,2251	16,916
FP40	4,4875					40,88
FP41				4,5046		40,95
FP42		0,0471				20,43
FP43					0,0415	20,47
FP44	4,0026					38,17
FP45				4,0027		38,64
FP46		0,3404				19,581
FP47					0,2903	19,514
FP48	3,6464					46,51
FP49				3,5996		46,83
FP50		0,4513				19,679
FP51					0,3991	19,559
FP52	3,4564					42,03
FP53				3,4035		42,08
FP54		0,2806				20,85
FP55					0,3105	20,79
FP56	4,0260					39,88
FP57				4,0574		39,97
FP58		0,4407				23,63
FP59					0,4129	23,65
FP60	4,6557					41,77
FP61				4,6435		42,02
FP62		0,3854				25,29
FP63					0,3520	25,19
FP64	4,6964					47,06
FP65				4,6580		47,38
FP66		0,3442				26,41

FP67					0,3146	26,46
FP68	4,6085					43,65
FP69				4,5821		43,74
FP70		0,2253				25,39
FP71					0,2115	25,38
FP72	4,2618					43,69
FP73				4,2482		43,99
FP74		0,2157				19,277
FP75					0,2077	19,273
FP76	4,5332					42,95
FP77				4,5249		43,03
FP78		0,2297				15,289
FP79					0,2079	15,329
FP80	4,7388					43,40
FP81				4,7147		43,39
FP82		0,2437				16,507
FP83					0,2079	16,509
FP84	4,6019					37,47
FP85				4,5683		37,85
FP86		0,4108				17,010
FP87					0,3078	17,114
FP88	4,7591					43,42
FP89				4,6559		43,36
FP90		0,2775				28,44
FP91					0,2460	28,46
FP92	4,5588					48,82
FP93				4,5280		48,85
FP94		0,3514				17,968
FP95					0,3141	17,945
FP96	4,0299					48,67
FP97				3,9952		48,61
FP98		0,2426				18,911
FP99					0,2171	18,905
FP100	4,6136					57,75
FP101				4,5847		57,73
FP102		0,2173				23,06
FP103					0,1724	23,04
FP104	4,6551					51,99
FP105				4,6076		51,84
FP106		0,2977				20,22
FP107					0,2773	20,13
FP108	4,3669					44,45
FP109				4,3477		44,58
FP110		0,3000				22,08
FP111					0,3016	22,02

FP112	4,8790					54,88
FP113				4,8819		54,94
FP114		0,2274				27,36
FP115					0,2263	27,34
FP116	4,3984					53,52
FP117				4,3988		53,57
FP118		0,2493				18,367
FP119					0,2687	18,345
FP120	3,7054					45,80
FP121				3,7280		45,99
FP122		0,5458				22,93
FP123					0,5150	22,96
FP124	2,4550					20,99
FP125				2,3700		20,97
RN20		2,0710	678,478		2,0710	13,608
SOMAS	136,4617	11,5188		136,1208	11,1846	
Desnível NIV/Contra	124,9429			124,9362		
Erro (m)	0,0067					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN20	2,6666		678,4379	2,6666		21,09
FP128		0,2642				24,23
FP129					0,2506	24,22
FP130	4,0067					56,35
FP131				4,0302		56,55
FP132		0,2019				23,87
FP133					0,2146	23,83
FP134	4,3296					55,09
FP135				4,3457		55,30
FP136		0,2671				26,53
FP137					0,2288	26,55
FP138	4,3153					53,35
FP139				4,2809		53,57
FP140		0,3363				31,55
FP141					0,3257	31,59
FP142	4,2915					58,74
FP143				4,2899		58,91
FP144		0,2170				24,73
FP145					0,2294	24,83
FP146	4,0698					54,85
FP147				4,0804		54,86
FP148		0,5401				22,63
FP149					0,6109	22,79

FP150	2,1455					14,235
FP151				2,1642		13,755
M6		2,3962	700,080		2,3962	11,154
SOMAS	25,825	4,2228		25,8579	4,2562	
Desnível NIV/Contra	21,6022			21,6017		
Erro (m)	0,0005					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M6	2,8918		700,080	2,8918		17,216
FP15932		0,2589				26,57
FP15933					0,2790	26,51
FP15934	4,4492					52,06
FP15935				4,4718		52,20
FP15936		0,2641				22,70
FP15937					0,2962	22,92
FP15938	4,5622					67,61
FP15939				4,6579		68,91
FP15940		0,4480				25,61
FP15941					0,4516	26,20
FP15942	4,6407					77,04
FP15943				4,5963		76,28
FP15944		0,3166				28,57
FP15945					0,3490	27,88
FP15946	4,1985					61,11
FP15947				4,2646		62,09
FP15948		0,4499				22,55
FP15949					0,4343	22,58
FP15950	4,6004					72,56
FP15951				4,5789		72,31
FP15952		0,2951				40,26
FP15953					0,3111	40,33
FP15954	1,6143					4,467
FP15955				1,5805		5,170
RN21		2,2536	722,751		2,2536	14,579
SOMAS	26,9571	4,2862		27,0418	4,3748	
Desnível NIV/Contra	22,6709			22,667		
Erro (m)	0,0039					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN21	2,6728		722,751	2,6728		33,12
FP15302		0,2490				43,57
FP15303					0,3125	43,51

FP15304	3,5946					77,28
FP15305				3,6513		76,97
FP15306		0,3681				52,36
FP15307					0,3824	52,63
FP15308	2,6920					76,23
FP15309				2,7062		76,17
FP15310		0,9527				78,95
FP15311					0,9220	79,05
FP15312	1,5951					70,85
FP15313				1,5634		70,74
FP15314		1,9503				64,03
FP15315					1,9254	63,85
FP15316	0,9600					61,43
FP15317				0,9366		61,66
FP15318		2,2455				62,26
FP15319					2,2726	61,96
FP15320	1,5180					8,651
FP15321				1,5464		8,678
RN22		1,5159	728,502		1,5159	9,704
SOMAS	13,0325	7,2815		13,0767	7,3308	
Desnível NIV/Contra	5,751			5,7459		
Erro (m)	0,0051					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN22	1,0254		728,502	1,0254		38,32
FP15324		2,3101				61,45
FP15325					2,2398	61,45
FP15326	0,8105					70,41
FP15327				0,7390		70,34
FP15328		2,2290				63,82
FP15329					2,1969	63,88
FP15330	1,1235					67,64
FP15331				1,0921		67,72
FP15332		1,6330				65,21
FP15333					1,6319	65,53
FP15334	1,5007					20,41
FP15335				1,4988		20,49
M7		1,7819	725,008		1,7819	14,154
SOMAS	4,4601	7,954		4,3553	7,8505	
Desnível NIV/Contra	-3,4939			-3,4952		
Erro (m)	0,0013					

NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M7	1,7859		725,008	1,7859		21,48
FP15338		1,5004				68,21
FP15339					1,4634	68,19
FP15340	1,7737					74,28
FP15341				1,7410		74,53
FP15342		1,3311				67,42
FP15343					1,3319	67,53
FP15344	2,0886					83,62
FP15345				2,0923		83,53
FP15346		1,3467				67,47
FP15347					1,3278	67,37
FP15348	1,2396					76,98
FP15349				1,2220		77,02
RN23		1,9142	725,803		1,9142	35,26
SOMAS	6,8878	6,0924		6,8412	6,0373	
Desnível NIV/Contra	0,7954			0,8039		
Erro (m)	-0,0085					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN23	1,4034		725,803	1,4034		40,20
FP15352		2,3766				69,77
FP15353					2,3526	69,55
FP15354	0,5293					72,11
FP15355				0,5071		72,13
FP15356		2,2249				71,36
FP15357					2,2510	71,23
FP15358	1,3647					86,73
FP15359				1,3960		87,02
FP15360		0,8666				76,41
FP15361					0,7893	76,19
FP15362	1,7274					14,244
FP15363				1,6502		14,347
RN24		1,0101	724,350		1,0101	14,324
SOMAS	5,0248	6,4782		4,9567	6,403	
Desnível NIV/Contra	-1,4534			-1,4463		
Erro (m)	-0,0071					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN25	2,0738		727,110	2,0738		71,76
FP15380		1,3879				64,97

FP15381					1,3534	65,09
FP15382	1,8438					74,08
FP15383				1,8095		74,13
FP15384		1,6608				67,88
FP15385					1,6260	67,53
FP15386	1,3387					72,35
FP15387				1,3106		72,32
FP15388		2,1089				66,89
FP15389					2,0932	66,73
FP15390	1,9206					67,71
FP15391				1,9029		67,89
RN26		2,2767	726,853		2,2767	16,173
SOMAS	7,1769	7,4343		7,0968	7,3493	
Desnível NIV/Contra	-0,2574			-0,2525		
Erro (m)	-0,0049					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN26	2,4942		726,853	2,4942		42,38
FP15394		0,9691				69,34
FP15395					0,9712	69,33
FP15396	2,2585					66,83
FP15397				2,2626		66,99
FP15398		0,8960				66,85
FP15399					0,8736	66,94
FP15400	2,2785					66,06
FP15401				2,2605		66,20
FP15402		0,9124				67,25
FP15403					0,8895	67,17
FP15404	2,0491					74,69
FP15405				2,0294		74,60
FP15406		1,2044				65,57
FP15407					1,2072	65,63
FP15408	1,6547					63,96
FP15409				1,6600		64,05
FP15410		1,6218				47,16
FP15411					1,6909	47,02
FP15412	1,5858					4,075
FP15413				1,6541		4,594
M8		1,3063	732,264		1,3063	21,02
SOMAS	12,3208	6,91		12,3608	6,9387	
Desnível NIV/Contra	5,4108			5,4221		
Erro (m)	-0,0113					

NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M8	1,2917		732,264	1,2917		19,440
FP2		2,1161				48,75
FP3					2,1505	48,59
FP4	2,0276					65,77
FP5				2,0627		66,08
FP6		1,6638				51,61
FP7					1,5900	51,54
FP8	2,1716					66,12
FP9				2,0995		66,23
FP10		0,9379				61,18
FP11					0,8966	61,37
FP12	1,9935					40,96
FP13				1,9591		41,18
RN27		1,7557	733,275		1,7557	10,337
SOMAS	7,4844	6,4735		7,413	6,3928	
Desnível NIV/Contra	1,0109			1,0202		
Erro (m)	-0,0093					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN27	1,8962		733,275	1,8962		16,951
FP16		0,8339				68,23
FP17					0,7999	68,27
FP18	2,3251					75,91
FP19				2,2932		75,93
FP20		1,0146				78,43
FP21					0,9583	78,50
FP21001	2,3406					80,81
FP21002				2,2883		80,73
FP21003		0,9436				74,49
FP21004					0,9604	74,42
FP21005	2,2694					59,99
FP21006				2,2871		60,00
FP21007		1,5351				24,13
FP21008					1,5173	24,06
FP21009	1,8778					28,58
FP21010				1,8591		28,53
RN28		1,6061	738,051		1,6061	7,843
SOMAS	10,7091	5,9333		10,6239	5,842	
Desnível NIV/Contra	4,7758			4,7819		
Erro (m)	-0,0061					

NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN28	1,7711		738,051	1,7711		10,450
FP21013		1,1874				71,62
FP21014					1,1477	71,63
FP21015	2,0601					68,18
FP21016				2,0194		68,06
FP21017		1,6217				73,98
FP21018					1,6124	73,94
FP21019	1,7948					75,25
FP21020				1,7874		75,36
FP21021		1,8644				72,26
FP21022					1,8637	72,44
FP21023	1,1737					90,44
FP21024				1,1718		90,68
FP21025		1,5196				17,001
FP21026					1,5022	17,054
FP21027	1,7496					18,406
FP21028				1,7319		18,464
RN29		1,6708	738,736		1,6708	17,579
SOMAS	8,5493	7,8639		8,4816	7,7968	
Desnível NIV/Contra	0,6854			0,6848		
Erro (m)	0,0006					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN29	1,7867		738,736	1,7867		22,58
FP21031		1,0846				67,35
FP21032					1,0686	67,30
FP21033	1,8523					88,93
FP21034				1,8381		88,89
FP21035		1,4360				72,61
FP21036					1,4167	72,83
FP21037	1,8236					98,83
FP21038				1,8051		98,75
RN30		1,9483	739,730		1,9483	29,51
SOMAS	5,4626	4,4689		5,4299	4,4336	
Desnível NIV/Contra	0,9937			0,9963		
Erro (m)	-0,0026					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN30	2,1315		739,730	2,1315		34,63
FP21041		1,8796				68,35

FP21042					1,8486	68,44
FP21043	0,7586					86,48
FP21044				0,7271		86,49
FP21045		2,2244				68,16
FP21046					2,2215	68,35
FP21047	0,7985					82,11
FP21048				0,7934		81,96
FP21049		2,3463				70,23
FP21050					2,4475	70,25
FP21051	0,6107					81,67
FP21052				0,7124		81,65
M9		1,7665	735,812		1,7665	6,751
SOMAS	4,2993	8,2168		4,3644	8,2841	
Desnível NIV/Contra	-3,9175			-3,9197		
Erro (m)	0,0022					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M9	1,8868		735,812	1,8868		23,23
FP21055		2,9167				70,09
FP21056					3,0043	70,15
FP21057	0,3209					74,90
FP21058				0,4052		74,95
FP21059		2,5471				72,08
FP21060					2,5229	72,44
FP21061	0,6043					79,96
FP21062				0,5799		79,85
FP21063		2,3744				72,75
FP21064					2,4964	72,81
FP21065	0,6746					76,71
FP21066				0,7981		76,47
FP21067		1,4569				71,15
FP21068					1,5251	71,23
FP21069	2,8203					76,37
FP21070				2,8910		76,52
FP21071		0,2941				46,79
FP21072					0,2744	46,69
FP21073	3,5682					64,45
FP21074				3,5441		64,41
FP21075		0,3221				35,99
FP21076					0,3785	35,94
FP21077	3,1904					48,59
FP21078				3,2548		48,78
RN32		1,3582	737,608		1,3582	6,796

SOMAS	13,0655	11,2695		13,3599	11,5598	
Desnível NIV/Contra	1,796			1,8001		
Erro (m)	-0,0041					

NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN32	2,4905		737,608	2,4905		62,94
FP21081		0,3684				47,36
FP21082					0,3742	47,40
FP21083	3,5851					79,20
FP21084				3,5914		79,41
FP21085		0,3720				62,92
FP21086					0,3155	62,83
FP21087	3,1564					75,04
FP21088				3,1045		75,19
FP21089		0,7149				73,95
FP21090					0,7216	74,11
FP21091	3,0465					83,71
FP21092				3,0530		83,51
FP21093		1,1143				66,92
FP21094					1,1507	67,26
FP21095	1,8881					59,49
FP21096				1,9245		59,21
FP21097		1,6528				36,02
FP21098					1,6436	35,93
FP21099	1,5673					23,48
FP21100				1,5592		23,51
RN33		1,6884	747,431		1,6884	9,412
SOMAS	15,7339	5,9108		15,7231	5,894	
Desnível NIV/Contra	9,8231			9,8291		
Erro (m)	-0,006					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN33	1,4361		747,431	1,4361		62,46
FP21103		2,0911				64,14
FP21104					2,1090	64,14
FP21105	0,8756					75,84
FP21106				0,8925		75,89
FP21107		2,2373				65,94
FP21108					2,2225	66,04
FP21109	1,3458					67,53

FP21110				1,3327		67,22
FP21111		2,2762				34,37
FP21112					2,2801	34,51
FP21113	1,1706					35,85
FP21114				1,1760		35,88
RN34		1,0036	744,651		1,0036	11,760
SOMAS	4,8281	7,6082		4,8373	7,6152	
Desnível NIV/Contra	-2,7801			-2,7779		
Erro (m)	-0,0022					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN34	0,9613		744,651	0,9613		18,503
FP21117		2,1918				63,67
FP21118					2,2475	63,78
FP21119	0,6348					78,67
FP21120				0,6879		78,40
FP21121		2,3094				69,87
FP21122					2,3622	70,17
FP21123	0,6613					73,95
FP21124				0,7143		73,83
FP21125		2,2182				68,87
FP21126					2,2181	68,90
FP21127	0,7385					58,65
FP21128				0,7374		58,65
M10		1,5943	739,334		1,5943	31,23
SOMAS	2,9959	8,3137		3,1009	8,4221	
Desnível NIV/Contra	-5,3178			-5,3212		
Erro (m)	0,0034					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
M10	0,6566		739,334	0,6566		37,17
FP2		2,8063				69,08
FP3					2,7745	68,85
FP4	0,2913					71,01
FP5				0,2614		71,08
FP50001		2,502				70,08
FP50002					2,494	70,1
FP50003	0,779					75,94
FP50004				0,77		76,01
FP50005		2,096				97,82
RN35			733,656		2,0969	97,85

SOMAS	1,7269	7,4043		1,688	7,3654	
Desnível NIV/Contra	-5,6774			-5,6774		
Erro (m)	0,0000					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN35	0,9597		733,656	0,9597		71,36
FP50008		1,8932				70,30
FP50009					1,9588	70,46
FP50010	1,0549					82,80
FP50011				1,1200		82,80
FP50012		2,1017				73,09
FP50013					2,0898	73,27
FP50014	0,7675					83,03
FP50015				0,7536		82,84
RN36		2,1174	730,326		2,1174	91,00
SOMAS	2,7821	6,1123		2,8333	6,166	
Desnível NIV/Contra	-3,3302			-3,3327		
Erro (m)	0,0025					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN36	0,1648		730,326	0,1648		62,89
FP50018		2,7792				73,71
FP50019					2,8342	73,96
FP50020	0,5308					64,31
FP50021				0,5821		64,10
FP50022		2,9541				74,12
FP50023					2,9192	74,36
FP50024	0,5104					60,41
FP50025				0,4754		60,47
RN37		1,9189	723,880		1,9189	50,84
SOMAS	1,206	7,6522		1,2223	7,6723	
Desnível NIV/Contra	-6,4462			-6,45		
Erro (m)	0,0038					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN37	0,4510		723,880	0,4510		40,27
FP50028		2,8732				72,32
FP50029					2,8342	72,54
FP50030	0,6171					58,42
FP50031				0,5795		58,32
FP50032		2,9525				74,28

FP50033					2,9147	74,63
FP50034	1,1673					58,75
FP50035				1,1275		58,71
FP50036		2,7387				68,88
FP50037					2,7411	69,01
FP50038	0,3299					57,06
FP50039				0,3337		57,01
RN38		1,6682	716,212		1,6682	4,02
SOMAS	2,5653	10,2326		2,4917	10,1582	
Desnível NIV/Contra	-7,6673			-7,6665		
Erro (m)	-0,0008					
NIVELAMENTO				CONTRA-NIVELAMENTO		DISTÂNCIA
PONTO	VISADA RÉ	VISADA VANTE	COTA	VISADA RÉ	VISADA VANTE	
RN38	0,8928		716,212	0,8928		78,61
FP50042		2,0044				74,81
FP50043					2,0021	74,81
FP50044	1,0890					76,57
FP50045				1,0853		76,60
FP50046		2,1506				82,73
FP50047					2,2121	82,59
FP50048	0,6432					79,38
FP50049				0,7059		79,37
M11		2,8171	711,865		2,8171	48,31
SOMAS	2,625	6,9721		2,684	7,0313	
Desnível NIV/Contra	-4,3471			-4,3473		
Erro (m)	0,0002					

APÊNDICE B – MONOGRAFIA DOS MARCOS GEODÉSICOS

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)					
Nome	M7	Referência	IBGE	Data rastreio	abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local	Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	18°06'37,43131"S	Longitude	51°38'48,09790"W	Altitude elipsoidal (h)	719,820
Sigma a latitud e(m)	0,000	Sigma longitud e(m)	0,000	Sigma altitude (m)	0,000
Ondulação geoidal (mapgeo 2015IBGE)	-5,20	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,20	Altitude ortométrica (h)	725,020

COORDENADAS UTM			
Norte(m)	7.997.480,399	Este (m)	431.580,840
		Altitude adotada (h)	725,020
DESCRIÇÃO			
Marco de concreto cravado no bordo direito da estrada.			
FOTOGRAFIAS			
 GO-180, Jatai - GO, Brasil UTM 22K 431578.97000000003 W Local 11:25:23 GMT 14:25:23 7997477.74 S Altitude 721.1 meters terça-feira, 04-06-2021		 GO-180 M7 earth technologies	

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M0	Referência	M7	Data rastreio
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
Receptor	COMNAV T300	Eliipsoide	GRS-1980	Meridiano central
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	17°59'50,30196"S	Longitude	51°34'31,55834"W	Altitude elipsoidal (h)
Sigma latitud e(m)	0,005	Sigma longitude (m)	0,004	Sigma altitud e(m)
Ondulação geoidal (mapgeo 2015BGE)	-5,21	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,21	Altitude ortométrica (h)
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	8.010.017,993	Este (m)	439.081,416	Altitude adotada (h)
DESCRIÇÃO				
Marco cravado do lado direito da estrada, no entroncamento com a BR-364.				
FOTOGRAFIAS				
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 439082.790000000004 W Local 17:01:00 GMT 20:01:00 8010012.22 S Altitude 727,8 meters segunda-feira, 04-05-2021				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M1	Referência	M7	Data rastreio
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
Receptor	COMNAV T300	Eliipsoide	GRS-1980	Meridiano central
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°00'54,77536"S	Longitude	51°35'16,58547"W	Altitude elipsoidal (h)
Sigma latitud e(m)	0,003	Sigma longitude (m)	0,003	Sigma altitud e(m)
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,21	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,21	Altitude ortométrica (h)
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	8.008.032,328	Este (m)	437.763,538	Altitude adotada (h)
DESCRIÇÃO				
Marco cravado do lado esquerdo da estrada, junto ao mourão da cerca.				
FOTOGRAFIAS				
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 8008034,22 S 437762,16000000003 W Altitude 762,7 meters Local 07:39:41 segunda-feira, 04-05-2021 GMT 10:39:41 				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)					
Nome	M2	Referência	M7	Data rastreio	abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local	Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	18°02'09,58520"S	Longitude	51°36'01,67219"W	Altitude elipsoidal (h)	753,787
Sigma latitude (m)	0,002	Sigma longitude (m)	0,002	Sigma altitude (m)	0,003
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,22	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,22	Altitude ortométrica (h)	759,007
COORDENADAS UTM					
Norte(m)	8.005.728,892	Este (m)	436.445,218	Altitude adotada (h)	759.007
DESCRIÇÃO					
Marco cravado do lado esquerdo da estrada, próximo à cerca.					
FOTOGRAFIAS					
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 436443.94 W 8005724.2 S Local 12:22:56 Altitude 760.7 meters GMT 15:22:56 sexta-feira, 04-09-2021					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M3	Referência	M7	Data rastreio
				abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
				Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central
				-51°W
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°02'55,93958"S	Longitude	51°36'51,32768"W	Altitude elipsoidal (h)
				693,145
Sigma latitude(m)	0,006	Sigma longitude (m)	0,007	Sigma altitude(m)
				0,009
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,21	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,21	Altitude ortométrica (h)
				698,355
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	8.004.299,452	Este (m)	434.989,995	Altitude adotada (h)
				698,355
DESCRIÇÃO				
Marco de concreto cravado no lado direito da estrada, próximo a um entroncamento de entrada de fazenda.				
FOTOGRAFIAS				
				
				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)					
Nome	M4	Referência	M7	Data rastreio	abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local	Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	18°03'53,99417"S	Longitude	51°37'05,31451"W	Altitude elipsoidal (h)	592,401
Sigma latitud e(m)	0,002	Sigma longitude (m)	0,002	Sigma altitud e(m)	0,003
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,22	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,22	Altitude ortométrica (h)	597,621
COORDENADAS UTM					
Norte(m)	8.002.513,839	Este (m)	434.584,755	Altitude adotada (h)	597,621
DESCRIÇÃO					
Marco cravado do lado direito da estrada, próximo a um poste de energia.					
FOTOGRAFIAS					
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 8002516.26 S 434586.47000000003 W Altitude 604.4 meters Local 08:16:55 sexta-feira, 04-09-2021 GMT 11:16:55					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)					
Nome	M5	Referência	M7	Data rastreio	abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local	Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	18°04'56,32979"S	Longitude	51°37'17,09952"W	Altitude elipsoidal (h)	564,540
Sigma latitude(m)	0,001	Sigma longitude (m)	0,001	Sigma altitude(m)	0,002
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,23	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,23	Altitude ortométrica (h)	569,769
COORDENADAS UTM					
Norte(m)	8.000.596,856	Este (m)	434.244,759	Altitude adotada (h)	569,769
DESCRIÇÃO					
Marco cravado do lado direito da estrada, junto ao mourão da cerca.					
FOTOGRAFIAS					
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 434249.34 W 8000593.25 S Local 08:09:00 GMT 11:09:00 Altitude 571.6 meters sexta-feira, 04-09-2021					

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M6	Referência	M7	Data rastreio
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°06'06,51651"S	Longitude	51°38'09,08057"W	Altitude elipsoidal (h)
Sigma latitude(m)	0,003	Sigma longitude (m)	0,002	Sigma altitude(m)
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,22	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,22	Altitude ortométrica (h)
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	7.998.434,528	Este (m)	432.724,260	Altitude adapt (m)
DESCRIÇÃO				
Marco cravado do lado direito da estrada, próximo a um poste de energia.				
FOTOGRAFIAS				
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 432717.11 W 7998431.95 S Local 15:08:43 Altitude 700,7 meters GMT 18:08:43 segunda-feira, 04-05-2021 				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M8	Referência	M7	Data rastreio
				abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
				Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central
				-51°W
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°07'03,89945"S	Longitude	51°40'02,52253"W	Altitude elipsoidal (h)
				727,076
Sigma latitude(m)	0,004	Sigma longitude (m)	0,004	Sigma altitude(m)
				0,006
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,14	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,14	Altitude ortométrica (h)
				732,216
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	7.996.659,122	Este (m)	429.396,484	Altitude adotada (h)
				732,216
DESCRIÇÃO				
Marco de concreto cravado do lado direito da estrada, próximo a um poste de energia.				
FOTOGRAFIAS				
 GO-180, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 429398.84 W 7996662.07 S Local 16:02:41 Altitude 733 meters GMT 19:02:41 segunda-feira, 04-05-2021				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M9	Referência	M7	Data rastreio
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°08'02,17528"S	Longitude	51°40'29,82340"W	Altitude elipsoidal (h)
Sigma latitude(m)	0,002	Sigma longitude (m)	0,002	Sigma altitude(m)
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,13	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,13	Altitude ortométrica (h)
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	7.994.865,127	Este (m)	428.600,721	Altitude adotada (h)
DESCRIÇÃO				
Marco de concreto cravado no lado esquerdo da estrada, próximo da cerca, do lado de dentro da propriedade.				
FOTOGRAFIAS				
 GO-467, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 428602.4 W 7994865.98 S Local 02:51:32 PM Altitude 734.4 meters GMT 05:51:32 PM domingo, 04-04-2021				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)				
Nome	M10	Referência	M7	Data rastreio
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local
Receptor	COMNAV T300	Eliipsoide	GRS-1980	Meridiano central
DATUM: SIRGAS 2000				
COORDENADAS GEODÉSICAS				
Latitude	18°09'15,95401"S	Longitude	51°40'46,34646"W	Altitude elipsoidal (h)
Sigma latitud e(m)		Sigma longitude (m)		Sigma altitud e(m)
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 IBGE)	-5,14	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,14	Altitude ortométrica (h)
COORDENADAS UTM				
Norte(m)	7.992.595,791	Este (m)	428.123,555	Altitude adotada (h)
DESCRIÇÃO				
Marco cravado do lado direito da estrada.				
FOTOGRAFIAS				
 GO-467, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 428121.13 W 7992603.91 S Local 15:59:44 Altitude 747.1 meters GMT 18:59:44 domingo, 04-04-2021				
				

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO(GNSS)					
Nome	M11	Referência	M7	Data rastreio	abril/2021
Estado	Goiás	Município	Jataí	Local	Rodovia GO-180
Receptor	COMNAV T300	Elipsoide	GRS-1980	Meridiano central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	18°10'26,22321"S	Longitude	51°41'04,32199"W	Altitude elipsoidal(h)	706,613
Sigma latitude (m)	0,005	Sigma longitude (m)	0,004	Sigma altitude (m)	0,006
Ondulação geoidal (mapgeo 2015 BGE)	-5,15	Ondulação geoidal (Niv. Geométrico)	-5,15	Altitude ortométrica (h)	711,763
COORDENADAS UTM					
Norte(m)	7.990.434,139	Este (m)	427.603,437	Altitude adotada (h)	711,763
DESCRIÇÃO					
Marco de concreto cravado ao lado da cerca, no bordo direito da estrada.					
FOTOGRAFIAS					
 GO-467, Jataí - GO, Brasil UTM 22K 427608.96 W 7990433.71 S Local 16:07:36 GMT 19:07:36 Altitude 717.4 meters domingo, 04-04-2021					