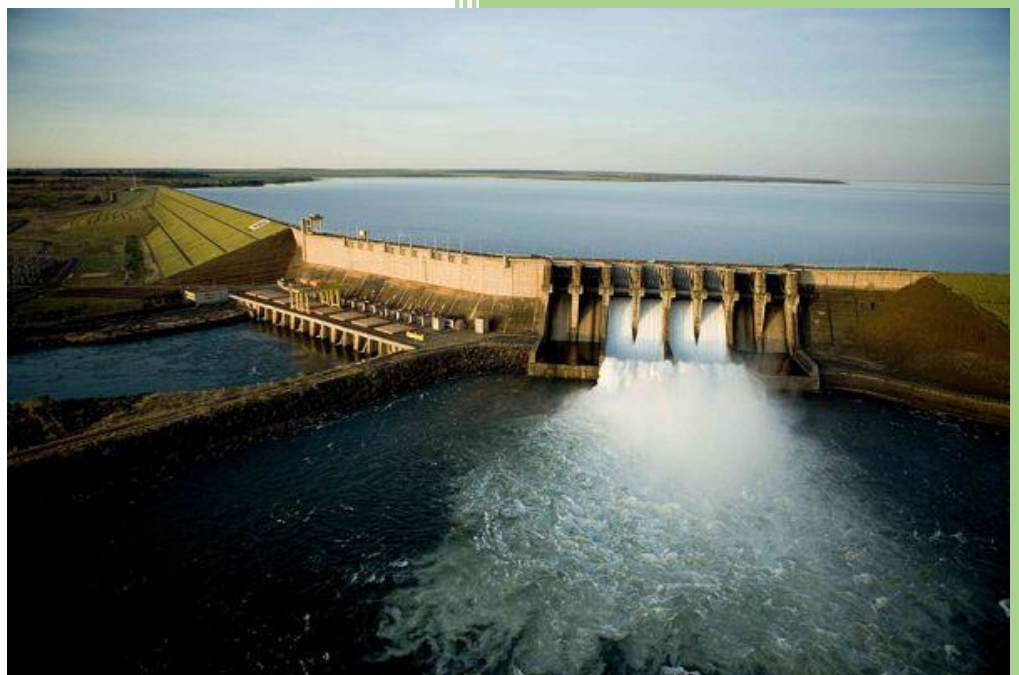


UHE Água
Vermelha

Relatório Técnico

Atualização das Curvas Cota x Área x Volume



Contratante: AES TIETÊ S.A.

Contratado: Rural Tech Comércio e Serviços EIRELI

Processo Nº: 02501.001856/2012-29

LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DE RESERVATÓRIOS COM
OBJETIVO DE ATUALIZAÇÃO DAS CURVAS PARA ATENDIMENTO
DA RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/ANEEL Nº 03/2010

UHE ÁGUA VERMELHA

AGV-CAV-01-RT-AC-R03

ELABORAÇÃO:

Eng. Lucas Amorim de Sá

Geofísico Kayque Bergamashci

REVISÃO:

Eng. Sergio Vieira Ballarin

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA CONTRATADA	4
3. OBJETIVO	5
4. ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	6
5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	6
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA	7
6. CLASSIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO QUANTO O POTENCIAL DE ASSOREAMENTO.....	7
6.1 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO .	8
6.2 POSIÇÃO DO RESERVATÓRIO NA CASCATA (PRC)	10
6.3 REGIME DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO (ROR)	10
6.4 MAGNITUDE E IMPORTÂNCIA DOS EFEITOS DO ASSOREAMENTO (MI)	11
6.5 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE CRITICIDADE (NC)	12
7. LEVANTAMENTOS REALIZADOS	12
7.1 AVALIAÇÃO DO MODELO GRAVITACIONAL BRASILEIRO- MAPGeo2010.....	12
7.2 MAPEAMENTO DA ÁREA MOLHADA	15
7.3 MAPEAMENTO DA ÁREA SECA	17
7.4 IMPLANTAÇÃO DAS SEÇÕES DE CONTROLE	18
8. PRODUTOS E RESULTADOS	19
8.1 MODELO DIGITAL DO TERRENO – MDT	19
8.1.1 INTEGRAÇÃO DO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO COM O PERFILAMENTO A LASER.....	19
8.1.2 MODELO DIGITAL DO TERRENO	21
8.2 CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME	23
8.2.1 METODOLOGIA	23
8.2.2 CORRELAÇÃO DAS COTAS – SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO (SGB) X COTA DE OPERAÇÃO (RÉGUA DA UHE ÁGUA VERMELHA)	25
8.2.3 CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME.....	25

8.2.4	AVALIAÇÃO DE INCERTEZAS DAS CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME.....	28
8.2.5	COMPARAÇÃO COM A CURVA ANTIGA	29
8.3	CARTAS TOPOBATIMÉTRICAS	29
8.4	SEÇÕES DE MONITORAMENTO DE DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS	30
9.	CONCLUSÃO	31
10.	ANEXOS	32
	ANEXO I CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME – TABELA.....	33

RELAÇÃO DOS DOCUMENTOS TÉCNICOS APRESENTADOS

RELATÓRIO TÉCNICO - Atualização Das Curvas Cota X Área X Volume

ANEXO 01 - Levantamentos Geodésicos

ANEXO 02 - Levantamentos Batimétricos



1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta as atividades técnicas de cartografia, batimetria e geodésia, executadas para a determinação das Curvas Cota x Área x Volume do reservatório da UHE Água Vermelha, localizado nos municípios de Iturama, no estado de Minas Gerais e Ouroeste, no estado do São Paulo. Os serviços de levantamentos geodésicos, topográficos e batimétricos foram executados pela empresa Rural Tech, nos meses de janeiro, fevereiro e abril de 2016, conforme contrato com a AES Tietê S.A. nº 4600000809 e seus Aditivos.

A Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010 –, em seu Artigo 8º, determina que para as usinas despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, o processo de assoreamento do reservatório deve ser avaliado com base na atualização das curvas Cota x Área x Volume. Este estudo deve ser realizado pelo concessionário ou autorizado da seguinte forma:

- I. para empreendimentos que, na data de publicação desta Resolução, estiverem em operação há oito anos ou mais, a atualização deverá ser feita no prazo de até 24 meses contados da data de publicação desta Resolução e, a partir da referida atualização, a cada 10 anos;
- II. para os demais empreendimentos não atingidos pelo inciso I, a atualização o deverá ser realizada a cada 10 anos, contados a partir do início de sua operação comercial.

Este relatório contempla os materiais e métodos empregados nos levantamentos realizados pela equipe da Rural Tech, na atualização das curvas Cota x Área x Volume para o atendimento dessa resolução pela UHE Água Vermelha.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA CONTRATADA

Fundada em 1984, a Rural Tech iniciou suas atividades como fabricante de máquinas e equipamentos de irrigação.

Após mais de duas décadas atuando em áreas relacionadas à produção agrícola, levantamentos em campo e projetos agrônômicos e de irrigação, a empresa concentrou suas atividades na área de levantamentos topográficos, hidrométricos e geológicos para subsidiar projetos de geração de energia hidrelétrica.

Com a resposta positiva do mercado e suas expectativas de crescimento, a Rural Tech ampliou seus limites geográficos, atendendo seus clientes em toda parte do território nacional.

O ingresso na área de batimetria multifeixe trouxe à Rural Tech novas experiências e muito conhecimento agregado aos ativos organizacionais. Atualmente, possuímos uma história de parceria e trabalhos bem-sucedidos com grandes empresas, o que lhe garante o conhecimento das boas práticas específicas deste mercado, principalmente nos quesitos de qualidade.

Na busca constante da prestação de melhores serviços, a Rural Tech cada vez mais procura adquirir e incorporar ao seu acervo, profissionais e tecnologias atuais, além de manter um trabalho constante junto aos clientes e fornecedores no sentido de aprimorar continuamente seus processos.

A “Rural Tech” é uma empresa de prestação de serviços, com atividades voltadas ao campo de Topografia, Batimetria e Geomensura, desenvolvemos levantamentos de forma rápida e precisa de forma integrada para atendimento das necessidades de seus clientes.

3. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é a atualização das curvas Cota x Área x Volume da UHE Água vermelha, em atendimento à Resolução Conjunta ANA/ANEEL Nº 03 de 2010.

Para isso a contratada executou as seguintes atividades:

- Validação do Modelo Gravitacional Brasileiro – MapGeo2010.
- Levantamento Batimétrico dos reservatórios por meio de tecnologia multifeixe.
- Implantação de marcos geodésico e seções de controle para monitoramento periódico de sedimentos.
- Integração das informações espaciais relativas ao mapeamento da área seca (LIDAR).
- Processamento de Dados Batimétricos e compatibilização com dados de aerolevantamento (fornecido pela AES Tietê).

- Geração do Modelo Digital de Terreno, Curvas de Nível e Curvas Cota x Área x Volume do reservatório.

4. ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Este trabalho é composto por um relatório técnico, denominado “*Atualização das Curvas Cota x Área x Volume*” e 2 (dois) anexos.

O Relatório Técnico contém a classificação do reservatório quanto ao nível de criticidade, o Modelo Digital do Terreno – MDT, as cartas topobatimétricas, as seções de controle e as curvas Cota x Área x Volume do reservatório.

O Anexo 01, denominado “Levantamentos Geodésicos”, apresenta os serviços realizados para a validação do modelo geoidal utilizado nos levantamentos cartográficos, fornecidos pela AES Tietê S.A, bem como, as monografias dos marcos utilizados e a Carta Geoidal da região do reservatório.

O Anexo 02, denominado “Levantamentos Batimétricos”, inclui os procedimentos para o mapeamento da área molhada do reservatório por meio da tecnologia multifeixe, bem como os produtos resultantes do levantamento batimétrico.

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Quadro 5-1 a seguir apresenta as características da Usina Hidrelétrica Água Vermelha.

Quadro 5-1 - Características do Empreendimento

Localização	Rio Grande
Bacia Hidrográfica	Paraná (6)
Sub-bacia hidrográfica	Grande (61)
Potência Instalada	1396,20 MW
Vazão MLT	2.102,00 m³/s
Latitude / Longitude da barragem	19S 50' 38"/50W 20' 07"- Margem Direita 19S 52' 35"/50W 20' 53" – Margem Esquerda
Município margem direita	Ouroeste/SP
Município margem esquerda	Iturama/MG
Área de drenagem do barramento	139.900 km²

Volume útil ¹	5.196,00 Hm ³
Volume total ¹	11.207,00 Hm ³ (N.A. Max. Maximorum)
N.A Montante ²	383,30 m (Max. Maximorum) 383,30 m (Max. Normal) 373,30 m (Min. Normal)
N.A. Jusante	328,50 m (Máximo Normal)
Nota 1: Volumes antes da presente atualização da curva cota x área x volume	
Nota 2: Cotas na referência de operação.	

5.1 Caracterização da Bacia

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande situa-se na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná que, em conjunto com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata.

A dominialidade dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Grande está dividida entre a União (12,37%) e os Estados de Minas Gerais (51,40%) e São Paulo (36,23%).

Nasce na Serra da Mantiqueira, no município de Bocaina de Minas (MG), a uma altitude aproximada de 1.980 metros. A partir das cabeceiras seu curso tem o sentido Sudoeste - Nordeste, até a divisa dos municípios de Bom Jardim de Minas e Lima Duarte, onde passa a escoar no sentido Sul - Norte até a altura de Piedade do Rio Grande. A partir daí seu curso tem sentido para Noroeste, sendo mantido até a divisa de Rifaina (SP) e Sacramento (MG), onde passa a correr no sentido Leste - Oeste até desaguar no rio Paraná, na divisa dos municípios de Santa Clara do Oeste, na vertente paulista, e Carneirinho, na vertente mineira.

Ao longo do seu curso 12 barragens estão instaladas: Camargos, Itutinga, Funil, Furnas, Marechal Mascarenhas de Moraes (ex-Peixoto), Estreito, Jaguará, Igarapava, Volta Grande, Porto Colômbia, Marimbondó e **Água Vermelha**.

6. CLASSIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO QUANTO O POTENCIAL DE ASSOREAMENTO

Os dados apresentados neste item 6 foram obtidos no documento “*Plano De Trabalho – UHE Água Vermelha- RT-COGE-007/2014*”, plano de trabalho da UHE Água Vermelha entregue a ANA pela AES Tietê em maio de 2014.

6.1 Potencial de produção de sedimentos da Bacia Hidrográfica do Empreendimento Hidrelétrico

Este critério tem como objetivo caracterizar o potencial da produção de sedimentos pela análise hidrossedimentométrica ou geomorfológica da bacia hidrográfica no qual encontra-se inserido o reservatório. Na ausência de informações históricas de registros de descargas sólidas a orientação técnica recomenda a utilização de uma das referências técnicas listadas:

- “Diagnóstico das condições Sedimentológicas dos principais Rios (Eletrobrás/IPH, Agosto de 1992)” e ou
- “Produção de Sedimentos na América do Sul (RBG – ANO 7, nº 1, 2006)”

A referência técnica adotou para o enquadramento do reservatório da UHE Água Vermelha a utilização do mapa de produção de sedimentos para área Brasil, da revista RGB (Referência 02), devido a sua atualização e nível detalhamento do mapeamento. A Figura 6-1 apresenta o mapa em referência.



Figura 6-1 – Mapa de Produção de Sedimentos

Os empreendimentos sob concessão da AES Tietê estão localizados centralizadamente no estado São Paulo, que por consequência apresentam uma homogeneidade geomorfológica, conforme mapeamento, oscilando entre as taxas (02) e (03) do Mapa de Produção de Sedimentos.

Considerando a topografia de planície da região de localização do reservatório da UHE Água Vermelha, o mesmo foi classificado com índice Pss entre 25 e 100 ton/km²/ano, ou seja, como de médio potencial (02), segundo a classificação disponível no item 3.1.1. Da “Orientação Técnica”, transcrita abaixo:

Quadro 6-1 - Critérios do Potencial de Produção de Sedimentos

Pss < 25 ton/km²/ano	Baixo potencial (1)
Pss entre 25 e 100 ton/km²/ano	Médio potencial (2)
Pss > 100 ton/km²/ano	Alto potencial (3)

6.2 Posição do Reservatório na Cascata (Prc)

Este critério avalia o potencial de retenção do empreendimento em função da posição da cascata e do tamanho da bacia de contribuição. Os reservatórios sob concessão da AES Tietê estão encadeados em cascatas em três bacias: Grande, Tietê e Pardo, que, associado à topografia de planície e pequenas distâncias entre empreendimentos, resulta numa barreira natural de proteção para aporte de sedimentos.

Neste contexto a UHE Água Vermelha, por estar localizada no interior da cascata do Rio Grande e possuir uma bacia de contribuição de proporções médias, foi classificada com peso (02), ou seja, de “média suscetibilidade ao assoreamento”.

Quadro 6-2 – Critérios para classificação dos reservatórios segundo a Posição Relativa da Cascata

Reservatórios de Jusante com Pequena Bacia Incremental	Baixa Suscetibilidade (1)
Reservatórios de Jusante com Grande Bacia Incremental	Média Suscetibilidade (2)
Reservatórios de Cabeceira	Alta Suscetibilidade ao Assoreamento (3)

6.3 Regime de Operação do Reservatório (Ror)

Este critério tem como objetivo quantificar o Índice de Regularização (IR) do reservatório. O índice de regularização é definido pela Equação 6-1. A aplicação da equação para o reservatório da UHE Água Vermelha, resulta nos dados apresentados na tabela 02.

$$IR = \frac{Volume\acute{u}til}{Vaz\tilde{a}o\,Turbinada\,M\acute{e}dia}$$

Equação 6-1 – Equação do Índice de Regularização

Quadro 6-3 - Resultado da Classificação dos Reservatórios quanto ao Regime de Operação.

Denominação do Empreendimento	Na. Max (Km ²)	Na Max (km ²)	Vol Útil (hm ³)	Vazão Turb. Média (m ³ /s)	Período Regularizado (dias)
UHE Água Vermelha	647,00	647,00	5.169,00	1.625,72	36,8

Em decorrência do valor obtido para o IR (36,8 dias), o reservatório da UHE Água Vermelha enquadra-se na situação de “média Suscetibilidade ao assoreamento (2)”.

Quadro 6-4 – Critérios de classificação dos reservatórios segundo do Índice de Regularização

IR < 30 dias	Baixa Suscetibilidade (1)
IR entre 30 e 150 dias	Média Suscetibilidade (2)
IR > 150 dias	Alta Suscetibilidade (3)

6.4 Magnitude e importância dos efeitos do assoreamento (MI)

Este critério avalia as características especiais dos reservatórios, talvez, não contemplados nos critérios anteriores, principalmente quando associados à interação humana e ao uso múltiplo.

O reservatório da UHE Água Vermelha foi classificado como de “média externalidade – Peso” (2), devido o reservatório não integrar a rede hidroviária e enquadrar-se como média Suscetibilidade ou potencial para mais de um parâmetro anterior: Pss, Prc, Ror.

Quadro 6-5 – Critérios de classificação dos reservatórios segundo a magnitude e importância dos Efeitos de Assoreamento

Reservatórios, nos quais pelo menos um dos parâmetros anteriores seja considerado como de Alta Suscetibilidade ou Potencial, constituem total ou parcialmente hidrovias ou ainda possuam pelo menos três municípios com mais de 50 mil habitantes de forma ribeirinha	Alta Externalidade (3)
Reservatórios, nos quais nenhum dos parâmetros anteriores seja considerado como de Alta Suscetibilidade ou Potencial, e pelo menos um dos parâmetros anteriores seja considerado como de Média Suscetibilidade ou Potencial, ou ainda possuam pelo menos dois municípios com mais de 50 mil habitantes de forma ribeirinha	Média Externalidade (2).
Demais Reservatórios	Baixa Externalidade (1).

6.5 Determinação do Nível de Criticidade (NC)

O nível de criticidade é obtido através da Equação 6-2, que integra todos os critérios anteriores em um único índice que permite a classificação do empreendimento quanto ao nível de criticidade ao potencial de assoreamento. O resultado da aplicação da Equação 6-2 para o reservatório da UHE Água Vermelha e a consequente classificação final do reservatório, pode ser verificado no Quadro 6-6.

$$NC = \frac{PSS + PRC + 4.ROR + MI}{21}$$

Equação 6-2 – Equação do Nível de Criticidade

Quadro 6-6 - Resultado da Classificação dos Reservatórios quanto ao nível de criticidade

Denominação do Empreendimento	Pss	Prc	Ror	MI	NC
UHE Água Vermelha	2	2	2	2	0,67

Quadro 6-7 – Critérios de classificação dos reservatórios segundo o nível de criticidade

Classe 1 - Nível de Criticidade Alto (NC ≥ 0,75)	Reservatório onde há risco de assoreamento e onde este processo pode trazer efeitos negativos à geração de energia ou a outros usos da água.
Classe 2 - Nível de Criticidade Médio (0,50 ≤ NC < 0,75)	Reservatório onde o risco de assoreamento é menor ou onde os efeitos esperados do mesmo não são tão importantes.
Classe 3 - Nível de Criticidade Baixo (NC < 0,50)	Reservatórios situados em bacias hidrográficas com pouca produção de sedimento, onde o risco de assoreamento é muito baixo.

7. LEVANTAMENTOS REALIZADOS

Os levantamentos realizados atendem aos requisitos da Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010, conforme o enquadramento do reservatório realizado no item anterior. Maiores detalhes sobre os procedimentos de execução dos serviços se encontram nos volumes Anexo 01 e Anexo 02, conforme organização dos documentos apresentados no *Item 4*.

7.1 Avaliação do Modelo Gravitacional Brasileiro- MapGeo2010

O objetivo da verificação da qualidade do Modelo Gravitacional Brasileiro MapGeo e/ou elaboração de um Modelo Geoidal Local é a definição de um modelo que viabilize a determinação geoidal com qualidade superior a 20 cm na região do reservatório sem o uso do nivelamento geométrico, ou seja, através do levantamento de uma linha de base por GPS poder-se-á determinar por interpolação geométrica a

altitude ortométrica do ponto utilizando as coordenadas tridimensionais dos vértices e o modelo escolhido, seja o MapGeo ou um modelo elaborado exclusivamente para a região, denominado de Modelo Geoidal Local - MGL.

A UHE Água Vermelha, sob concessão da AES, localizado na bacia do Rio Grande utilizou para definir a altitude ortométrica, na região do empreendimento, o modelo geoidal MapGeo 2010. Para a validação desse modelo foram executados serviços geodésicos, apresentados no volume Anexo 01, para caracterizar a necessidade ou não de gerar um Modelo Geoidal Local - MGL. Esses levantamentos confirmaram, após a avaliação realizada, a validação do Modelo Gravitacional Brasileiro – MapGeo 2010, resultando que esse modelo apresenta valores para a ondulação geoidal dentro da qualidade mínima exigida na Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03 de 2010.

A carta de ondulação geoidal, apresentada na Figura 7-2, foi elaborada utilizando uma grade de pontos obtidos utilizando o software MapGeo 2010. Esses pontos (Coordenadas e ondulações geoidais) foram inseridas no software ArcgGIS que interpolou os valores utilizando a ferramenta Topo to Raster gerando uma superfície contínua do modelo compreendendo toda a área do reservatório.

O MG utilizado para a região do reservatório e os pontos utilizados para a validação do mesmo são apresentados na Figura 7-1 e no Quadro 7-1.



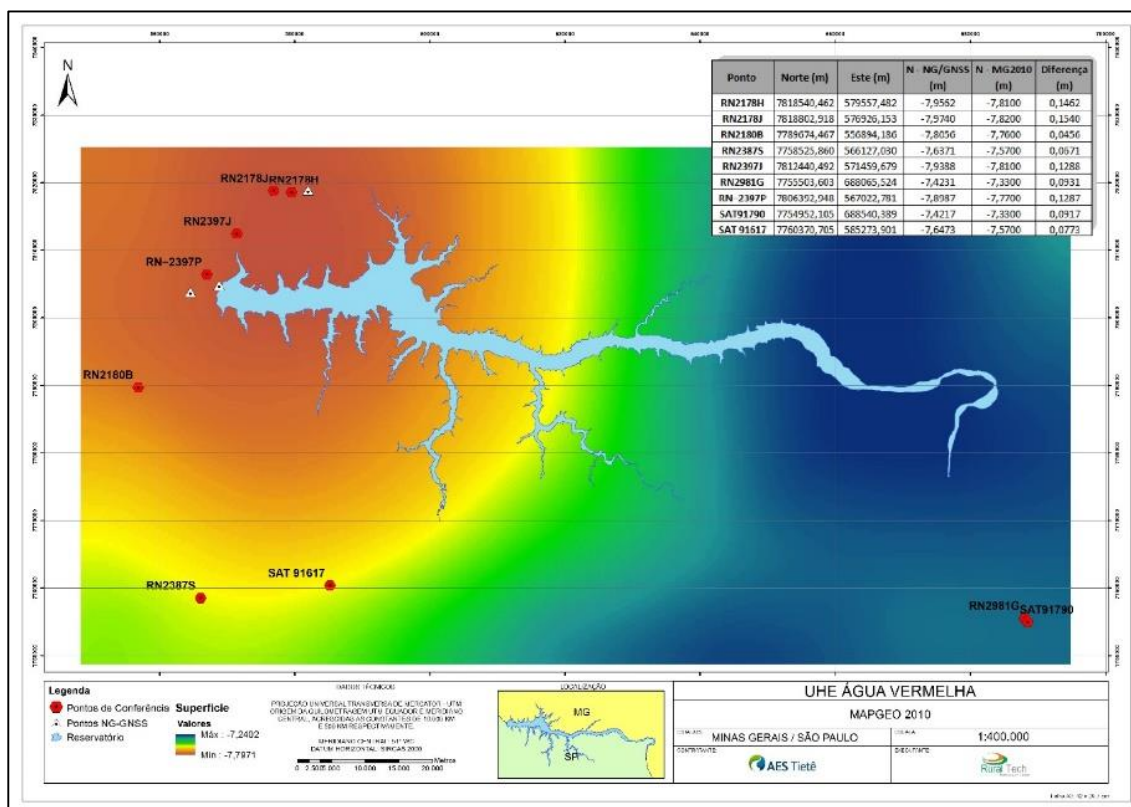


Figura 7-1 – Modelo Geoidal Local

O Quadro 7-2 apresenta a comparação das Ondulações Geoidais obtidas pela diferença entre as Altitudes Ortométricas conhecidas e as Altitudes Elipsoidais determinadas por meio de posicionamento GNSS, com as Ondulações Geoidais determinadas utilizando o MapGeo 2010, elaborado pelo IBGE.

Quadro 7-1 – Pontos de Conferência do MGL

Ponto	N - NG/GNSS (m)	N – MGL (m)	Diferença (m)
RN2178H	-7,956	-7,810	-0,146
RN2178J	-7,974	-7,820	-0,154
RN2180B	-7,806	-7,760	-0,046
RN2387S	-7,637	-7,570	-0,067
RN2397J	-7,939	-7,810	-0,129
RN2981G	-7,423	-7,330	-0,093

Ponto	N - NG/GNSS (m)	N – MGL (m)	Diferença (m)
RN-2397P	-7,899	-7,770	-0,129
SAT91790	-7,422	-7,330	-0,092
SAT 91617	-7,647	-7,570	-0,077

No Quadro 7-2, também é possível observar que os valores da diferença entre as ondulações geoidais estão abaixo de 0,20m, portanto, dentro da tolerância indicada no documento orientativo da ANA, com isso podemos concluir que, a ondulação geoidal obtida no MapGeo 2010, na região do reservatório da UHE Água Vermelha, atende as necessidades do projeto, não sendo necessário a elaboração um Modelo Geoidal Local – MGL.

7.2 Mapeamento da Área Molhada

Para o mapeamento da área molhada do reservatório optou-se pela utilização da tecnologia de ensonificação do leito com sonar multifeixe, realizando o mapeamento de mais que 99% do reservatório. Para um melhor aproveitamento e melhor produtividade dos levantamentos, foram designados equipamentos específicos para a o tipo de área que seria levantada. Em áreas rasas e áreas que ofereciam riscos maiores às embarcações, foi empregado o equipamento Odom MB2, mais compacto, possui maior rendimento e mais mobilidade para realizar os serviços batimétricos em tais profundidades. Para águas mais profundas (canal principal e áreas adjacentes) foram designados equipamentos Reson 7125 e Reson 7101, mais robustos, com maior energia e também de alta precisão. Esses levantamentos batimétricos realizados no reservatório da UHE Água Vermelha totalizaram 479 km².

A amarração altimétrica foi realizada por meio de uma integração de dados de nível de três réguas monitoradas por Data Loggers e dados de nível de montante da UHE Água Vermelha, fornecidos pela AES num intervalo de 15 em 15 minutos. Todas as réguas foram referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Também foi feita a correlação entre as leituras da régua de operação, obtidas da AES, transformadas para o SGB, utilizando os levantamentos geodésicos, apresentados no volume Anexo 01.

O levantamento batimétrico do reservatório da UHE Água Vermelha foi compreendido em duas campanhas, sendo a primeira entre os dias 14 de Janeiro e 06 de Fevereiro 2016 e posteriormente sua finalização no período de 17 a 28 de Abril. O clima foi a principal adversidade encontrada nos levantamentos do reservatório. As chuvas diminuem a visibilidade e acabam obrigando a redução da velocidade de levantamento ou até mesmo interrompendo a execução dos serviços. A constante presença de vento em reservatórios desta dimensão é o principal fator adverso, pois ocasiona uma exacerbada existência de ondas, o que torna algumas áreas mais delicadas de serem levantadas e, o deslocamento das embarcações ao longo do reservatório ficam prejudicadas, ocasionando atrasos na execução dos serviços de campo.

Os softwares utilizados no processamento dos dados foram os mesmos empregados no processamento. Para o conjunto multifeixe Odom MB2 e Reson 7101, foi utilizado o software PDS 2000, versão 4.0.1, produzido pela Reson. Para o conjunto multifeixe Reson 7125 foi utilizado o software Qinsy versão 8.1 produzido pela QPS.

O produto final do levantamento batimétrico é um Grid de pontos processados e reduzidos para a cota ortométrica. A Figura 7-2 ilustra o *grid* gerado a partir dos pontos levantados. A apresentação completa dos serviços batimétricos está apresentada no volume denominado “Anexo 02”.



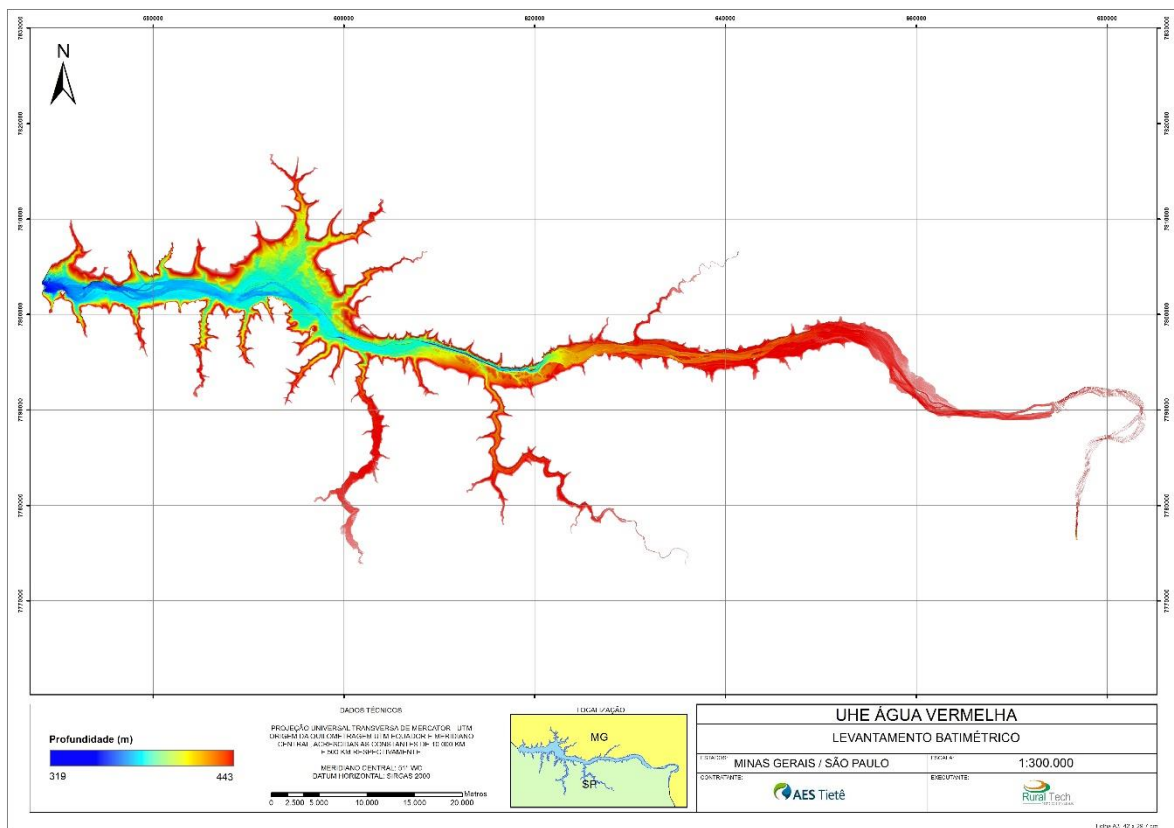


Figura 7-2 - Grid final da batimetria UHE Água Vermelha

7.3 Mapeamento da Área Seca

O mapeamento da área seca foi realizado com o objetivo de complementar o levantamento batimétrico, de forma a construir um Modelo Digital do Terreno – MDT desde o nível d'água observado no reservatório até a sua área de abrangência imageada.

Para mapear a parte seca do reservatório utilizou-se da tecnologia de Perfilamento a Laser / LIDAR. O sistema de Perfilamento a Laser Aerotransportado (ALS – Airborne Laser Scanning) é um sensor remoto ativo acoplado dentro da aeronave. O feixe emitido pelo sensor permite medir a distância entre o sistema e a superfície dos objetos de maneira eficaz, obtendo dados digitais tridimensionais da superfície e do terreno com grande precisão.

Este trabalho foi executado pela empresa Santiago e Cintra Consultoria LTDA e fornecido pela AES Tietê a Rural Tech que executou a integração desses dados aos dados do levantamento batimétrico.

A análise comparativa da sobreposição dos dados desses dois levantamentos (parte seca + parte molhada) está apresentada no item 8.1.1.2, referente a integração dos dados para a geração do Modelo Digital do Terreno – MDT.

7.4 Implantação das Seções de Controle

No reservatório da UHE Água Vermelha, classificado como nível de criticidade médio e não possui grandes tributários, foram materializados 2 conjuntos com 3 seções topobatimétricas de controle, totalizando 6 seções.

Essas seções foram materializadas, nas duas margens, por marcos de concreto georreferenciados e documentados, por meio de relação de coordenadas obtidas a partir do processamento dos pontos e suas respectivas monografias, de acordo com a seguinte metodologia:

- Todos os marcos implantados foram amarrados aos vértices da RVG;
- O posicionamento dos marcos foi definido buscando locais de baixa obstrução do sinal, minimizando os efeitos de multicaminhamento nos dados GNSS e de forma a garantir que todo o levantamento da seção de monitoramento seja efetuado sempre da mesma referência;
- A implantação dos marcos seguiu as especificações contidas nas “Orientações para atualização das curvas Cota x Área x Volume” elaborada pela Agência Nacional de Águas - ANA;
- A planimetria foi determinada por rastreamento de satélites utilizando receptores GNSS de dupla frequência em todos os marcos das seções de monitoramento, sendo que tais rastreios foram de pelo menos duas horas. Além disso, os levantamentos GNSS foram executados com observação mínima e simultânea de 6 satélites naqueles períodos de rastreio, PDOP inferior a 4, posicionamento relativo estático, e precisão nominal superior ou igual a 5mm+1ppm;

8. PRODUTOS E RESULTADOS

8.1 Modelo Digital do Terreno – MDT

8.1.1 *Integração do Levantamento Batimétrico com o Perfilamento a Laser*

Para obtenção de um Modelo Digital de Elevação contínuo foram utilizados, além dos dados do levantamento batimétrico executado, os dados do levantamento aéreo com perfilador a laser – LIDAR, realizado previamente pela empresa Santiago e Cintra Consultoria LTDA e disponibilizado pela AES Tietê para a Rural Tech.

8.1.1.1 Produtos Recebidos

Foram fornecidos pela AES Tietê os seguintes produtos referentes ao LIDAR:

- Relatório Técnico Final;
- Modelo Digital de Terreno – MDT articulado com pixel de 1 metro;
- Arquivo de nuvem de pontos, georreferenciados e classificados em formato LAS;
- Arquivo do tipo Shapefile com as cotas máxima normal de operação e desapropriação dos reservatórios.

8.1.1.2 Integração dos Dados

Para a integração dos dados dos dois levantamentos, batimétrico e LIDAR, foi verificado se ambos os levantamentos estavam referenciados às mesmas origens planimétricas e altimétricas.

Os levantamentos estão referenciados ao Datum planimétrico SIRGAS 2000 e projetados para UTM (Universal Transversa de Mercator) no fuso 22. A altimetria, resultante do LIDAR e fornecida pela AES Tietê, possui altitudes ortométricas referenciadas ao Datum Imbituba-SC por meio do Modelo Gravitacional Brasileiro MAPGEO2010 e as altitudes ortométricas dos pontos do levantamento batimétrico também estão referenciadas ao Datum Imbituba-SC por meio do Modelo Gravitacional Brasileiro MAPGEO2010.

Utilizando o modelo digital de elevação fornecido foram extraídos pontos da área levantada com o LIDAR, que serviram de insumo juntamente ao grid de pontos da batimetria para a elaboração do modelo digital de elevação final (Área Seca + Área Molhada).

Para aferição dos dados, tanto da cartografia existente quanto da batimetria executada, áreas de sobreposição dos dois levantamentos foram confrontadas e comparadas.

Foram selecionados dos pontos da batimetria aqueles que estavam sobre a área de sobreposição dos dois levantamentos. Foi elaborado uma tabela com as altitudes ortométricas extraídas do modelo digital de elevação do LIDAR, suas coordenadas planimétricas e as altitudes obtidas no levantamento batimétrico. Uma análise estatística das discrepâncias entre as duas cotas foi realizada utilizando o software ArcGis e notou-se uma discrepância média de 19 cm, valor dentro da precisão de ambos os levantamentos e das exigências da ANA/ANEEL.

Quadro 8-1 – Comparação Batimetria Multifeixe x LIDAR

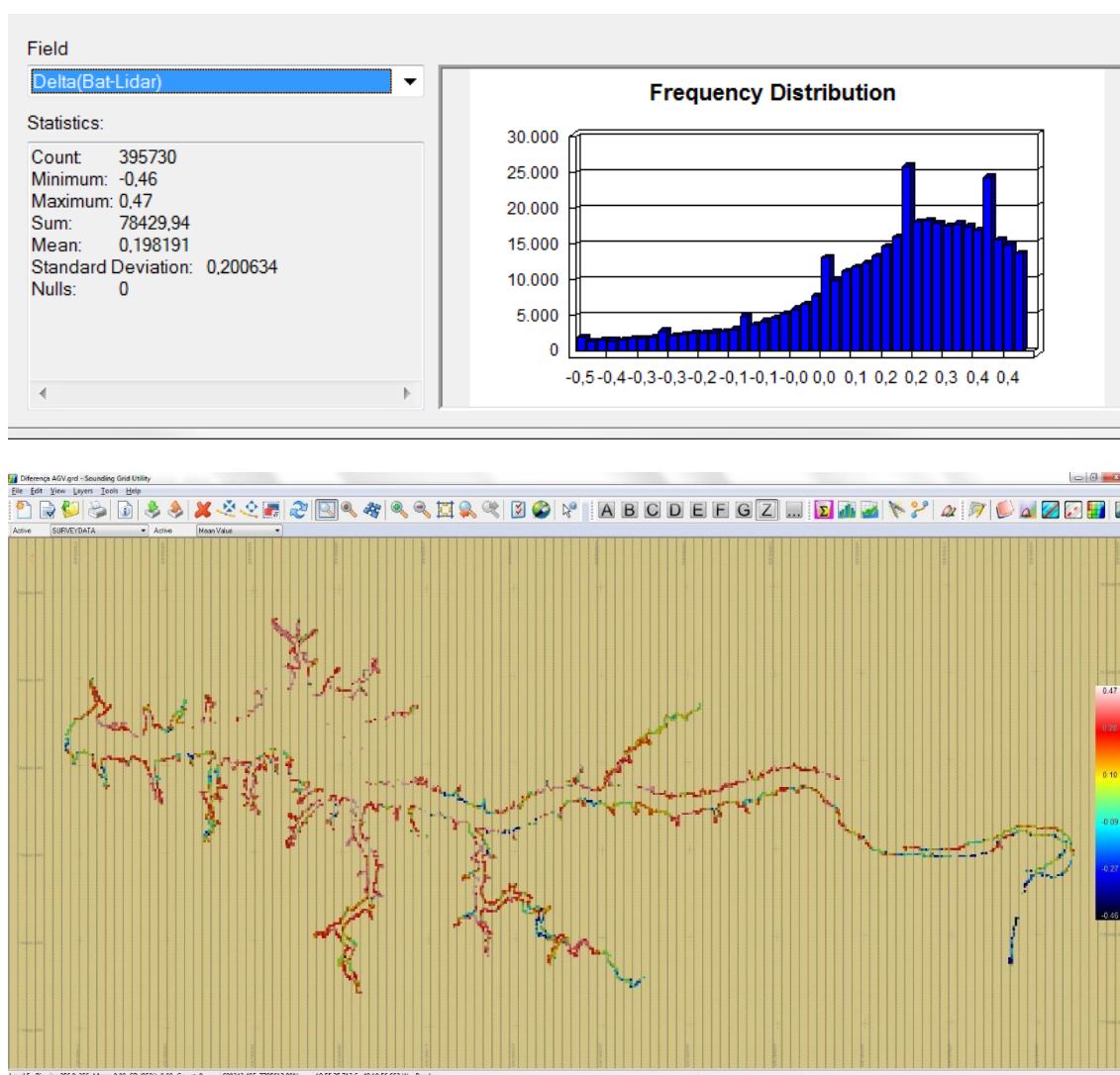


Figura 8-1 – Pontos de Sobreposição – LIDAR x Batimetria

Após a aferição dos dados, para elaboração do MDT final (Área seca + Área molhada) foram extraídas do MDT da área levantada com o LIDAR apenas os pontos da área de interesse para a integração com os dados batimétricos e elaboração das curvas CxAxV, que no caso da UHE Água Vermelha, essa área corresponde a região acima da área levantada pela batimetria e dentro da área de desapropriação.

8.1.2 Modelo Digital do Terreno

Para definir o MDT da UHE Água Vermelha foi preparado o produto final dos levantamentos da área seca e molhada a partir de uma grade regular retangular, em uma estrutura matricial que contém pontos 3D regularmente espaçados no plano XY, com espaçamento de 4 x 4 metros. Esse modelo digital aproxima superfícies por meio de um poliedro de faces retangulares, como mostra a Figura 8-2. Esse produto pode ser representado por uma tabela ou por um arquivo de texto com as informações XYZ de cada ponto.

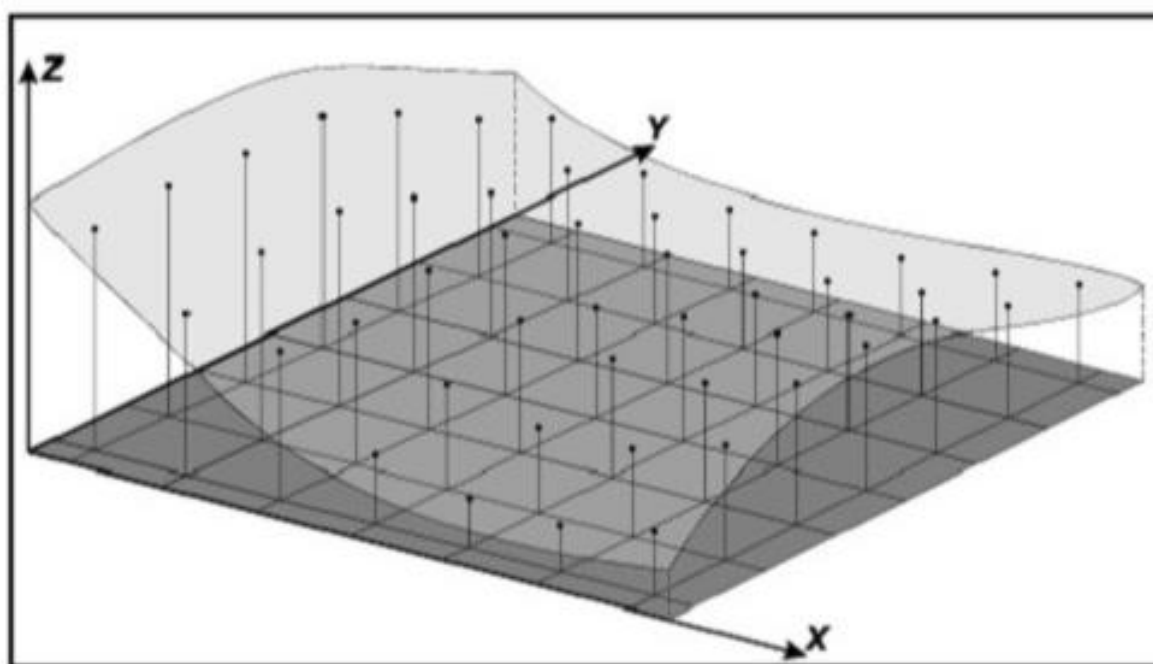


Figura 8-2 – Superfície e grade regular correspondente

A interpolação dos dados oriundos da batimetria com os dados do aerolevantamento foi realizada no software ArcGIS Pro utilizando a ferramenta *Topo to Raster*, que é um método desenvolvido para a criação de Modelos Digitais de Elevação (MDE), especialmente os hidrológicos.

A água é a principal força erosiva e determina a forma geral na maioria das paisagens. Por essa razão as paisagens possuem vários topos de morros (locais de máximo), e uma quantidade menor de depressões (locais de mínimo), fato que resulta em um padrão de drenagem conectado. A ferramenta *Topo to Raster* usa esse conhecimento sobre superfícies e impõe restrições para o processo de interpolação que resulta em uma estrutura de drenagem conectada e em uma correta representação do escoamento superficial. Esse método utiliza uma técnica de interpolação de diferença finita, aperfeiçoada para ter eficácia de um método de interpolação global, como o inverso do quadrado da distância (IQD ou IDW), sem perder a continuidade da superfície dos métodos de interpolação globais, como Spline e Krigagem.

Para a elaboração do MDT final foram utilizados 3 insumos, o grid da batimetria, o grid do perfilamento a laser e o polígono que foi utilizado como determinação do limite externo do MDT a ser elaborado. Para o reservatório da UHE Água Vermelha o polígono externo foi formado pela área de desapropriação, também fornecido pela AES Tietê.

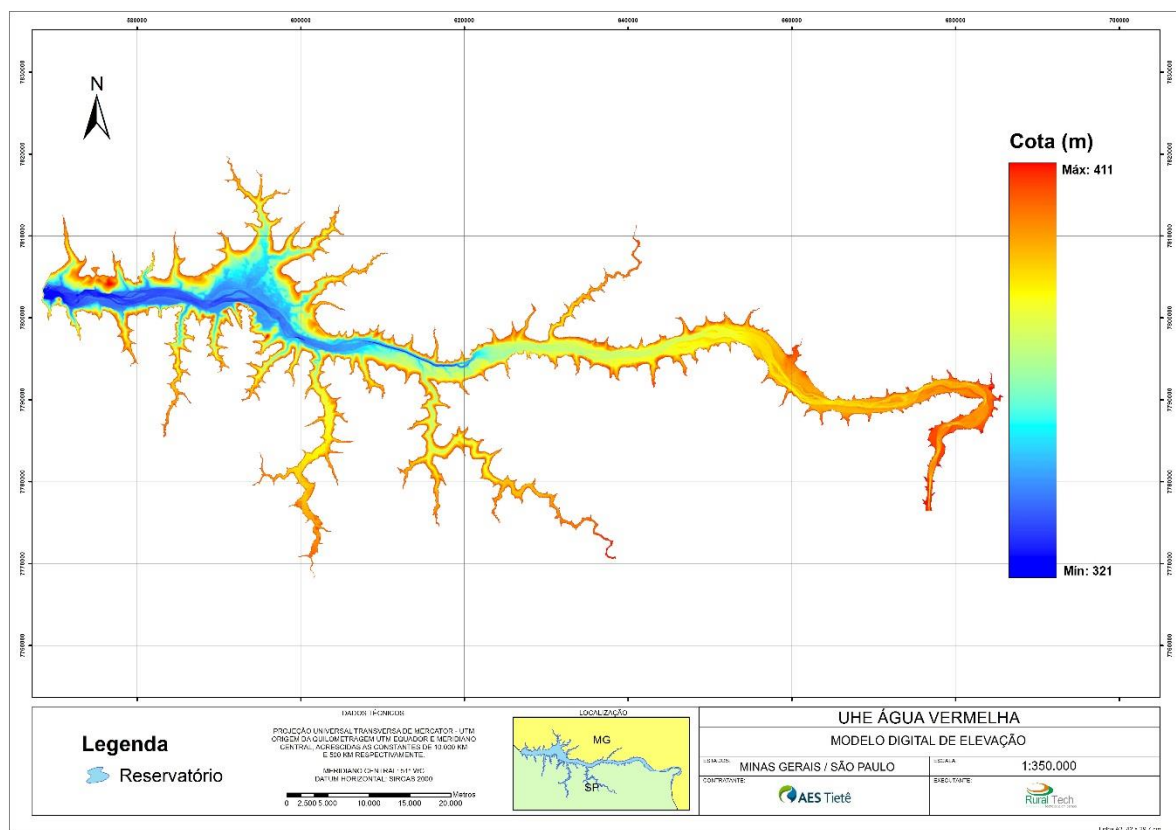


Figura 8-3 – Modelo Digital do Terreno

8.2 Curvas Cota x Área x Volume

8.2.1 Metodologia

Com o MDT gerado é possível calcular o volume, no software ArcGis, através da ferramenta *Surface Volume*.

Essa ferramenta calcula a área projetada, a área da superfície e o volume de uma superfície relativo a uma altitude base ou a um plano de referência. A superfície pode ser um *raster*, TIN, ou outra informação de elevação. Os resultados são gerados em forma de texto.

É necessário determinar se os cálculos serão realizados acima ou abaixo do plano de referência. Quando se define que os cálculos serão realizados abaixo do plano de referência, a área projetada e a área da superfície são calculadas no intervalo entre a superfície do MDE e a altitude desejada, como pode ser observado na Figura 8-3.

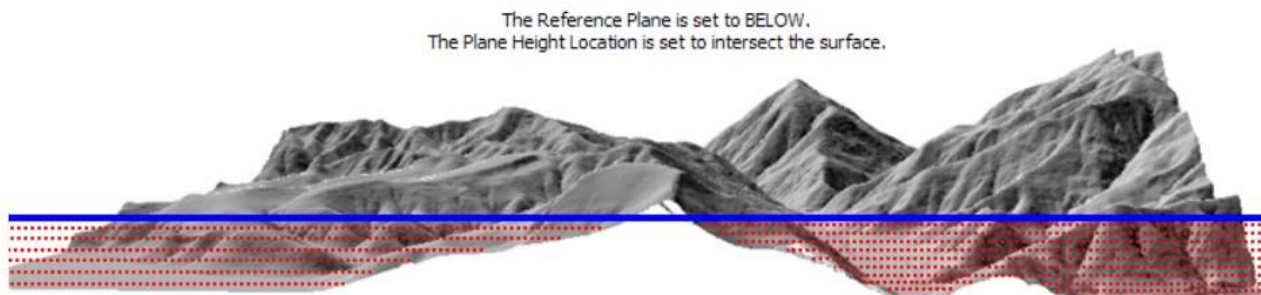


Figura 8-4 - Exemplo de área e volume calculados abaixo do plano de referência

Portanto, para o cálculo do volume do reservatório foi usado o MDE gerado pela ferramenta *Topo to Raster* a partir da cota de interesse e com plano de referência definido como “abaixo”.

Para que o volume e a área de diferentes cotas sejam calculados em um único processamento foi usado o *Model Builder*, uma ferramenta que permite criar um fluxograma de atividades a serem realizadas com parâmetros pré-determinados. A Figura 8-5 exemplifica o fluxograma criado através do *Model Builder* com a possibilidade do cálculo de área e volume para diferentes cotas em um único processamento.

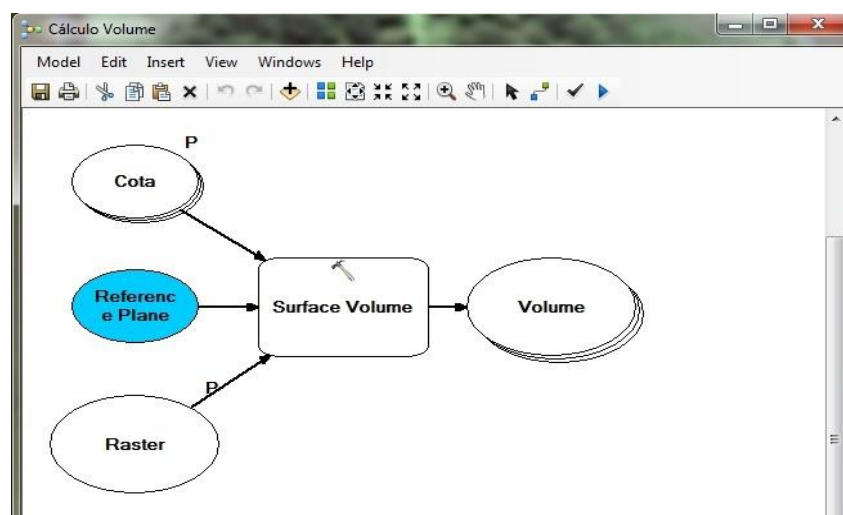


Figura 8-5 - Representação esquemática da ferramenta *Surface Volume* no *Model Builder*

Dessa forma foram obtidos os dados necessários para a elaboração das curvas Cota x Área x Volume do reservatório de Água Vermelha.

8.2.2 Correlação das Cotas – Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) x Cota de Operação (Régua da UHE Água Vermelha)

Para efeito de registro deve-se destacar que há uma diferença de 7 cm entre a altitude ortométrica transportada a partir da RN2397S, do Sistema Geodésico Brasileiro e a altitude ortométrica registrada a partir do nível da régua de montante utilizada na operação da UHE Água Vermelha, na data e horário do nivelamento geométrico realizado nesta fase dos serviços.

Dessa forma, os documentos baseados na referência de nível local apresentam o nível máximo normal do reservatório na elevação 383,30m, enquanto na referência do Sistema Geodésico Brasileiro, referência do atual trabalho, esse nível corresponde à elevação 383,23m.

8.2.3 Curvas Cota x Área x Volume

As curvas Cota x Área x Volume elaboradas a partir desses novos levantamentos foram referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro. Os valores das curvas são apresentados de forma reduzida no Quadro 8-2 e representados graficamente na Figura 8-6. A tabela completa com valores de 1 e 1 cm no volume útil e de 50 em 50 cm no volume morto encontra-se no volume anexo digital.

Quadro 8-2 – Curvas Cota x Área x Volume - Resumo

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
383,30	383,23	650,72	10.656,84
383,00	382,93	642,92	10.462,78
382,00	381,93	618,90	9.831,90
381,00	380,93	595,42	9.224,96
380,00	379,93	573,04	8.640,67
379,00	378,93	549,66	8.079,08
378,00	377,93	523,00	7.542,37
377,00	376,93	493,51	7.034,49
376,00	375,93	463,98	6.555,44
375,00	374,93	428,85	6.107,91
374,00	373,93	387,11	5.702,09
373,30	373,23	372,19	5436,60

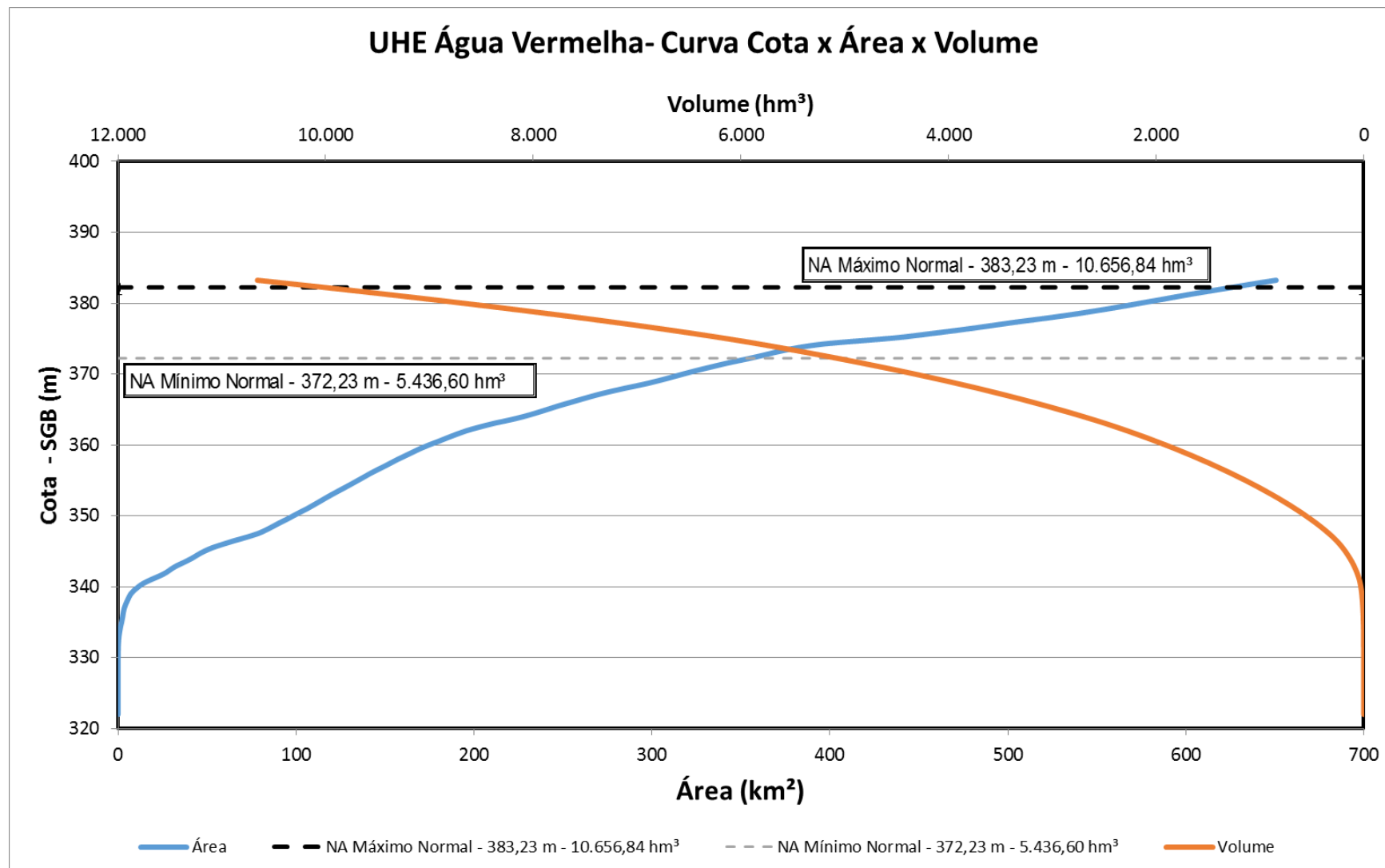


Figura 8-6 – Curvas Cota xÁrea xVolume do Reservatório da UHE Água Vermelha

8.2.4 Avaliação de Incertezas das Curvas Cota x Área x Volume

A batimetria do reservatório da UHE Água Vermelha foi executada com o reservatório cheio e o voo do levantamento cartográfico foi realizado com o reservatório deplecionado. Houve uma área de superposição entre os dois levantamentos e praticamente não houve a necessidade de interpolação de áreas na geração do MDT, uma vez que, as áreas com restrição à navegação são inferiores a 1% da área do reservatório.

Para efeito de avaliação da precisão, considerou-se então que, houve interpolação em 1% na área do reservatório. Essa interpolação resulta em uma incerteza muito menor em relação ao levantamento obtido pela metodologia de levantamentos por seções batimétricas, ou linhas de sondagens espaçadas a 450 m uma da outra, requisito mínimo da Resolução Conjunta 03 para o reservatório da UHE Água Vermelha.

O presente item faz uma avaliação dos limites de incerteza que essa interpolação pode trazer aos valores da curva Cota x Área x Volume.

- Características das áreas não levantadas:

As áreas que não foram levantadas estão todas em locais com profundidades da ordem de 3 m, ou menos, onde a navegação é prejudicada pelos motivos já expostos.

- Volume contido sob essa área:

Considerando a favor da segurança, que essa área não levantada tenha 3 m de profundidade (seria razoável considerar uma profundidade média de 1,50 m), o volume contido nessa área seria de 19,5 hm³, ou seja, cerca de 0,20% do volume total do reservatório.

- Avaliação da precisão do volume:

Para avaliar o impacto da interpolação dessa área no volume do reservatório, pode-se considerar que ela causaria uma diferença em relação às profundidades reais de zero até uma variação grande da ordem de 25%. As variações que essas diferenças causariam no volume total e no volume usado na regulação da operação da usina (entre as elevações 372,23 m e 383,23m) são apresentadas no Quadro 8-3.

Quadro 8-3 - Incertezas da Curva Cota x Área x Volume

Diferenças na área interpolada	Variação de volume (hm³)	Porcentagem do Volume Total	Porcentagem do Volume de regulação da operação
0%	0	0,00%	0,00%
5%	0,975	0,01%	0,02%
10%	1,95	0,02%	0,05%
15%	2,925	0,03%	0,07%
20%	3,9	0,04%	0,09%
25%	4,875	0,05%	0,11%

Esses valores mostram que mesmo para situação em que a interpolação das profundidades represente uma diferença de 25% em relação às profundidades reais, isso representaria apenas 0,05% do volume total ou 0,11% do volume na faixa de operação da usina.

8.2.5 Comparação com a Curva Antiga

Para comparar a nova curva Cota x Área x Volume com curva antiga, foi elaborado o Quadro 8-4. Os volumes indicados nesse quadro foram obtidos a partir do polinômio utilizado na operação da usina.

Quadro 8-4 – Comparação da Curva Cota x Área x Volume

Cotas de Operação	Cota (m)	Volume (hm³)		Diferença (%)
		Curva antiga	Curva nova	
Mínima Normal	373,23	5858,27	5436,60	-7,2%
Máxima Normal	383,23	11027,50	10656,84	-3,4%
Máxima Maximorum	383,23	11027,50	10656,84	-3,4%

Essa comparação mostra que o volume medido atualmente do reservatório da UHE Água Vermelha é menor do que aquele indicado pela curva existente, sendo essa diferença da ordem de menos de 5%. Porém, o volume útil medido a partir dos novos levantamentos do reservatório, entre as altitudes 373,23m (Mínima Normal) e a 383,23m (Máxima Normal) é 0,99% maior do que o volume indicado pela curva CAV original.

8.3 Cartas Topobatimétricas

Após a elaboração do MDT final foram geradas as curvas de nível e as cartas topobatimétricas, em escala 1:10.000, articuladas em folhas de tamanho A0, georreferenciadas no Sirgas 2000. Esses desenhos elaborados estão apresentados no volume em meio digital, disponibilizado junto com o relatório final deste trabalho.

8.4 Seções de Monitoramento de Deposição de Sedimentos

As seções de controle de sedimentos servem para monitorar a morfometria do canal do rio, ou do reservatório, na região onde estão implantadas e, permitirão verificar os efeitos de assoreamento ou erosão que eventualmente podem comprometer, em qualquer escala, o funcionamento normal da usina.

No reservatório da UHE Água Vermelha o monitoramento do aporte e sedimentação de sólidos será feito por meio de medição sistemática de profundidades do leito do rio Grande e seus contribuintes em 2 conjuntos de 3 seções topobatimétricas, implantadas perpendicularmente ao fluxo.

Ao se estabelecer uma periodicidade adequada de repetição desse levantamento, em uma mesma localização, após cada campanha será possível determinar a perda de área (em relação às medições anteriores) de cada uma dessas seções topobatimétricas e, conseqüentemente, calcular o volume de sedimentos depositados ou retrabalhados no período. A acumulação e tratamento dos dados gerados pelas sucessivas campanhas permitirá uma análise da dinâmica dos sedimentos que transitam nos respectivos trechos do reservatório.

Os conjuntos de seções de controle de sedimentos implantados respeitam o limite mínimo de espaçamento entre elas de cinco vezes a largura do rio em condições naturais, e foram posicionadas onde se espera uma probabilidade maior de deposição de sedimentos no fundo, conforme descrito no *Item 7.5*.

A partir dos levantamentos topobatimétricos dessas seções foram gerados os perfis com o alinhamento criado pelo azimute entre os marcos implantados e medidos.

Os perfis elaborados estão apresentados no volume em meio digital, disponibilizado junto com este relatório.

9. CONCLUSÃO

Os trabalhos realizados permitiram atender plenamente a Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010, obtendo uma nova curva Cota x Área x Volume, garantindo a atualização de importantes informações para o gerenciamento da operação e otimização do uso dos recursos hídricos e energéticos, seja pela AES, ANA, ANEEL, ONS, ou outras entidades.

A avaliação e validação do MapGeo 2010 para a região do reservatório, além de servir aos presentes levantamentos, constituirá uma referência para todos os trabalhos geodésicos na região do reservatório, tanto das entidades ligadas ao uso dos recursos hídricos e energéticos, como de outros setores da sociedade brasileira.

Os levantamentos de campo executados, notadamente o levantamento batimétrico através da tecnologia multifeixe excederam os requisitos mínimos da Resolução Conjunta, uma vez que, ao invés da metodologia de levantamento de seções topobatimétricas espaçadas, foi realizado o levantamento contínuo do fundo do reservatório com a tecnologia multifeixe, sem a necessidade de realizar interpolações entre linhas de sondagem. O emprego desta tecnologia permitiu minimizar consideravelmente o grau de incerteza na determinação do volume do reservatório da UHE Água Vermelha.



10. ANEXOS



ANEXO I

Curvas Cota x Área x Volume – Tabela



Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
384,07	384,00	665,81	11164,81
384,06	383,99	665,71	11158,15
384,05	383,98	665,62	11151,49
384,04	383,97	665,54	11144,83
384,03	383,96	665,44	11138,17
384,02	383,95	665,35	11131,52
384,01	383,94	665,25	11124,86
384,00	383,93	665,15	11118,20
383,99	383,92	665,05	11111,55
383,98	383,91	664,94	11104,89
383,97	383,90	664,83	11098,24
383,96	383,89	664,72	11091,58
383,95	383,88	664,60	11084,93
383,94	383,87	664,47	11078,28
383,93	383,86	664,35	11071,63
383,92	383,85	664,22	11064,99
383,91	383,84	664,08	11058,34
383,90	383,83	663,94	11051,69
383,89	383,82	663,80	11045,05
383,88	383,81	663,65	11038,41
383,87	383,80	663,50	11031,77
383,86	383,79	663,34	11025,13
383,85	383,78	663,18	11018,49
383,84	383,77	663,02	11011,86
383,83	383,76	662,85	11005,23
383,82	383,75	662,68	10998,60
383,81	383,74	662,50	10991,97
383,80	383,73	662,32	10985,34
383,79	383,72	662,14	10978,71
383,78	383,71	661,95	10972,09
383,77	383,70	661,76	10965,47
383,76	383,69	661,57	10958,85
383,75	383,68	661,38	10952,23
383,74	383,67	661,18	10945,62
383,73	383,66	660,98	10939,00
383,72	383,65	660,78	10932,39
383,71	383,64	660,57	10925,78
383,70	383,63	660,37	10919,18
383,69	383,62	660,16	10912,57
383,68	383,61	659,94	10905,97
383,67	383,60	659,73	10899,37
383,66	383,59	659,51	10892,77
383,65	383,58	659,29	10886,17
383,64	383,57	659,07	10879,58

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
383,63	383,56	658,85	10872,99
383,62	383,55	658,63	10866,40
383,61	383,54	658,40	10859,81
383,60	383,53	658,17	10853,23
383,59	383,52	657,94	10846,65
383,58	383,51	657,71	10840,07
383,57	383,50	657,48	10833,49
383,56	383,49	657,25	10826,92
383,55	383,48	657,01	10820,35
383,54	383,47	656,78	10813,78
383,53	383,46	656,54	10807,21
383,52	383,45	656,31	10800,64
383,51	383,44	656,07	10794,08
383,50	383,43	655,83	10787,52
383,49	383,42	655,59	10780,96
383,48	383,41	655,35	10774,41
383,47	383,40	655,10	10767,85
383,46	383,39	654,86	10761,30
383,45	383,38	654,61	10754,75
383,44	383,37	654,37	10748,21
383,43	383,36	654,12	10741,67
383,42	383,35	653,87	10735,12
383,41	383,34	653,62	10728,59
383,40	383,33	653,37	10722,05
383,39	383,32	653,12	10715,52
383,38	383,31	652,86	10708,99
383,37	383,30	652,60	10702,46
383,36	383,29	652,34	10695,93
383,35	383,28	652,07	10689,41
383,34	383,27	651,80	10682,89
383,33	383,26	651,53	10676,37
383,32	383,25	651,26	10669,86
383,31	383,24	650,99	10663,35
383,30	383,23	650,72	10656,84
383,29	383,22	650,45	10650,33
383,28	383,21	650,18	10643,83
383,27	383,20	649,91	10637,33
383,26	383,19	649,63	10630,83
383,25	383,18	649,35	10624,33
383,24	383,17	649,05	10617,84
383,23	383,16	648,80	10611,35
383,22	383,15	648,55	10604,86
383,21	383,14	648,30	10598,38
383,20	383,13	648,06	10591,90

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
383,19	383,12	647,81	10585,42
383,18	383,11	647,56	10578,94
383,17	383,10	647,30	10572,47
383,16	383,09	647,05	10565,99
383,15	383,08	646,80	10559,52
383,14	383,07	646,55	10553,06
383,13	383,06	646,30	10546,59
383,12	383,05	646,05	10540,13
383,11	383,04	645,80	10533,67
383,10	383,03	645,55	10527,21
383,09	383,02	645,29	10520,76
383,08	383,01	645,04	10514,31
383,07	383,00	644,78	10507,86
383,06	382,99	644,53	10501,41
383,05	382,98	644,27	10494,97
383,04	382,97	644,01	10488,52
383,03	382,96	643,75	10482,08
383,02	382,95	643,47	10475,65
383,01	382,94	643,19	10469,22
383,00	382,93	642,92	10462,78
382,99	382,92	642,66	10456,36
382,98	382,91	642,40	10449,93
382,97	382,90	642,14	10443,51
382,96	382,89	641,89	10437,09
382,95	382,88	641,64	10430,67
382,94	382,87	641,39	10424,25
382,93	382,86	641,14	10417,84
382,92	382,85	640,90	10411,43
382,91	382,84	640,65	10405,02
382,90	382,83	640,41	10398,62
382,89	382,82	640,16	10392,21
382,88	382,81	639,92	10385,81
382,87	382,80	639,68	10379,42
382,86	382,79	639,43	10373,02
382,85	382,78	639,19	10366,63
382,84	382,77	638,95	10360,24
382,83	382,76	638,70	10353,85
382,82	382,75	638,46	10347,46
382,81	382,74	638,22	10341,08
382,80	382,73	637,98	10334,70
382,79	382,72	637,74	10328,32
382,78	382,71	637,50	10321,94
382,77	382,70	637,26	10315,57
382,76	382,69	637,02	10309,20

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
382,75	382,68	636,78	10302,83
382,74	382,67	636,54	10296,46
382,73	382,66	636,30	10290,10
382,72	382,65	636,05	10283,73
382,71	382,64	635,81	10277,37
382,70	382,63	635,57	10271,02
382,69	382,62	635,33	10264,66
382,68	382,61	635,09	10258,31
382,67	382,60	634,85	10251,96
382,66	382,59	634,62	10245,61
382,65	382,58	634,38	10239,27
382,64	382,57	634,14	10232,93
382,63	382,56	633,91	10226,59
382,62	382,55	633,68	10220,25
382,61	382,54	633,45	10213,91
382,60	382,53	633,21	10207,58
382,59	382,52	632,98	10201,25
382,58	382,51	632,75	10194,92
382,57	382,50	632,52	10188,59
382,56	382,49	632,28	10182,27
382,55	382,48	632,05	10175,95
382,54	382,47	631,82	10169,63
382,53	382,46	631,58	10163,31
382,52	382,45	631,35	10157,00
382,51	382,44	631,12	10150,68
382,50	382,43	630,88	10144,37
382,49	382,42	630,65	10138,07
382,48	382,41	630,41	10131,76
382,47	382,40	630,18	10125,46
382,46	382,39	629,95	10119,16
382,45	382,38	629,71	10112,86
382,44	382,37	629,48	10106,56
382,43	382,36	629,24	10100,27
382,42	382,35	629,01	10093,98
382,41	382,34	628,77	10087,69
382,40	382,33	628,54	10081,40
382,39	382,32	628,30	10075,12
382,38	382,31	628,06	10068,84
382,37	382,30	627,83	10062,56
382,36	382,29	627,59	10056,28
382,35	382,28	627,36	10050,00
382,34	382,27	627,12	10043,73
382,33	382,26	626,88	10037,46
382,32	382,25	626,64	10031,19

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
382,31	382,24	626,41	10024,93
382,30	382,23	626,17	10018,66
382,29	382,22	625,93	10012,40
382,28	382,21	625,69	10006,15
382,27	382,20	625,46	9999,89
382,26	382,19	625,21	9993,64
382,25	382,18	624,97	9987,39
382,24	382,17	624,73	9981,14
382,23	382,16	624,49	9974,89
382,22	382,15	624,24	9968,65
382,21	382,14	624,00	9962,41
382,20	382,13	623,76	9956,17
382,19	382,12	623,52	9949,93
382,18	382,11	623,27	9943,70
382,17	382,10	623,03	9937,46
382,16	382,09	622,79	9931,24
382,15	382,08	622,55	9925,01
382,14	382,07	622,31	9918,78
382,13	382,06	622,06	9912,56
382,12	382,05	621,82	9906,34
382,11	382,04	621,57	9900,13
382,10	382,03	621,33	9893,91
382,09	382,02	621,09	9887,70
382,08	382,01	620,84	9881,49
382,07	382,00	620,60	9875,28
382,06	381,99	620,35	9869,08
382,05	381,98	620,11	9862,88
382,04	381,97	619,86	9856,68
382,03	381,96	619,62	9850,48
382,02	381,95	619,38	9844,28
382,01	381,94	619,14	9838,09
382,00	381,93	618,90	9831,90
381,99	381,92	618,66	9825,71
381,98	381,91	618,42	9819,53
381,97	381,90	618,18	9813,34
381,96	381,89	617,94	9807,16
381,95	381,88	617,70	9800,99
381,94	381,87	617,45	9794,81
381,93	381,86	617,21	9788,64
381,92	381,85	616,97	9782,47
381,91	381,84	616,72	9776,30
381,90	381,83	616,48	9770,13
381,89	381,82	616,23	9763,97
381,88	381,81	615,99	9757,81

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
381,87	381,80	615,75	9751,65
381,86	381,79	615,50	9745,49
381,85	381,78	615,26	9739,34
381,84	381,77	615,01	9733,19
381,83	381,76	614,77	9727,04
381,82	381,75	614,52	9720,89
381,81	381,74	614,28	9714,75
381,80	381,73	614,04	9708,60
381,79	381,72	613,79	9702,47
381,78	381,71	613,55	9696,33
381,77	381,70	613,30	9690,20
381,76	381,69	613,06	9684,06
381,75	381,68	612,81	9677,94
381,74	381,67	612,57	9671,81
381,73	381,66	612,33	9665,68
381,72	381,65	612,09	9659,56
381,71	381,64	611,85	9653,44
381,70	381,63	611,61	9647,32
381,69	381,62	611,37	9641,21
381,68	381,61	611,14	9635,10
381,67	381,60	610,90	9628,99
381,66	381,59	610,66	9622,88
381,65	381,58	610,42	9616,77
381,64	381,57	610,18	9610,67
381,63	381,56	609,95	9604,57
381,62	381,55	609,71	9598,47
381,61	381,54	609,47	9592,38
381,60	381,53	609,24	9586,28
381,59	381,52	609,00	9580,19
381,58	381,51	608,77	9574,10
381,57	381,50	608,53	9568,02
381,56	381,49	608,30	9561,93
381,55	381,48	608,07	9555,85
381,54	381,47	607,83	9549,77
381,53	381,46	607,59	9543,69
381,52	381,45	607,36	9537,62
381,51	381,44	607,12	9531,55
381,50	381,43	606,88	9525,48
381,49	381,42	606,64	9519,41
381,48	381,41	606,39	9513,34
381,47	381,40	606,15	9507,28
381,46	381,39	605,92	9501,22
381,45	381,38	605,68	9495,16
381,44	381,37	605,44	9489,11

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
381,43	381,36	605,20	9483,05
381,42	381,35	604,96	9477,00
381,41	381,34	604,72	9470,95
381,40	381,33	604,48	9464,91
381,39	381,32	604,24	9458,86
381,38	381,31	604,00	9452,82
381,37	381,30	603,76	9446,78
381,36	381,29	603,52	9440,75
381,35	381,28	603,29	9434,71
381,34	381,27	603,05	9428,68
381,33	381,26	602,82	9422,65
381,32	381,25	602,58	9416,62
381,31	381,24	602,35	9410,60
381,30	381,23	602,11	9404,58
381,29	381,22	601,87	9398,56
381,28	381,21	601,64	9392,54
381,27	381,20	601,41	9386,52
381,26	381,19	601,18	9380,51
381,25	381,18	600,96	9374,50
381,24	381,17	600,73	9368,49
381,23	381,16	600,51	9362,49
381,22	381,15	600,29	9356,48
381,21	381,14	600,06	9350,48
381,20	381,13	599,84	9344,48
381,19	381,12	599,62	9338,48
381,18	381,11	599,40	9332,49
381,17	381,10	599,18	9326,50
381,16	381,09	598,95	9320,50
381,15	381,08	598,73	9314,52
381,14	381,07	598,51	9308,53
381,13	381,06	598,29	9302,55
381,12	381,05	598,07	9296,57
381,11	381,04	597,85	9290,59
381,10	381,03	597,63	9284,61
381,09	381,02	597,41	9278,63
381,08	381,01	597,19	9272,66
381,07	381,00	596,96	9266,69
381,06	380,99	596,74	9260,72
381,05	380,98	596,52	9254,76
381,04	380,97	596,30	9248,79
381,03	380,96	596,08	9242,83
381,02	380,95	595,86	9236,87
381,01	380,94	595,64	9230,91
381,00	380,93	595,42	9224,96

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
380,99	380,92	595,20	9219,00
380,98	380,91	594,98	9213,05
380,97	380,90	594,76	9207,11
380,96	380,89	594,54	9201,16
380,95	380,88	594,32	9195,21
380,94	380,87	594,09	9189,27
380,93	380,86	593,87	9183,33
380,92	380,85	593,65	9177,40
380,91	380,84	593,43	9171,46
380,90	380,83	593,21	9165,53
380,89	380,82	592,99	9159,60
380,88	380,81	592,77	9153,67
380,87	380,80	592,55	9147,74
380,86	380,79	592,33	9141,82
380,85	380,78	592,11	9135,90
380,84	380,77	591,89	9129,98
380,83	380,76	591,67	9124,06
380,82	380,75	591,45	9118,14
380,81	380,74	591,23	9112,23
380,80	380,73	591,01	9106,32
380,79	380,72	590,79	9100,41
380,78	380,71	590,57	9094,50
380,77	380,70	590,36	9088,60
380,76	380,69	590,14	9082,70
380,75	380,68	589,92	9076,80
380,74	380,67	589,71	9070,90
380,73	380,66	589,49	9065,00
380,72	380,65	589,27	9059,11
380,71	380,64	589,06	9053,22
380,70	380,63	588,84	9047,33
380,69	380,62	588,62	9041,44
380,68	380,61	588,41	9035,56
380,67	380,60	588,19	9029,67
380,66	380,59	587,97	9023,79
380,65	380,58	587,76	9017,91
380,64	380,57	587,54	9012,04
380,63	380,56	587,32	9006,16
380,62	380,55	587,10	9000,29
380,61	380,54	586,87	8994,42
380,60	380,53	586,64	8988,55
380,59	380,52	586,41	8982,69
380,58	380,51	586,19	8976,83
380,57	380,50	585,97	8970,96
380,56	380,49	585,75	8965,11

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
380,55	380,48	585,52	8959,25
380,54	380,47	585,30	8953,40
380,53	380,46	585,07	8947,54
380,52	380,45	584,85	8941,69
380,51	380,44	584,63	8935,85
380,50	380,43	584,40	8930,00
380,49	380,42	584,18	8924,16
380,48	380,41	583,96	8918,32
380,47	380,40	583,73	8912,48
380,46	380,39	583,50	8906,64
380,45	380,38	583,26	8900,81
380,44	380,37	583,03	8894,98
380,43	380,36	582,79	8889,15
380,42	380,35	582,56	8883,32
380,41	380,34	582,33	8877,50
380,40	380,33	582,10	8871,68
380,39	380,32	581,87	8865,86
380,38	380,31	581,63	8860,04
380,37	380,30	581,40	8854,22
380,36	380,29	581,17	8848,41
380,35	380,28	580,93	8842,60
380,34	380,27	580,70	8836,79
380,33	380,26	580,47	8830,99
380,32	380,25	580,25	8825,18
380,31	380,24	580,02	8819,38
380,30	380,23	579,78	8813,58
380,29	380,22	579,55	8807,79
380,28	380,21	579,33	8801,99
380,27	380,20	579,10	8796,20
380,26	380,19	578,88	8790,41
380,25	380,18	578,66	8784,62
380,24	380,17	578,43	8778,84
380,23	380,16	578,21	8773,05
380,22	380,15	577,98	8767,27
380,21	380,14	577,76	8761,49
380,20	380,13	577,53	8755,72
380,19	380,12	577,30	8749,94
380,18	380,11	577,08	8744,17
380,17	380,10	576,85	8738,40
380,16	380,09	576,63	8732,64
380,15	380,08	576,40	8726,87
380,14	380,07	576,18	8721,11
380,13	380,06	575,95	8715,35
380,12	380,05	575,73	8709,59

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
380,11	380,04	575,50	8703,83
380,10	380,03	575,28	8698,08
380,09	380,02	575,05	8692,33
380,08	380,01	574,83	8686,58
380,07	380,00	574,61	8680,83
380,06	379,99	574,38	8675,09
380,05	379,98	574,16	8669,35
380,04	379,97	573,94	8663,60
380,03	379,96	573,71	8657,87
380,02	379,95	573,49	8652,13
380,01	379,94	573,26	8646,40
380,00	379,93	573,04	8640,67
379,99	379,92	572,82	8634,94
379,98	379,91	572,60	8629,21
379,97	379,90	572,37	8623,49
379,96	379,89	572,15	8617,76
379,95	379,88	571,93	8612,04
379,94	379,87	571,71	8606,33
379,93	379,86	571,48	8600,61
379,92	379,85	571,26	8594,90
379,91	379,84	571,04	8589,19
379,90	379,83	570,81	8583,48
379,89	379,82	570,59	8577,77
379,88	379,81	570,36	8572,07
379,87	379,80	570,14	8566,36
379,86	379,79	569,92	8560,66
379,85	379,78	569,69	8554,97
379,84	379,77	569,47	8549,27
379,83	379,76	569,25	8543,58
379,82	379,75	569,02	8537,89
379,81	379,74	568,80	8532,20
379,80	379,73	568,57	8526,51
379,79	379,72	568,34	8520,83
379,78	379,71	568,12	8515,15
379,77	379,70	567,89	8509,47
379,76	379,69	567,67	8503,79
379,75	379,68	567,44	8498,11
379,74	379,67	567,21	8492,44
379,73	379,66	566,99	8486,77
379,72	379,65	566,76	8481,10
379,71	379,64	566,53	8475,43
379,70	379,63	566,30	8469,77
379,69	379,62	566,07	8464,11
379,68	379,61	565,84	8458,45

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
379,67	379,60	565,61	8452,79
379,66	379,59	565,38	8447,14
379,65	379,58	565,16	8441,49
379,64	379,57	564,93	8435,84
379,63	379,56	564,70	8430,19
379,62	379,55	564,47	8424,54
379,61	379,54	564,24	8418,90
379,60	379,53	564,01	8413,26
379,59	379,52	563,79	8407,62
379,58	379,51	563,56	8401,98
379,57	379,50	563,33	8396,35
379,56	379,49	563,09	8390,72
379,55	379,48	562,86	8385,09
379,54	379,47	562,63	8379,46
379,53	379,46	562,40	8373,84
379,52	379,45	562,17	8368,21
379,51	379,44	561,94	8362,59
379,50	379,43	561,71	8356,98
379,49	379,42	561,48	8351,36
379,48	379,41	561,25	8345,75
379,47	379,40	561,02	8340,13
379,46	379,39	560,79	8334,53
379,45	379,38	560,56	8328,92
379,44	379,37	560,33	8323,32
379,43	379,36	560,10	8317,71
379,42	379,35	559,87	8312,11
379,41	379,34	559,64	8306,52
379,40	379,33	559,41	8300,92
379,39	379,32	559,18	8295,33
379,38	379,31	558,95	8289,74
379,37	379,30	558,72	8284,15
379,36	379,29	558,49	8278,57
379,35	379,28	558,25	8272,98
379,34	379,27	558,02	8267,40
379,33	379,26	557,78	8261,82
379,32	379,25	557,54	8256,25
379,31	379,24	557,29	8250,67
379,30	379,23	557,06	8245,10
379,29	379,22	556,82	8239,53
379,28	379,21	556,58	8233,96
379,27	379,20	556,34	8228,40
379,26	379,19	556,10	8222,84
379,25	379,18	555,86	8217,28
379,24	379,17	555,62	8211,72

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
379,23	379,16	555,38	8206,17
379,22	379,15	555,13	8200,61
379,21	379,14	554,89	8195,06
379,20	379,13	554,65	8189,52
379,19	379,12	554,40	8183,97
379,18	379,11	554,16	8178,43
379,17	379,10	553,91	8172,89
379,16	379,09	553,67	8167,35
379,15	379,08	553,42	8161,81
379,14	379,07	553,17	8156,28
379,13	379,06	552,92	8150,75
379,12	379,05	552,67	8145,22
379,11	379,04	552,42	8139,70
379,10	379,03	552,17	8134,17
379,09	379,02	551,92	8128,65
379,08	379,01	551,67	8123,14
379,07	379,00	551,42	8117,62
379,06	378,99	551,17	8112,11
379,05	378,98	550,91	8106,60
379,04	378,97	550,66	8101,09
379,03	378,96	550,41	8095,58
379,02	378,95	550,16	8090,08
379,01	378,94	549,91	8084,58
379,00	378,93	549,66	8079,08
378,99	378,92	549,41	8073,59
378,98	378,91	549,15	8068,10
378,97	378,90	548,90	8062,60
378,96	378,89	548,65	8057,12
378,95	378,88	548,40	8051,63
378,94	378,87	548,15	8046,15
378,93	378,86	547,89	8040,67
378,92	378,85	547,64	8035,19
378,91	378,84	547,39	8029,72
378,90	378,83	547,14	8024,24
378,89	378,82	546,88	8018,77
378,88	378,81	546,63	8013,31
378,87	378,80	546,38	8007,84
378,86	378,79	546,13	8002,38
378,85	378,78	545,88	7996,92
378,84	378,77	545,63	7991,46
378,83	378,76	545,38	7986,01
378,82	378,75	545,12	7980,56
378,81	378,74	544,87	7975,11
378,80	378,73	544,62	7969,66

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
378,79	378,72	544,37	7964,21
378,78	378,71	544,12	7958,77
378,77	378,70	543,87	7953,33
378,76	378,69	543,62	7947,90
378,75	378,68	543,38	7942,46
378,74	378,67	543,13	7937,03
378,73	378,66	542,88	7931,60
378,72	378,65	542,63	7926,17
378,71	378,64	542,38	7920,75
378,70	378,63	542,13	7915,32
378,69	378,62	541,88	7909,90
378,68	378,61	541,63	7904,49
378,67	378,60	541,38	7899,07
378,66	378,59	541,13	7893,66
378,65	378,58	540,88	7888,25
378,64	378,57	540,63	7882,84
378,63	378,56	540,38	7877,44
378,62	378,55	540,12	7872,04
378,61	378,54	539,87	7866,64
378,60	378,53	539,61	7861,24
378,59	378,52	539,36	7855,84
378,58	378,51	539,10	7850,45
378,57	378,50	538,83	7845,06
378,56	378,49	538,58	7839,68
378,55	378,48	538,32	7834,29
378,54	378,47	538,06	7828,91
378,53	378,46	537,79	7823,53
378,52	378,45	537,52	7818,15
378,51	378,44	537,26	7812,78
378,50	378,43	536,99	7807,41
378,49	378,42	536,72	7802,04
378,48	378,41	536,45	7796,68
378,47	378,40	536,18	7791,31
378,46	378,39	535,91	7785,95
378,45	378,38	535,64	7780,59
378,44	378,37	535,36	7775,24
378,43	378,36	535,10	7769,89
378,42	378,35	534,83	7764,54
378,41	378,34	534,56	7759,19
378,40	378,33	534,29	7753,85
378,39	378,32	534,02	7748,51
378,38	378,31	533,75	7743,17
378,37	378,30	533,47	7737,83
378,36	378,29	533,20	7732,50

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
378,35	378,28	532,93	7727,17
378,34	378,27	532,66	7721,84
378,33	378,26	532,39	7716,52
378,32	378,25	532,11	7711,19
378,31	378,24	531,84	7705,87
378,30	378,23	531,57	7700,56
378,29	378,22	531,29	7695,24
378,28	378,21	531,02	7689,93
378,27	378,20	530,73	7684,62
378,26	378,19	530,44	7679,32
378,25	378,18	530,13	7674,01
378,24	378,17	529,84	7668,71
378,23	378,16	529,54	7663,42
378,22	378,15	529,26	7658,12
378,21	378,14	528,97	7652,83
378,20	378,13	528,69	7647,55
378,19	378,12	528,41	7642,26
378,18	378,11	528,13	7636,98
378,17	378,10	527,85	7631,70
378,16	378,09	527,56	7626,42
378,15	378,08	527,28	7621,15
378,14	378,07	527,00	7615,87
378,13	378,06	526,71	7610,61
378,12	378,05	526,43	7605,34
378,11	378,04	526,15	7600,08
378,10	378,03	525,87	7594,82
378,09	378,02	525,59	7589,56
378,08	378,01	525,30	7584,31
378,07	378,00	525,02	7579,06
378,06	377,99	524,73	7573,81
378,05	377,98	524,45	7568,56
378,04	377,97	524,16	7563,32
378,03	377,96	523,87	7558,08
378,02	377,95	523,58	7552,84
378,01	377,94	523,29	7547,61
378,00	377,93	523,00	7542,37
377,99	377,92	522,70	7537,15
377,98	377,91	522,40	7531,92
377,97	377,90	522,10	7526,70
377,96	377,89	521,80	7521,48
377,95	377,88	521,50	7516,26
377,94	377,87	521,19	7511,05
377,93	377,86	520,89	7505,84
377,92	377,85	520,59	7500,63

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
377,91	377,84	520,29	7495,43
377,90	377,83	519,99	7490,23
377,89	377,82	519,68	7485,03
377,88	377,81	519,38	7479,83
377,87	377,80	519,08	7474,64
377,86	377,79	518,77	7469,45
377,85	377,78	518,47	7464,27
377,84	377,77	518,17	7459,08
377,83	377,76	517,86	7453,91
377,82	377,75	517,56	7448,73
377,81	377,74	517,25	7443,55
377,80	377,73	516,94	7438,38
377,79	377,72	516,64	7433,22
377,78	377,71	516,33	7428,05
377,77	377,70	516,03	7422,89
377,76	377,69	515,72	7417,73
377,75	377,68	515,41	7412,57
377,74	377,67	515,10	7407,42
377,73	377,66	514,79	7402,27
377,72	377,65	514,48	7397,13
377,71	377,64	514,17	7391,98
377,70	377,63	513,87	7386,84
377,69	377,62	513,56	7381,71
377,68	377,61	513,25	7376,57
377,67	377,60	512,94	7371,44
377,66	377,59	512,63	7366,32
377,65	377,58	512,32	7361,19
377,64	377,57	512,00	7356,07
377,63	377,56	511,68	7350,95
377,62	377,55	511,35	7345,84
377,61	377,54	511,03	7340,72
377,60	377,53	510,71	7335,62
377,59	377,52	510,39	7330,51
377,58	377,51	510,07	7325,41
377,57	377,50	509,76	7320,31
377,56	377,49	509,45	7315,21
377,55	377,48	509,14	7310,12
377,54	377,47	508,83	7305,03
377,53	377,46	508,52	7299,95
377,52	377,45	508,22	7294,86
377,51	377,44	507,92	7289,78
377,50	377,43	507,61	7284,70
377,49	377,42	507,31	7279,63
377,48	377,41	507,01	7274,56

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
377,47	377,40	506,71	7269,49
377,46	377,39	506,41	7264,42
377,45	377,38	506,11	7259,36
377,44	377,37	505,82	7254,30
377,43	377,36	505,52	7249,25
377,42	377,35	505,23	7244,19
377,41	377,34	504,94	7239,14
377,40	377,33	504,65	7234,09
377,39	377,32	504,36	7229,05
377,38	377,31	504,07	7224,01
377,37	377,30	503,77	7218,97
377,36	377,29	503,49	7213,93
377,35	377,28	503,20	7208,90
377,34	377,27	502,91	7203,87
377,33	377,26	502,63	7198,84
377,32	377,25	502,35	7193,82
377,31	377,24	502,07	7188,80
377,30	377,23	501,79	7183,78
377,29	377,22	501,51	7178,76
377,28	377,21	501,23	7173,75
377,27	377,20	500,95	7168,74
377,26	377,19	500,67	7163,73
377,25	377,18	500,39	7158,72
377,24	377,17	500,11	7153,72
377,23	377,16	499,84	7148,72
377,22	377,15	499,56	7143,73
377,21	377,14	499,28	7138,73
377,20	377,13	499,00	7133,74
377,19	377,12	498,73	7128,75
377,18	377,11	498,45	7123,77
377,17	377,10	498,17	7118,78
377,16	377,09	497,89	7113,80
377,15	377,08	497,62	7108,83
377,14	377,07	497,34	7103,85
377,13	377,06	497,07	7098,88
377,12	377,05	496,79	7093,91
377,11	377,04	496,51	7088,94
377,10	377,03	496,24	7083,98
377,09	377,02	495,96	7079,02
377,08	377,01	495,69	7074,06
377,07	377,00	495,42	7069,11
377,06	376,99	495,15	7064,15
377,05	376,98	494,87	7059,20
377,04	376,97	494,60	7054,26

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
377,03	376,96	494,33	7049,31
377,02	376,95	494,05	7044,37
377,01	376,94	493,78	7039,43
377,00	376,93	493,51	7034,49
376,99	376,92	493,23	7029,56
376,98	376,91	492,96	7024,63
376,97	376,90	492,68	7019,70
376,96	376,89	492,41	7014,78
376,95	376,88	492,13	7009,86
376,94	376,87	491,85	7004,94
376,93	376,86	491,58	7000,02
376,92	376,85	491,30	6995,10
376,91	376,84	491,02	6990,19
376,90	376,83	490,74	6985,28
376,89	376,82	490,43	6980,38
376,88	376,81	490,13	6975,48
376,87	376,80	489,84	6970,58
376,86	376,79	489,56	6965,68
376,85	376,78	489,27	6960,79
376,84	376,77	488,99	6955,89
376,83	376,76	488,71	6951,01
376,82	376,75	488,43	6946,12
376,81	376,74	488,14	6941,24
376,80	376,73	487,86	6936,36
376,79	376,72	487,58	6931,48
376,78	376,71	487,30	6926,61
376,77	376,70	487,01	6921,74
376,76	376,69	486,73	6916,87
376,75	376,68	486,45	6912,00
376,74	376,67	486,17	6907,14
376,73	376,66	485,89	6902,28
376,72	376,65	485,60	6897,42
376,71	376,64	485,32	6892,57
376,70	376,63	485,04	6887,72
376,69	376,62	484,76	6882,87
376,68	376,61	484,48	6878,02
376,67	376,60	484,20	6873,18
376,66	376,59	483,91	6868,34
376,65	376,58	483,63	6863,50
376,64	376,57	483,35	6858,67
376,63	376,56	483,06	6853,83
376,62	376,55	482,78	6849,01
376,61	376,54	482,49	6844,18
376,60	376,53	482,20	6839,36

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
376,59	376,52	481,92	6834,54
376,58	376,51	481,63	6829,72
376,57	376,50	481,34	6824,90
376,56	376,49	481,05	6820,09
376,55	376,48	480,76	6815,28
376,54	376,47	480,46	6810,48
376,53	376,46	480,15	6805,67
376,52	376,45	479,86	6800,88
376,51	376,44	479,56	6796,08
376,50	376,43	479,26	6791,28
376,49	376,42	478,97	6786,49
376,48	376,41	478,67	6781,70
376,47	376,40	478,37	6776,92
376,46	376,39	478,07	6772,14
376,45	376,38	477,78	6767,36
376,44	376,37	477,47	6762,58
376,43	376,36	477,18	6757,81
376,42	376,35	476,88	6753,04
376,41	376,34	476,59	6748,27
376,40	376,33	476,29	6743,51
376,39	376,32	475,99	6738,75
376,38	376,31	475,70	6733,99
376,37	376,30	475,41	6729,23
376,36	376,29	475,11	6724,48
376,35	376,28	474,82	6719,73
376,34	376,27	474,53	6714,99
376,33	376,26	474,23	6710,24
376,32	376,25	473,93	6705,50
376,31	376,24	473,63	6700,77
376,30	376,23	473,33	6696,03
376,29	376,22	473,03	6691,30
376,28	376,21	472,73	6686,57
376,27	376,20	472,42	6681,85
376,26	376,19	472,12	6677,12
376,25	376,18	471,81	6672,40
376,24	376,17	471,50	6667,69
376,23	376,16	471,19	6662,97
376,22	376,15	470,88	6658,27
376,21	376,14	470,57	6653,56
376,20	376,13	470,25	6648,85
376,19	376,12	469,93	6644,15
376,18	376,11	469,61	6639,46
376,17	376,10	469,28	6634,76
376,16	376,09	468,96	6630,07

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
376,15	376,08	468,65	6625,38
376,14	376,07	468,34	6620,70
376,13	376,06	468,03	6616,02
376,12	376,05	467,72	6611,34
376,11	376,04	467,41	6606,66
376,10	376,03	467,09	6601,99
376,09	376,02	466,78	6597,32
376,08	376,01	466,47	6592,66
376,07	376,00	466,16	6588,00
376,06	375,99	465,85	6583,34
376,05	375,98	465,54	6578,68
376,04	375,97	465,23	6574,03
376,03	375,96	464,91	6569,38
376,02	375,95	464,60	6564,73
376,01	375,94	464,29	6560,09
376,00	375,93	463,98	6555,44
375,99	375,92	463,67	6550,81
375,98	375,91	463,36	6546,17
375,97	375,90	463,05	6541,54
375,96	375,89	462,74	6536,91
375,95	375,88	462,42	6532,29
375,94	375,87	462,11	6527,67
375,93	375,86	461,80	6523,05
375,92	375,85	461,48	6518,43
375,91	375,84	461,17	6513,82
375,90	375,83	460,86	6509,21
375,89	375,82	460,54	6504,60
375,88	375,81	460,23	6500,00
375,87	375,80	459,91	6495,40
375,86	375,79	459,58	6490,80
375,85	375,78	459,26	6486,21
375,84	375,77	458,94	6481,62
375,83	375,76	458,61	6477,03
375,82	375,75	458,29	6472,45
375,81	375,74	457,96	6467,87
375,80	375,73	457,61	6463,29
375,79	375,72	457,27	6458,72
375,78	375,71	456,96	6454,15
375,77	375,70	456,65	6449,58
375,76	375,69	456,34	6445,01
375,75	375,68	456,03	6440,45
375,74	375,67	455,72	6435,90
375,73	375,66	455,41	6431,34
375,72	375,65	455,09	6426,79

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
375,71	375,64	454,78	6422,24
375,70	375,63	454,47	6417,70
375,69	375,62	454,16	6413,15
375,68	375,61	453,85	6408,61
375,67	375,60	453,53	6404,08
375,66	375,59	453,22	6399,55
375,65	375,58	452,91	6395,02
375,64	375,57	452,60	6390,49
375,63	375,56	452,29	6385,97
375,62	375,55	451,98	6381,44
375,61	375,54	451,67	6376,93
375,60	375,53	451,35	6372,41
375,59	375,52	451,04	6367,90
375,58	375,51	450,72	6363,39
375,57	375,50	450,41	6358,89
375,56	375,49	450,09	6354,39
375,55	375,48	449,77	6349,89
375,54	375,47	449,45	6345,39
375,53	375,46	449,13	6340,90
375,52	375,45	448,81	6336,41
375,51	375,44	448,49	6331,93
375,50	375,43	448,17	6327,45
375,49	375,42	447,85	6322,97
375,48	375,41	447,53	6318,49
375,47	375,40	447,20	6314,02
375,46	375,39	446,88	6309,55
375,45	375,38	446,55	6305,08
375,44	375,37	446,23	6300,62
375,43	375,36	445,90	6296,16
375,42	375,35	445,57	6291,70
375,41	375,34	445,23	6287,25
375,40	375,33	444,90	6282,80
375,39	375,32	444,56	6278,36
375,38	375,31	444,23	6273,91
375,37	375,30	443,89	6269,47
375,36	375,29	443,55	6265,04
375,35	375,28	443,21	6260,60
375,34	375,27	442,86	6256,18
375,33	375,26	442,51	6251,75
375,32	375,25	442,16	6247,33
375,31	375,24	441,82	6242,91
375,30	375,23	441,46	6238,49
375,29	375,22	441,11	6234,08
375,28	375,21	440,75	6229,67

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
375,27	375,20	440,39	6225,27
375,26	375,19	440,02	6220,87
375,25	375,18	439,66	6216,47
375,24	375,17	439,29	6212,08
375,23	375,16	438,91	6207,69
375,22	375,15	438,53	6203,30
375,21	375,14	438,13	6198,92
375,20	375,13	437,74	6194,54
375,19	375,12	437,34	6190,17
375,18	375,11	436,94	6185,80
375,17	375,10	436,53	6181,43
375,16	375,09	436,12	6177,07
375,15	375,08	435,70	6172,71
375,14	375,07	435,27	6168,36
375,13	375,06	434,81	6164,01
375,12	375,05	434,32	6159,67
375,11	375,04	433,78	6155,33
375,10	375,03	433,32	6150,99
375,09	375,02	432,83	6146,66
375,08	375,01	432,29	6142,34
375,07	375,00	431,81	6138,02
375,06	374,99	431,38	6133,71
375,05	374,98	430,96	6129,39
375,04	374,97	430,53	6125,09
375,03	374,96	430,11	6120,79
375,02	374,95	429,69	6116,49
375,01	374,94	429,27	6112,20
375,00	374,93	428,85	6107,91
374,99	374,92	428,41	6103,62
374,98	374,91	427,94	6099,34
374,97	374,90	427,44	6095,06
374,96	374,89	426,95	6090,79
374,95	374,88	426,47	6086,53
374,94	374,87	426,01	6082,27
374,93	374,86	425,54	6078,01
374,92	374,85	425,07	6073,76
374,91	374,84	424,58	6069,51
374,90	374,83	424,10	6065,27
374,89	374,82	423,62	6061,03
374,88	374,81	423,13	6056,80
374,87	374,80	422,64	6052,57
374,86	374,79	422,13	6048,34
374,85	374,78	421,64	6044,13
374,84	374,77	421,13	6039,91

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
374,83	374,76	420,62	6035,70
374,82	374,75	420,11	6031,50
374,81	374,74	419,59	6027,30
374,80	374,73	419,06	6023,11
374,79	374,72	418,54	6018,92
374,78	374,71	418,03	6014,74
374,77	374,70	417,52	6010,56
374,76	374,69	417,01	6006,39
374,75	374,68	416,50	6002,22
374,74	374,67	416,00	5998,06
374,73	374,66	415,50	5993,90
374,72	374,65	415,00	5989,75
374,71	374,64	414,50	5985,60
374,70	374,63	414,01	5981,46
374,69	374,62	413,52	5977,32
374,68	374,61	413,03	5973,18
374,67	374,60	412,54	5969,06
374,66	374,59	412,06	5964,93
374,65	374,58	411,57	5960,81
374,64	374,57	411,09	5956,70
374,63	374,56	410,60	5952,59
374,62	374,55	410,12	5948,49
374,61	374,54	409,63	5944,39
374,60	374,53	409,15	5940,29
374,59	374,52	408,67	5936,20
374,58	374,51	408,19	5932,12
374,57	374,50	407,70	5928,04
374,56	374,49	407,20	5923,96
374,55	374,48	406,73	5919,89
374,54	374,47	406,26	5915,82
374,53	374,46	405,80	5911,76
374,52	374,45	405,34	5907,71
374,51	374,44	404,88	5903,65
374,50	374,43	404,41	5899,61
374,49	374,42	403,95	5895,56
374,48	374,41	403,50	5891,52
374,47	374,40	403,05	5887,49
374,46	374,39	402,61	5883,46
374,45	374,38	402,17	5879,44
374,44	374,37	401,74	5875,42
374,43	374,36	401,31	5871,40
374,42	374,35	400,88	5867,39
374,41	374,34	400,43	5863,38
374,40	374,33	400,01	5859,38

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
374,39	374,32	399,61	5855,38
374,38	374,31	399,21	5851,38
374,37	374,30	398,81	5847,39
374,36	374,29	398,42	5843,40
374,35	374,28	398,04	5839,42
374,34	374,27	397,66	5835,44
374,33	374,26	397,29	5831,46
374,32	374,25	396,93	5827,49
374,31	374,24	396,57	5823,52
374,30	374,23	396,21	5819,56
374,29	374,22	395,86	5815,59
374,28	374,21	395,51	5811,64
374,27	374,20	395,16	5807,68
374,26	374,19	394,82	5803,73
374,25	374,18	394,48	5799,78
374,24	374,17	394,15	5795,84
374,23	374,16	393,82	5791,90
374,22	374,15	393,50	5787,96
374,21	374,14	393,18	5784,02
374,20	374,13	392,86	5780,09
374,19	374,12	392,55	5776,16
374,18	374,11	392,23	5772,24
374,17	374,10	391,92	5768,32
374,16	374,09	391,61	5764,40
374,15	374,08	391,31	5760,48
374,14	374,07	391,02	5756,57
374,13	374,06	390,72	5752,66
374,12	374,05	390,43	5748,75
374,11	374,04	390,14	5744,85
374,10	374,03	389,85	5740,95
374,09	374,02	389,57	5737,05
374,08	374,01	389,29	5733,15
374,07	374,00	389,01	5729,26
374,06	373,99	388,73	5725,37
374,05	373,98	388,45	5721,48
374,04	373,97	388,18	5717,60
374,03	373,96	387,91	5713,72
374,02	373,95	387,64	5709,84
374,01	373,94	387,37	5705,96
374,00	373,93	387,11	5702,09
373,99	373,92	386,85	5698,22
373,98	373,91	386,59	5694,35
373,97	373,90	386,33	5690,48
373,96	373,89	386,08	5686,62

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
373,95	373,88	385,84	5682,76
373,94	373,87	385,59	5678,90
373,93	373,86	385,35	5675,05
373,92	373,85	385,10	5671,19
373,91	373,84	384,86	5667,34
373,90	373,83	384,62	5663,49
373,89	373,82	384,38	5659,65
373,88	373,81	384,15	5655,80
373,87	373,80	383,91	5651,96
373,86	373,79	383,68	5648,12
373,85	373,78	383,45	5644,29
373,84	373,77	383,22	5640,45
373,83	373,76	382,99	5636,62
373,82	373,75	382,76	5632,79
373,81	373,74	382,53	5628,96
373,80	373,73	382,30	5625,14
373,79	373,72	382,07	5621,32
373,78	373,71	381,85	5617,50
373,77	373,70	381,62	5613,68
373,76	373,69	381,40	5609,86
373,75	373,68	381,18	5606,05
373,74	373,67	380,97	5602,24
373,73	373,66	380,75	5598,43
373,72	373,65	380,53	5594,62
373,71	373,64	380,31	5590,82
373,70	373,63	380,09	5587,01
373,69	373,62	379,87	5583,21
373,68	373,61	379,66	5579,42
373,67	373,60	379,43	5575,62
373,66	373,59	379,21	5571,83
373,65	373,58	379,00	5568,03
373,64	373,57	378,78	5564,24
373,63	373,56	378,56	5560,46
373,62	373,55	378,35	5556,67
373,61	373,54	378,14	5552,89
373,60	373,53	377,92	5549,11
373,59	373,52	377,71	5545,33
373,58	373,51	377,51	5541,55
373,57	373,50	377,30	5537,78
373,56	373,49	377,09	5534,01
373,55	373,48	376,89	5530,24
373,54	373,47	376,69	5526,47
373,53	373,46	376,49	5522,70
373,52	373,45	376,29	5518,94

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
373,51	373,44	376,09	5515,17
373,50	373,43	375,89	5511,41
373,49	373,42	375,70	5507,65
373,48	373,41	375,51	5503,90
373,47	373,40	375,31	5500,14
373,46	373,39	375,12	5496,39
373,45	373,38	374,93	5492,64
373,44	373,37	374,74	5488,89
373,43	373,36	374,56	5485,14
373,42	373,35	374,37	5481,40
373,41	373,34	374,18	5477,66
373,40	373,33	373,99	5473,91
373,39	373,32	373,81	5470,17
373,38	373,31	373,62	5466,44
373,37	373,30	373,44	5462,70
373,36	373,29	373,26	5458,97
373,35	373,28	373,08	5455,24
373,34	373,27	372,90	5451,51
373,33	373,26	372,72	5447,78
373,32	373,25	372,54	5444,05
373,31	373,24	372,36	5440,33
373,30	373,23	372,19	5436,60
373,29	373,22	372,01	5432,88
373,28	373,21	371,83	5429,16
373,27	373,20	371,66	5425,44
373,26	373,19	371,48	5421,73
373,25	373,18	371,30	5418,01
373,24	373,17	371,12	5414,30
373,23	373,16	370,94	5410,59
373,22	373,15	370,77	5406,88
373,21	373,14	370,59	5403,17
373,20	373,13	370,41	5399,47
373,19	373,12	370,23	5395,77
373,18	373,11	370,05	5392,06
373,17	373,10	369,88	5388,36
373,16	373,09	369,70	5384,67
373,15	373,08	369,52	5380,97
373,14	373,07	369,35	5377,27
373,13	373,06	369,17	5373,58
373,12	373,05	368,99	5369,89
373,11	373,04	368,81	5366,20
373,10	373,03	368,64	5362,51
373,09	373,02	368,47	5358,83
373,08	373,01	368,29	5355,14

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
373,07	373,00	368,12	5351,46
372,57	372,50	359,92	5169,45
372,07	372,00	350,90	4991,69
371,57	371,50	341,60	4818,62
371,07	371,00	333,19	4649,97
370,57	370,50	325,06	4485,41
370,07	370,00	317,57	4324,78
369,57	369,50	310,23	4167,84
369,07	369,00	302,72	4014,60
368,57	368,50	294,237	3.865,315
368,07	368,00	284,892	3.720,519
367,57	367,50	275,962	3.580,371
367,07	367,00	268,149	3.444,398
366,57	366,50	261,124	3.312,118
366,07	366,00	254,209	3.183,296
365,57	365,50	247,400	3.057,914
365,07	365,00	241,074	2.935,819
364,57	364,50	234,776	2.816,837
364,07	364,00	227,767	2.701,174
363,57	363,50	219,625	2.589,265
363,07	363,00	210,513	2.481,729
362,57	362,50	202,682	2.378,510
362,07	362,00	195,795	2.278,942
361,57	361,50	190,085	2.182,501
361,07	361,00	184,956	2.088,751
360,57	360,50	179,964	1.997,523
360,07	360,00	174,693	1.908,899
359,57	359,50	169,949	1.822,751
359,07	359,00	165,712	1.738,865
358,57	358,50	161,605	1.657,022
358,07	358,00	157,397	1.577,302
357,57	357,50	153,589	1.499,559
357,07	357,00	149,731	1.423,729
356,57	356,50	145,754	1.349,851
356,07	356,00	141,900	1.277,956
355,57	355,50	138,341	1.207,904
355,07	355,00	134,782	1.139,615
354,57	354,50	131,162	1.073,125
354,07	354,00	127,526	1.008,458
353,57	353,50	123,753	945,633
353,07	353,00	120,091	884,684
352,57	352,50	116,576	825,518
352,07	352,00	113,154	768,083
351,57	351,50	109,696	712,366

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
351,07	351,00	106,118	658,403
350,57	350,50	102,193	606,328
350,07	350,00	98,407	556,179
349,57	349,50	94,723	507,897
349,07	349,00	90,719	461,545
348,57	348,50	86,947	417,132
348,07	348,00	83,080	374,613
347,57	347,50	78,584	334,163
347,07	347,00	72,370	296,328
346,57	346,50	65,333	261,925
346,07	346,00	58,929	230,886
345,57	345,50	52,960	202,973
345,07	345,00	48,374	177,658
344,57	344,50	44,728	154,424
344,07	344,00	41,408	132,871
343,57	343,50	37,536	113,103
343,07	343,00	33,200	95,434
342,57	342,50	29,873	79,772
342,07	342,00	27,041	65,511
341,57	341,50	23,079	52,965
341,07	341,00	18,491	42,523
340,57	340,50	14,338	34,404
340,07	340,00	11,459	27,991
339,57	339,50	9,004	22,893
339,07	339,00	7,196	18,891
338,57	338,50	6,076	15,588
338,07	338,00	5,146	12,786
337,57	337,50	4,238	10,446
337,07	337,00	3,540	8,516
336,57	336,50	3,087	6,868
336,07	336,00	2,744	5,412
335,57	335,50	2,405	4,126
335,07	335,00	2,004	3,017
334,57	334,50	1,528	2,141
334,07	334,00	1,121	1,484
333,57	333,50	0,800	1,009
333,07	333,00	0,544	0,679
332,57	332,50	0,345	0,461
332,07	332,00	0,229	0,320
331,57	331,50	0,145	0,229
331,07	331,00	0,095	0,172
330,57	330,50	0,068	0,133
330,07	330,00	0,051	0,104
329,57	329,50	0,040	0,082

Cota de Operação (m)	Cota - SGB (m)	Área (km2)	Volume (hm3)
329,07	329,00	0,033	0,064
328,57	328,50	0,027	0,049
328,07	328,00	0,022	0,037
327,57	327,50	0,018	0,027
327,07	327,00	0,014	0,020
326,57	326,50	0,011	0,014
326,07	326,00	0,008	0,009
325,57	325,50	0,004	0,006
325,07	325,00	0,003	0,005
324,57	324,50	0,003	0,003
324,07	324,00	0,002	0,002
323,57	323,50	0,002	0,001
323,07	323,00	0,001	0,001
322,57	322,50	0,001	0,000
322,07	322,00	0,000	0,000



