



**LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO NA REPRESA PASSA CINCO, NO MUNICÍPIO DE
PONTE NOVA, MINAS GERAIS**

**PRODUTO Nº 1 – LEVANTAMENTOS GEODÉSICO E BATIMÉTRICO DA REPRESA
PASSA CINCO, NO MUNICÍPIO DE PONTE NOVA, MINAS GERAIS.**

**PONTE NOVA - MINAS GERAIS
SETEMBRO DE 2021**



Ficha Técnica

PRODUTO Nº 1 – LEVANTAMENTOS GEODÉSICO E BATIMÉTRICO DA REPRESA PASSA CINCO, NO MUNICÍPIO DE PONTE NOVA, MINAS GERAIS.

Equipe Técnica

Engenheira Agrimensora e Cartógrafa: Rayra Bellico Cária e Coelho – CREA: MG-299.677/D
Estagiários: Felipe Catão Mesquita Santos
Mayke Nogueira de Miranda



**LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO NA REPRESA PASSA CINCO, NO MUNICÍPIO DE
PONTE NOVA, MINAS GERAIS**

**PRODUTO Nº 1 – LEVANTAMENTOS GEODÉSICO E BATIMÉTRICO DA REPRESA
PASSA CINCO, NO MUNICÍPIO DE PONTE NOVA, MINAS GERAIS.**

DATA: 09 de setembro de 2021.

AVENIDA NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS, Nº 314, A - BAIRRO GUARAPIRANGA - PONTE NOVA - MG, Tel: (31)3817-5035
Engenheira: Rayra Bellico Cária e Coelho, [REDACTED], cel.: [REDACTED] Whatsapp: [REDACTED]



1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente relatório tem a finalidade de apresentar os produtos das etapas dos levantamentos batimétricos realizados no reservatório Passa Cinco, no município de Ponte Nova-MG. Os serviços foram executados visando a geração de produtos na escala de mapeamento 1:8.000, abrangendo uma área estimada de 5 ha, representando a área molhada do empreendimento. Além da descrição da metodologia de execução, também serão evidenciados os equipamentos utilizados, resultados obtidos e os produtos entregues.

1.1.EMPRESA CONTRATANTE

Nome: PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTE NOVA – SECRETÁRIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SEMAM).

1.2.EQUIPE TÉCNICA

Os trabalhos de escritório foram executados pela equipe descrita a seguir:

- Rayra Bellico Cária e Coelho

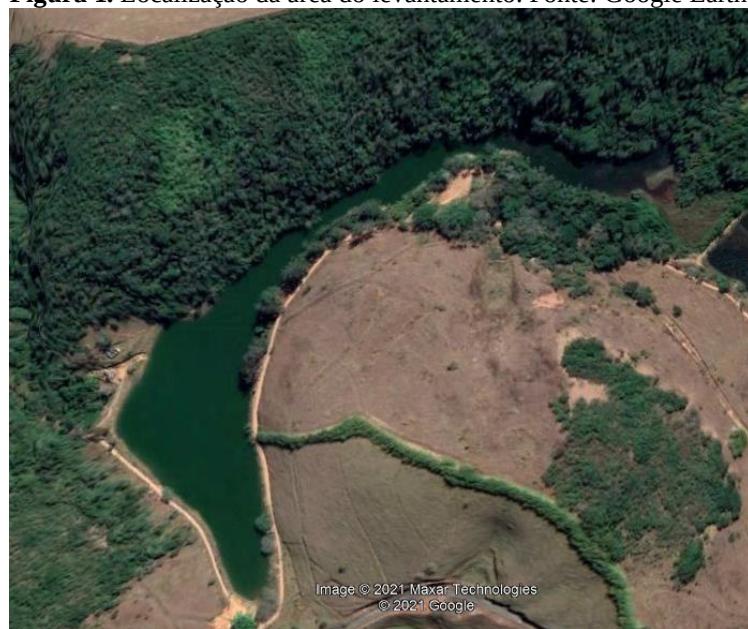
Os trabalhos de campo foram executados pela equipe descrita a seguir:

- Rayra Bellico Cária e Coelho
- Felipe Catão Mesquita Santos
- Mayke Nogueira de Miranda

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O reservatório em que os testes foram realizados (Figura 1) é localizado no município de Ponte Nova – MG e apresenta uma área de 5 hectares.

Figura 1. Localização da área do levantamento. Fonte: Google Earth.



3. PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO

3.1. APOIO DE CAMPO

3.1.1. Normas Técnicas

Na execução dos trabalhos foram observadas todas as Normas Técnicas e Padronizações pertinentes a realização de cada fase dos serviços, dentre as quais se destacam:

- Decreto-Lei nº 1.177 de 21/06/1971 - Dispõe sobre o aerolevantamento em território nacional;
- Decreto nº 2.278 de 17/07/1997 – RAA - Regulamenta o Decreto-Lei nº 1177 de 21/06/1971 que dispõe sobre aerolevantamento no território nacional;
- Portaria nº 0637-SC-6/FA-61 de 05/03/1998 - IRA - Aprova as Instruções Reguladoras de Aerolevantamento em território nacional;
- Lei nº 7.565 de 19/12/1986 que dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica;

RELATÓRIO TÉCNICO

- RPR 22 de 21/07/1983 - IBGE - Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos no Território Brasileiro;
- RPR 1/2005 – IBGE - Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro para o SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas;
- RPR 4/2012 - Retifica a RPR 1/2005;
- N 1/2008 - IBGE - Norma de Serviço sobre Padrão de Marco Geodésico;
- NBR 13.133, de 30/06/1994 - Que trata da execução de levantamentos topográficos;
- Decreto 89.817, de 20/06/1984 - Instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional quanto aos padrões de exatidão;
- Decreto nº 5.334 de 6/01/2005 - Da nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional;
- Decreto-lei nº 243/1967 de 28 de fevereiro de 1967 - Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e dá outras providências;

3.1.2. Sistema Geodésico Empregado

3.1.2.1. Referencial Planimétrico

Para o presente trabalho foi considerado como referência básica as estações de primeira ordem do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), homologadas junto ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) do IBGE.

Para composição dos produtos finais foi utilizado como referencial planimétrico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000). A definição deste sistema é dada pelos parâmetros a seguir apresentados.

- Nomenclatura oficial: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas;
- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional ITRS (*International Terrestrial Reference System*);
- Figura geométrica para a Terra: Elipsoide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (*Geodetic Reference System 1980 - GRS80*);
- Semi-eixo maior $a = 6.378.137$ m; e
- Achatamento $f = 1/298.257222101$.
- Parâmetros referentes ao posicionamento espacial do elipsoide:
 - Origem: Centro de massa da Terra (Geocêntrico); e
 - Orientação: Polos e meridiano de referência consistentes em $\pm 0.005''$ com as direções definidas pelo BIH (Bureau International de l'Heure), em 1984,0.

RELATÓRIO TÉCNICO

- Estações de Referência: 21 estações da Rede Continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e identificadas formam a estrutura de referência a partir da qual o sistema SIRGAS2000 é materializado em território nacional. É incluída nesse conjunto a estação SMAR, pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cujas coordenadas foram determinadas pelo IBGE posteriormente à campanha GPS SIRGAS2000;
- Época de Referência das coordenadas: 2000,4; e
- Materialização: Estabelecida por intermédio de todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência.

3.1.2.2. Referencial Altimétrico

O referencial altimétrico adotado neste projeto é o mesmo utilizado pelo IBGE: datum altimétrico de Imbituba, que coincide com a superfície equipotencial do nível médio dos mares, definido pelas observações maregráficas tomadas na Baía de Imbituba-SC.

3.2. PROCESSAMENTO E AJUSTAMENTO DO RASTREIO DO VÉRTICE DE APOIO

Com o rastreio de pelo menos 3 horas no marco implantado na área “seca” do reservatório Passa Cinco, foi obtido o arquivo RINEX para o processamento. Todo o processamento foi realizado com base nas normativas do IBGE, respeitando cada detalhe, objetivando a melhor precisão do ponto. Os dados foram inseridos no PPP e logo em seguida feito a correção para os pontos de RTK.

Figura 2. Rastreio do vértice de apoio. Fonte: IBGE.



RELATÓRIO TÉCNICO

Figura 3. Processamento PPP do vértice de apoio. Fonte: IBGE.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: 03313726

Inicio:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2021/08/24 13:32:55,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2021/08/24 19:25:00,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CNTT300 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	2,000
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,87 GPS 2,78 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,01 GPS 1,07 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-20° 25' 27,7190"	-42° 52' 53,8670"	481,21	7740130.813	721031.077	-45
Na data do levantamento ⁵	-20° 25' 27,7105"	-42° 52' 53,8693"	481,21	7740131.076	721031.014	-45
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,003	0,006			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeohnor_imbituba
Fator para Conversão (m):	-7,94
Altitude Normal (m):	489,15
Incerteza (m):	0,08

3.3. ONDULAÇÃO GEOIDAL

A altitude determinada utilizando um receptor GNSS não está relacionada ao nível médio do mar, mas a um elipsoide de referência com dimensões específicas. Portanto, torna-se necessário conhecer a Altura (ou Ondulação) Geoidal (diferença entre as superfícies do geoide e elipsoide) para que a altitude acima do nível médio do mar possa ser obtida.

A Altura (ou Ondulação) Geoidal é empregada para converter as altitudes elipsoidais e referenciá-las ao nível médio dos mares com altitudes obtidas sobre o geoide.

O cálculo da Altitude Ortométrica foi realizado através da seguinte equação (Eq. 1) aproximada:

$$H = h - N \quad (Eq. 1)$$

Onde:

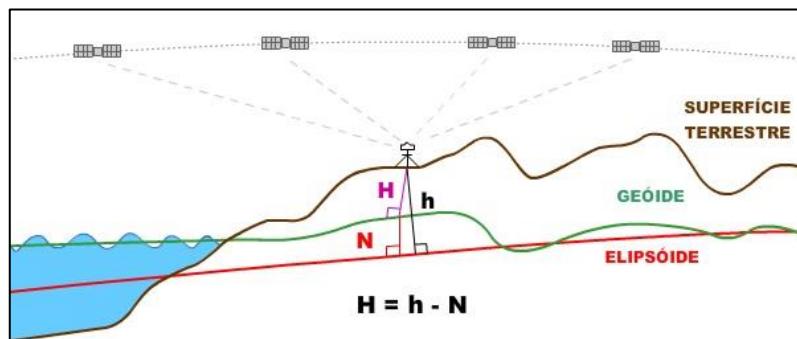
H = Altitude Ortométrica;

h = Altitude Geométrica; e

N = Ondulação Geoidal.

A Figura 5 ilustra a Altitude Ortométrica.

Figura 4. Altura (ou Ondulação) Geoidal. Fonte: IBGE.



A partir da Ondulação Geoidal do hgeoHNOR, fornecido pelo IBGE, foram calculadas as Altitudes Ortométricas dos pontos levantados.



LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO MONOFEXE

1. EXECUÇÃO DO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

A equipe adotou a metodologia de linhas transversais com equidistância de 10 metros e uma linha longitudinal intersectando todas as linhas, para validação e análise das discrepâncias, de acordo com a imagem abaixo (Figura 5).



Figura 5. Planejamento do levantamento batimétrico

Para a execução do levantamento toda a preparação foi realizada e a montagem do sistema foi feita em uma embarcação de oportunidade, de acordo com a Figura 6.

Figura 6. Preparação do levantamento



Figura 3 - Preparação do levantamento



Gestão Engenharia
Meio Ambiente e Agrimensura

RELATÓRIO TÉCNICO

A calibração do ecobatímetro foi feita através da utilização do perfilador de velocidade do som na água Teledyne SVP (Figura 7).

Os dados foram descarregados no software Digibar Pro 3.0 e as velocidades obtidas foram aplicadas no software do ecobatímetro BathyLogger para a correta detecção do fundo.

Figura 7. Lançamento do perfilador



Durante o levantamento, foi constatado que a região mais a nordeste do reservatório (Figura 8 e 9) encontrava-se assoreada, impossibilitando a realização da navegação segura para a sondagem, a equipe optou por fazer a coleta de alguns pontos com a metodologia do levantamento topobatimétrico (Figura 10).


Gestão Engenharia
Meio Ambiente e Agrimensura
RELATÓRIO TÉCNICO

Figura 8. Região assoreada



Figura 9. Região assoreada

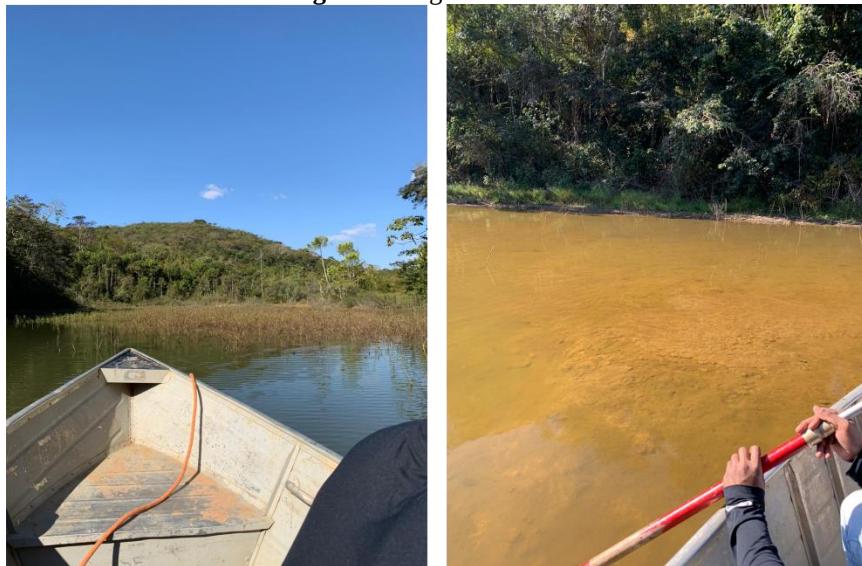


Figura 10. Topobatimetria nas regiões de difícil acesso



Após a coleta dos dados com a metodologia RTK, os dados são integrados com os pontos da batimetria para uma melhor representação do reservatório.

1.1. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade do apoio de campo (Levantamento, Processamento e Ajustamento) corresponde as atividades que visam garantir e atender à qualidade prevista para essa etapa. As atividades de controle da qualidade realizadas para os produtos são descritas a seguir.

1.1.1. Conferência dos Equipamentos

- Checagem do tipo de equipamento utilizado: tipo, marca, modelo, modelo de antena e código;
- Checagem do funcionamento dos equipamentos.

1.1.2. Execução dos Trabalhos de Campo

- Avaliação da localização das Estações Oficiais de Referência existentes;
- Avaliação da localização dos vértices a serem implantados no Apoio Terrestre.

1.1.3. Dados Coletados no Rastreio dos Pontos

AVENIDA NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS, Nº 314, A - BAIRRO GUARAPIRANGA - PONTE NOVA - MG, Tel: (31)3817-5035

Engenheira: Rayra Bellico Cária e Coelho, [REDACTED], cel.: [REDACTED] Whatsapp: [REDACTED]

- Conferência dos arquivos recebidos (fotos de campo, croquis, arquivo GNSS);
- Checagem da conversão dos arquivos para RINEX II;
- Conferência dos arquivos organizados nos diretórios;
- Verificação das cadernetas de campo.

1.1.4. Processamento e Ajustamento

- Avaliação dos vetores processados através do relatório de processamento e ajustamento;
- Conferência dos resultados obtidos para atendimento das Normas Técnicas;
- Avaliação do ajustamento através do relatório de ajustamento;
- Conferência, através de testes condicionais, das precisões de todas as coordenadas (desvios-padrão de E, N, h) e ainda da resultante das componentes dos desvios-padrão.

1.1.5. Dados Técnicos

- Análise dos procedimentos metodológicos seguidos, em atendimento às Normas Técnicas;
- Validação dos produtos gerados.

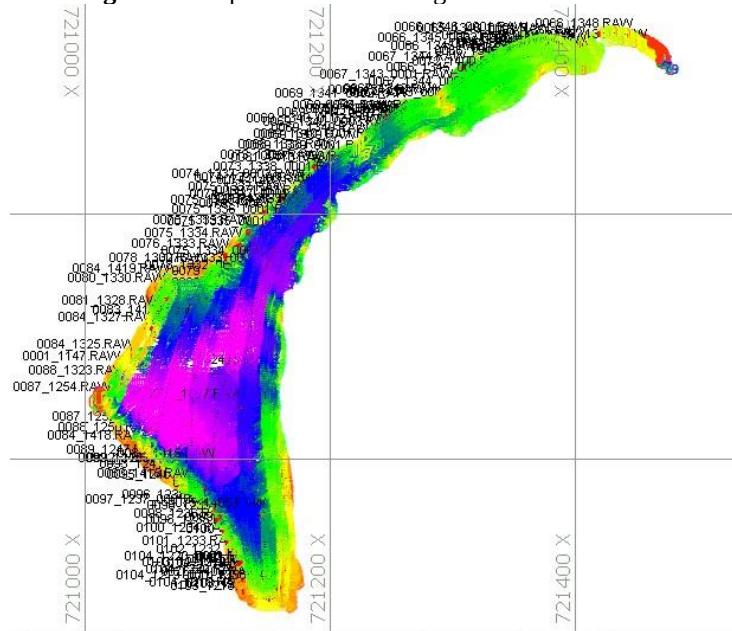
1.1.6. Monografias

- Conferência dos itinerários utilizando o Google Earth;
- Conferência da coerência nos textos gerados, da conectividade entre as palavras, se todas as indicações de nomes próprios são iniciadas por letra maiúscula e a correta pontuação;
- Conferência do tamanho das fotos de campo e fotos de localização; e
- Conferência da existência de apenas um itinerário / foto do campo / foto de localização / croqui para cada vértice e que eles estão tratando da mesma informação em cada item.

2. PROCESSAMENTO DOS LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO MONOFEXE

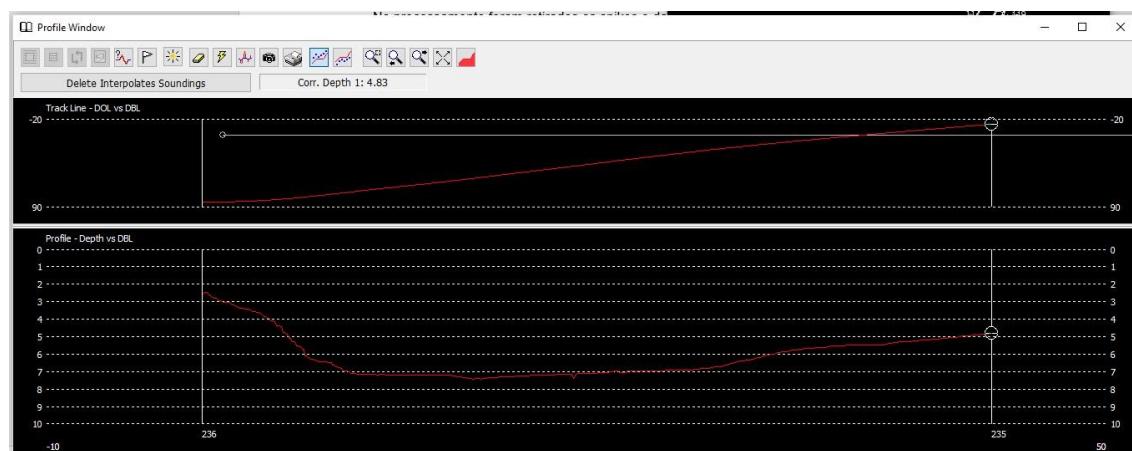
Os dados foram gerados e visualizados no Hypack MAX para que se desse início do processamento e análise das linhas sondadas. A Figura 11 mostra a visão geral dos pontos coletados.

Figura 11. Topobatimetria nas regiões de difícil acesso



No processamento foram retirados os spikes e dados espúrios (Figura 12), limpando os perfis, que já apresentavam poucos ruídos.

Figura 12. Perfil de uma seção realizada.



Após o processamento foram analisados os resultados do reservatório como níveis de profundidade,

AVENIDA NOSSA SENHORA DAS GRACAS, N° 314, A - BAIRRO GUARAPIRANGA - PONTE NOVA - MG. Tel: (31)3817-5035

ENGENHEIRA: Rayra Bellico Cária e Coelho. cel.: (31) 9981-0000. WhatsApp: (31) 9981-0000

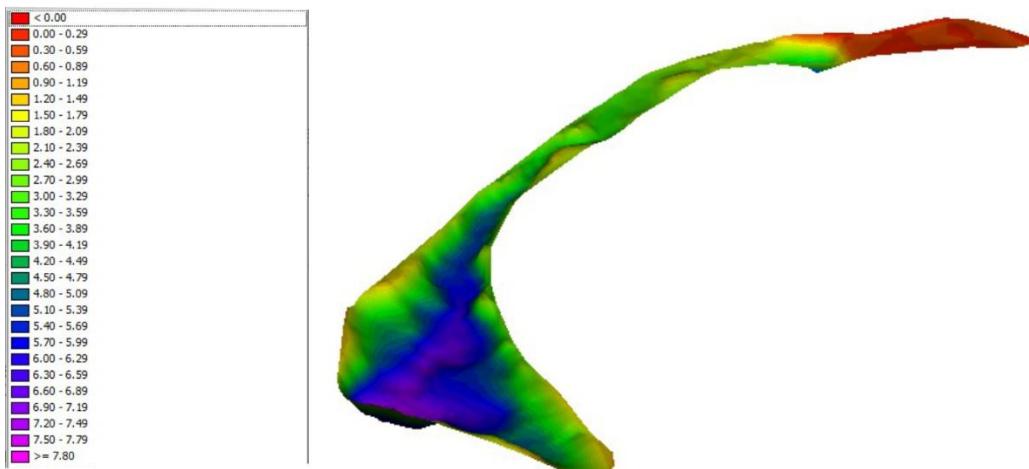
volume, entre outros. A Tabela 1 apresenta esses resultados após o processamento.

Tabela 1 - Resultados pós-processamento
RESULTADOS BATIMETRIA

Profundidade Média:	3,87	m
Profundidade Mínima:	0,21	m
Profundidade Máxima:	7,42	m
Volume:	153.780,5	m ³
Área:	34.863,8	m ²

De acordo com os dados processados, foi gerado também o modelo digital de profundidade (Figura 7) com base nas profundidades obtidas.

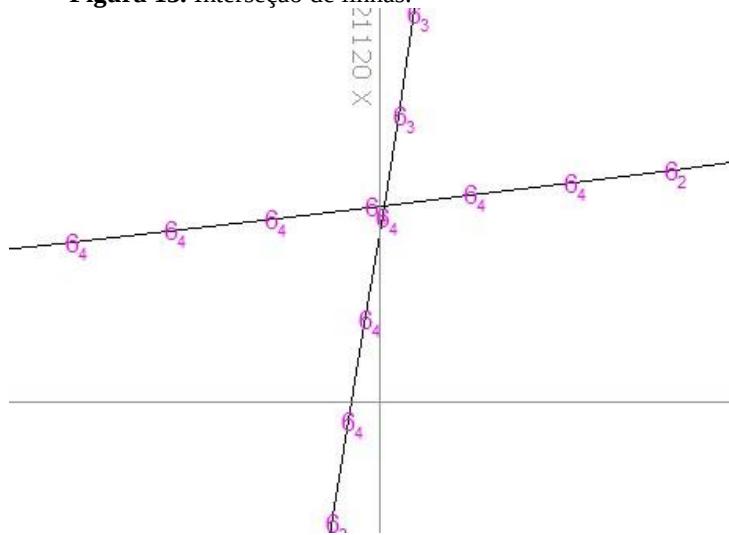
Figura 10. Modelo digital de profundidade.



3. AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DOS DADOS

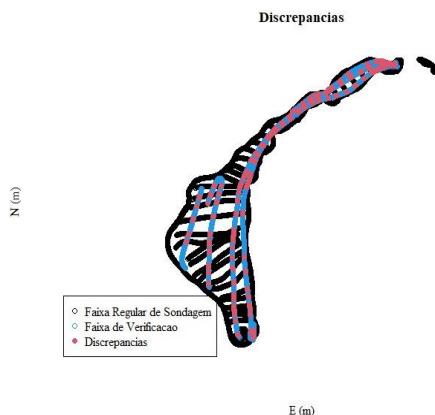
A Figura 13 mostra um exemplo de interseção entre as linhas com uma pequena discrepancia das profundidades.

Figura 13. Interseção de linhas.



Para uma análise mais refinada, foi utilizado script *Point to Point* (Ferreira, 2018) para realizar as análises das discrepâncias entre as interseções das linhas transversais e longitudinais. A figura abaixo (Figura 14) apresenta os pontos identificados de interseção entre as linhas sondadas.

Figura 14. Mapa dos pontos de interseção identificados.



Após a inserção dos pontos no formato de coordenadas XYZ nas ferramentas de análise, obtiveram resultados de cada discrepancia entre a profundidade da linha regular de sondagem e da linha de

AVENIDA NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS, Nº 314, A - BAIRRO GUARAPIRANGA - PONTE NOVA - MG, Tel: (31)3817-5035

Engenheira: Rayra Bellico Cária e Coelho, [REDACTED], cel.: [REDACTED], Whatsapp: [REDACTED]

verificação (Tabela 1).

Tabela 2 - Análise estatística das discrepâncias

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Média:	-0.01	m
Mínimo:	-0.27	m
Máximo:	0.23	m
RMSE	0.22	m
Desvio Padrão	0.22	m

Foram analisadas mais de 1500 pontos de discrepâncias para o controle de qualidade do levantamento batimétrico e é notável os bons resultados apresentados para as incertezas ponto a ponto, apresentando uma incerteza média de 1 centímetro.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14166. Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento. Rio de Janeiro. 1996. 23p.

CIDADE-BRASIL, 2021. Município de Barão de Cocais. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-barao-de-cocais.html>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

CLIMATE-DATA. **Barão de Cocais Clima (Brasil)**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/barao-de-cocais-24994/>. Acesso em: 25 maio 2021.

COPASA. **Informações sobre abastecimento**. Disponível em: <https://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/informacoes-sobre-abastecimento>. Acesso em: 21 maio 2021.

ENGECORPS ENGENHARIA S.A. **Proposta de revisão do plano municipal de saneamento básico**. Barão de Cocais: Prefeitura Municipal de Barão de Cocais, 2020.

FERREIRA, I. O. **Controle de qualidade em levantamentos hidrográficos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 216p., 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Barão de Cocais - Panorama**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/barao-de-cocais/panorama>. Acesso em: 25 maio 2021.

MUNICÍPIO DE BARÃO DE COCAIS, 2021. Homepage da Prefeitura de Barão de Cocais. Disponível em: <<https://www.barao-de-cocais.mg.gov.br>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

SANTOS, D. A. R.; CAMARGO, P.X. **Classificação do Uso do Solo do Município de Barão de Cocais - MG**. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 34p. 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série Histórica**. 2018. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 25 maio 2021