RELATÓRIO TÉCNICO DETALHADO

LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

COMPANHIA ENERGÉTICA SANTA CLARA

UHE SANTA CLARA

Rio Mucuri

CONSTRUSERV Serviços Gerais LTDA.
08/09/2016

RELATÓRIO TÉCNICO DETALHADO DE LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/ANEEL N° 03/2010

ATUALIZAÇÃO DAS CURVAS COTA x ÁREA x VOLUME

ATENDIMENTO AO ARTIGO 8° DA RESOLUÇÃO CONJUNTA

03	07-05-21	Adequação do MDT e produtos cartográficos.	JLM	FF	NPC	
Rev.	**Data**	**Descrição da revisão**	**Elaborado por**	**Verificado por**	**Autorizado por**	**CE**

Rev.	**Data**	**Elaborado por**	**Verificado por**	**Autorizado por**	**Nº Relatório**	**CREA**	**CE**
00	08-09-16	TEM	NPC	APG	01	51436	CO

CE - Códigos de emissão

RP Estudo preliminar **CO** Para comentários **AP** Para aprovação **EF** Emissão final

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	EQUIPE TÉCNICA	5
3.	CARACTERISTICAS DA UHE SANTA CLARA	6
4.	METODOLOGIA	7
4.1.	MATERIAIS	7
4.1.1.	CAMPO	7
4.1.2.	ESCRITÓRIO	9
4.2.	LEVANTAMENTO DA ÁREA SECA	9
4.3.	LEVANTAMENTO DA ÁREA MOLHADA	10
4.4.	CURVA COTA ÁREA VOLUME	18
5.	RESULTADOS	19
6.	CONCLUSÃO	27
7.	ANEXOS	28

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem o objetivo de descrever a metodologia adotada na realização dos serviços de levantamento topobatimétrico , bem como o planejamento das linhas, os vértices de referência, a técnica de posicionamento e o resultado do georreferenciamento das seções para UHE Santa Clara.

Este relatório contém ainda os perfis topobatimétricos, as isóbatas geradas, o modelo digital do reservatório e as curvas *cota-área-volume* como produtos desta etapa.

Cabe ressaltar que este documento obedece as *Orientações para Atualização das Curvas Cota x Área x Volume- (Versão Dezembro/2013)* disponibilizado no site da Agência Nacional de Águas, em conformidade com o artigo 8° da Resolução Conjunta ANA/ANEEL n° 3/2010, que estabelece a avaliação do processo de assoreamento dos reservatórios das usinas despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema – ONS. Este documento se referencia também na **NOTA TÉCNICA 773/2014/SGH-ANA,** datada em 22 de dezembro de 2014, que contém o plano de trabalho aprovado (ANEXO I).

No dia 05 de março de 2021, via e-mail enviado pela Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica – SGH/ANA, foi solicitada a terceira revisão da atualização das curvas Cota x Área x Volume. Foi solicitado uma revisão do contorno do reservatório, assim como de outros produtos cartográficos, e o reprocessamento do Modelo Digital de Terreno considerando a relação Cota Local *versus* Sistema Geoidal Brasileiro (SGB).

A Relação Cota Local *versus* SGB passou a ser solicitada pela Agência Nacional de Águas e de Saneamento Básico a partir do dia 07 de outubro de 2020, data a qual foi realizada uma reunião em conjunto com o ONS e com empresas convidadas.

2. EQUIPE TÉCNICA

Alessandro Pereira Garcia – Cientista da Computação.

Aristeu Vieira Junior – Geógrafo.

Deny Carlos Queiroz Moura – Topógrafo.

Igor de Almeida Botelho – Auxiliar de Topografia.

Nelson Pereira de Castro – Engenheiro de Recursos Hídricos.

Paulo Cesar Santos – Topógrafo.

Tony Evandro Massago – Engenheiro Mecânico.

3. CARACTERISTICAS DA UHE SANTA CLARA

A UHE Santa Clara entrou em operação em 22/02/2002. Está localizada no rio Mucuri, bem na divisa entre os estados de Minas Gerais e Bahia. O reservatório ocupa sua maior parte em Nanuque-MG já a casa de força está localizada no município de Mucuri-BA. Seu principal acesso é através do município de Nanuque-MG, e as coordenadas geográficas aproximadas da casa de força são 17°53'48"de latitude sul e 40°12'02" de longitude oeste.

A casa de força da UHE Santa Clara apresenta 3 unidades geradoras com uma capacidade Instalada de 61,18 MW com 3 turbinas. O espelho d'agua ocupa uma área aproximadamente de 760 ha em seu nível normal de operação e o reservatório possui uma extensão de 14,4 km em sua cota normal de operação máxima de 86.00 metros.

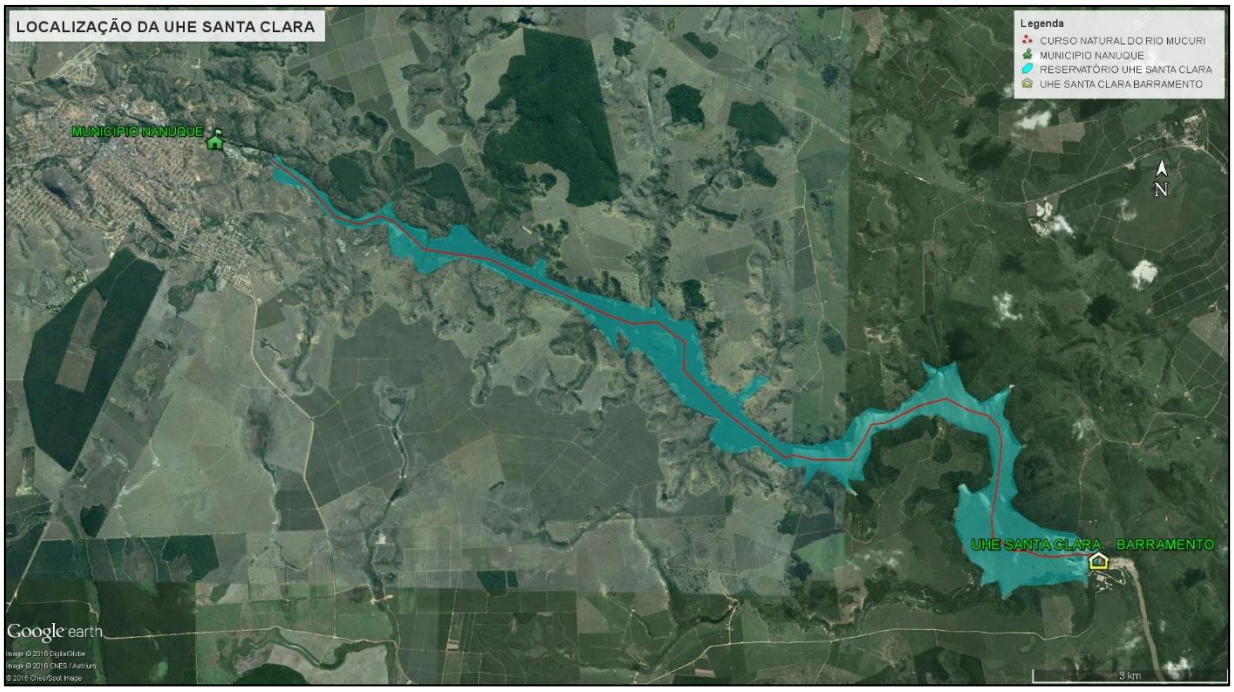

Figura 1 – Localização da UHE Santa Clara.

4. METODOLOGIA

A classificação do reservatório da UHE Santa Clara foi realizada tanto do ponto de vista de potencial de assoreamento, quanto para a disponibilidade de documentação cartográfica, sendo a classificação final da tipologia A. Isto significa que o reservatório possui um nível de criticidade médio (Classe 02) no que diz respeito a potencialidade de assoreamento e não dispõe de documentação cartográfica (Cenário 01).

Foram realizados os levantamentos topobatimétricos nas áreas secas e área molhada do reservatório. Utilizou-se equipamentos como barco com motor de poupa, ecobatímetro de feixe único, GPS com correção Real Time Kinematic – RTK e nível digital, tendo como referência os marcos geodésicos implantados no entorno do reservatório.

4.1. MATERIAIS

4.1.1. CAMPO

Segue as especificações dos equipamentos utilizados no levantamento batimétrico.

BARCO

NOME	MODELO
Pandora 2	Motor de popa

Figura 2 - Barco motor de popa.

GPS

NOME	FABRICANTE	MODELO
Trimble R4	TRIMBLE	R4

Figura 3- GPS RTK

ECOBATÍMETRO

NOME	FABRICANTE	MODELO
HydroBox Hidrographic Echo Sounder	SyQuest	210KHz

Figura 4 – Transdutor do Ecobatímetro no Suporte.

4.1.2. ESCRITÓRIO

Após coletar os dados em campo com os devidos equipamentos, procedeu-se a fase de processamento, em escritório. Segue a descrição dos softwares utilizados:

- TRIMBLE BUSINESS CENTER – Processamento GPS;
- HYDROPRO – Aquisição e processamento de batimetria;
- TCGEO – Software de conversão de unidades geográficas;
- MAPGEO – Software de processamento de ondulação geodésicas;
- QGIS v3.16.4 – Geoprocessamento;
- ArcGIS Pro v10.2 – Geoprocessamento e modelagem espacial;
- GLOBAL MAPPER v22 – Geoprocessamento e elaboração de mapas temáticos.

4.2. LEVANTAMENTO DA ÁREA SECA

Para os trabalhos de levantamento da área seca foram empregadas técnicas de topografia com utilização de GPS de alta precisão com correção em tempo real (RTK), como descrito no item 3.4.8.2 na orientação da ANA, esse procedimento substituiu o levantamento realizado por voo, conforme apresentado no e-mail apresentado no Anexo XIII e também ausenta a necessidade da caderneta de campo utilizada durante a coleta de informações da parte seca de cada seção topobatimétrica, conforme conversado via telefone com a Agencia, na figura 5 ilustra o serviço realizado desse procedimento. Nesta fase, o reservatório da UHE Santa Clara apresentou pouca oscilação no nível operacional normal máximo, conforme apresenta no ANEXO XIV. Este nível é que materializa a cota a ser levantada para obtenção do modelo digital de elevação do reservatório. Os relatórios de processamento da área seca seguem no ANEXO II, bem como as fotografias do serviço executado.

Figura 5 - Levantamento da Área Seca do Reservatório.

Com a auxílio do barco e GPS RTK (figura 5) foram coletadas as coordenadas planialtimétricas nas margens esquerda e direita do reservatório. Coletou-se dois ou mais pontos em cada margem, sempre que possível, sendo o primeiro ponto referente ao nível da água no reservatório e o último relativo à cota do nível operacional máximo. Estas coletas foram feitas sobre a linhas de sondagem transversais definidas em escritório e apresentada no próximo item.

4.3. LEVANTAMENTO DA ÁREA MOLHADA

O mapeamento da área molhada do reservatório da UHE Santa Clara consiste em uma malha de pontos geodesicamente definidos (latitude e longitude) acrescidos de suas respectivas profundidades (cota). O mapeamento foi realizado por meio do traçado de linhas equidistantes de sondagem, tanto no sentido transversal, quanto no longitudinal do reservatório. Para auxiliar na obtenção das coordenadas planimétricas da batimetria foram instalados marcos geodésicos que constituíram uma rede de apoio, denominada rede de vértices geodésicos, materializada em marcos geodésicos ao entorno do reservatório.

O cálculo das linhas equidistantes foi efetuado através da fórmula disponibilizada pela ANA nas *Orientações Para Atualização das Curvas Cota-Área-Volume* (versão Dez/2013). Foi sugerido pela própria ANA, através da Nota Técnica 576/2014/SGH-ANA a utilização da fórmula para PCH:

$$E_{ST} = \frac{0{,}1A^{0{,}25}}{D} \qquad \text{Equação 1.}$$

Onde:

E_{ST} = equidistâncias das seções topobatimétricas transversais, em quilômetros;
A = área do reservatório em seu nível operacional normal em hectares;
D = extensão do reservatório (corpo principal), em nível operacional normal, em quilômetros.

Cabe ressaltar que o critério para definição do número de linhas de sondagem é flexível devendo se adequar as necessidades de cada reservatório. O reservatório da UHE Santa Clara não possui afluentes e canais significativos, portanto não necessitou realizar linhas de sondagens nos mesmos.

Ainda na Nota Técnica 773/2014/SGH-ANA, ficou sugerido a execução de 320 linhas de sondagem com equidistância de 50 metros. Estabeleceu-se também o levantamento de uma linha de sondagem longitudinal ao longo de todo reservatório.

Na prática, foram executadas 317 linhas de sondagem topobatimétrica espaçadas aproximadamente em 50 metros acrescidas de 6 linhas de sondagem referentes a seções de controle, além de 2 linhas de sondagem longitudinais. A técnica adotada para as linhas transversais nas curvas do reservatório consistiu em acompanhar a seção transversal do leito natural do rio antes do enchimento do reservatório. As linhas de batimetria ficaram distribuídas conforme figura 6.

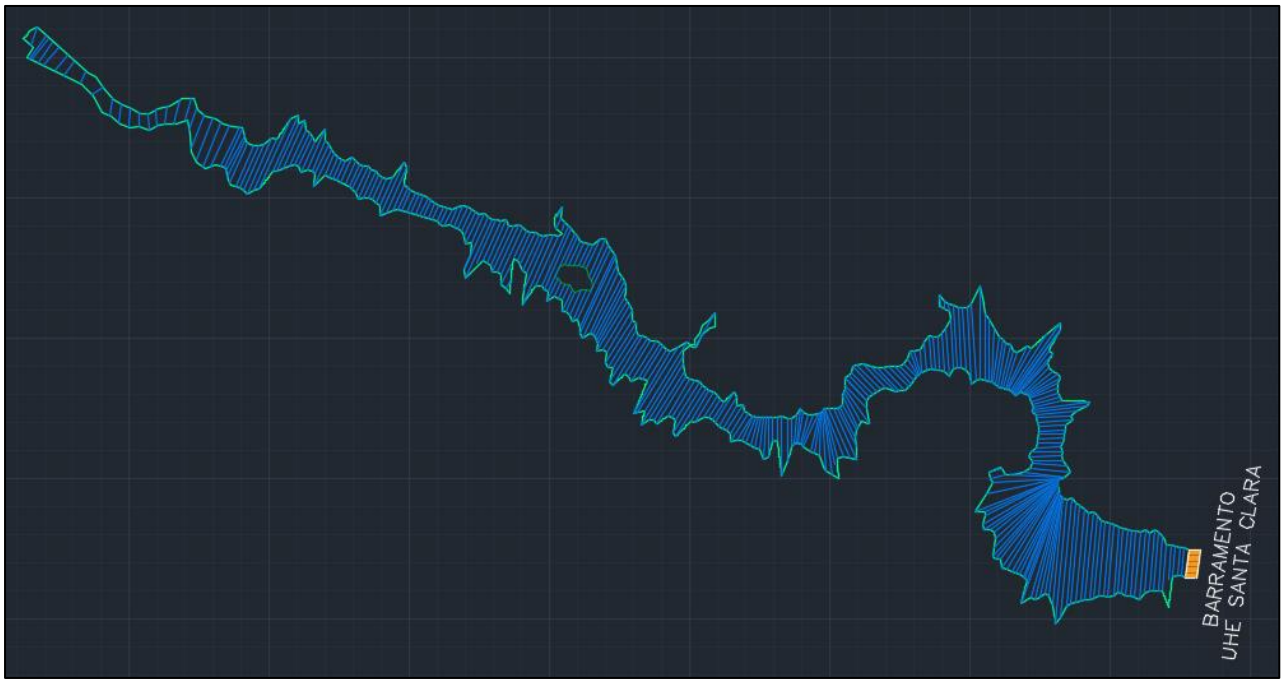

Figura 6 – Distribuição das Linhas de batimetrias.

A profundidade foi medida por meio de equipamento ecobatímetro de feixe único, cujo princípio de funcionamento é o efeito doppler com registro continuo digital. O equipamento foi acoplado ao barco na mesma haste que sustenta o receptor GPS-RTK conforme a figura 7. Diariamente realizou-se a atividade de calibração do aparelho ecobatímetro. Buscou-se proceder nas medições com velocidade do barco de modo que a coleta fosse de pelo menos 1 ponto a cada metro ao longo da linha de sondagem.

Figura 7 - Transdutor do Ecobatímetro e GPS no mesmo eixo vertical.

Foi medida a profundidade do transdutor do ecobatímetro em relação a superfície da água com o objetivo de perfilar com exatidão a profundidade do reservatório utilizando-a como offset de profundidade.

Para a correção da profundidade devido a variação do nível do reservatório durante a batimetria, não foi necessário a instalação de réguas linimétricas na margem, pois o próprio ecobatímetro junto com o GPS-RTK realizam a correção. Portanto, a planilha de flutuação de nível não foi utilizada para a redução de níveis e sim para a verificação do comportamento do NA no reservatório a fim de averiguar caso houvesse algum erro no levantamento, o que não ocorreu. O resultado do levantamento é uma malha de pontos distribuídos plani-altimetricamente.

- **OBSERVAÇÃO – PARALISAÇÃO DOS TRABALHOS**

Os trabalhos de campo iniciaram-se no mês de junho de 2015. Durante a inspeção inicial foi verificada a presença de uma quantidade relevante de plantas aquáticas na porção superior do reservatório (Figuras 8). (Próximo ao município de Nanuque-MG). Cientes do problema, a equipe deu sequência nos trabalhos de campo coletando-se as áreas secas e molhadas até onde as macrófitas impediam a continuação dos trabalhos. Calculou-se por imagens de satélite que já havia sido levantada 85% da área do reservatório. Em contato com a Agência Nacional de Águas, através do e-mail exposto no ANEXO IX, ela informou que era necessário remover as plantas para dar continuidade nos serviços.

Figura 8 Vegetação impede a navegação.

As tentativas de remoção, no entanto, foram em vão. As plantas estavam bem enraizadas e algumas apresentavam raízes de até 1.5 metros (Figura 9). A tentativa de mover a vegetação com barco também não apresentou eficácia (Figura 10).

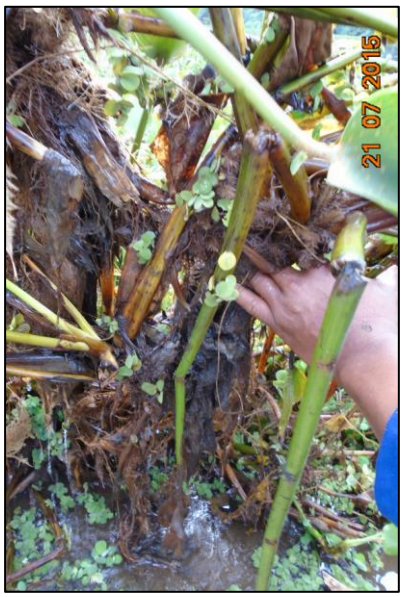

Figura 9 – Raízes das Macrófitas.

Figura 10 – Tentativa de remoção das macrófitas.

Optou-se por esperar o período de cheia (janeiro/2016) para que as plantas fossem parcialmente vertidas, o que é comum para o reservatório de UHE Santa Clara. Entretanto, mesmo após o período de cheia, as macrófitas continuaram impedindo a

continuação dos trabalhos. A conclusão dos trabalhos de campo, apenas foi possível após a CESC deplecionar o nível do reservatório nos meses de maio e junho de 2016. Mesmo assim a dificuldade foi elevada, pois todas as macrófitas se assentaram na lama do reservatório e a coleta da área seca se tornou perigosa (figura 11). Finalmente foi completada as batimetrias e área seca do reservatório da UHE Santa Clara.

Figura 11 – Reservatório após deplecionamento.

- MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

Para elaboração do MDE, o passo inicial foi consistir os dados da batimetria no software *Hydropro-NavEdit*. Nesta etapa foram corrigidos alguns pontos coletados pelo equipamento e extraído os arquivos contendo coordenadas e cotas para o processamento em outros softwares.

No passo seguinte utilizou-se o software *TECGEO/IBGE* para transformar as coordenadas obtidas no levantamento batimétrico. As coordenadas tiveram de ser transformadas para realizar a compensação geiodal no software MAPGEO2015 que não aceita como entrada as coordenadas planas.

Após a transformação de coordenadas UTM para coordenadas geográficas, utilizou-se então o programa MAPGEO2015 para obter-se as compensações geoidais, disponibilizadas no ANEXO III.

Na sequência os softwares *Global Mapper* e ArcGIS foram utilizados para a geração das curvas de nível e modelo digital de elevação. O método de interpolação usado foi o Topo-To-Raster do ArcGIS. Neste processamento delimitou-se a área alagada no nível operacional normal máximo do reservatório a fim de utilizá-la como *breakline* para o cálculo das curvas *cota-área-volume*. Ainda nestes softwares, foram traçados os perfis topobatimétricos de cada seção, além do perfil longitudinal.

4.4. RELAÇÃO COTA LOCAL *versus* SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO

A fim de determinar a diferença entre a Cota Local de operação (CL) da UHE Santa Clara e o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), foi realizado um levantamento em campo utilizando o método de Nivelamento Topográfico. A base utilizada como referência foi o Marco M023 (figura 12), a partir daí levantou-se também o NA do reservatório.

Figura 12 – Marco M023 e Nivelamento Topográfico.

Os resultados do Nivelamento Topográfico estão representados na Tabela 1, assim como no ANEXO XIV juntamente das fotos da atividade de campo.

Tabela 1 - Nivelamento Topográfico UHE Santa Clara.

ESTACA	VISADA RÉ (mm)	ALTURA (mm)	VISADAS INTERMEDIÁRIA (mm)	MUDANÇA (mm)	ELEVAÇÃO (mm)	OBSERVAÇÃO
RN-M023	2.123	91.468			89.345	
			1.675		89.793	
			1.401		90.067	
			1.449		90.019	
			1.701		89.767	
			2.904		88.564	
			3.418		88.050	
			3.988		87.480	
			4.632		86.836	
AUXI 1	1.705	88.541			86.836	
			3.700		84.841	
AUX 2	0.788	85.629			84.841	
			1.419		84.210	
NA			2.198		83.431	**14:42:00**

A partir da obtenção do NA referente ao SGB pelo nivelamento pôde-se comparar com o NA do Sistema Local, obtido pela leitura de réguas linimétricas, determinando assim a relação entre os sistemas altimétricos.

A leitura da régua no dia 29 de abril de 2021 foi 84,56 m (Figura 13), já o NA obtido pelo nivelamento foi de 83,43 o que resultou numa diferença de 1,13 m a menos para o SGB em relação a Cota Local.

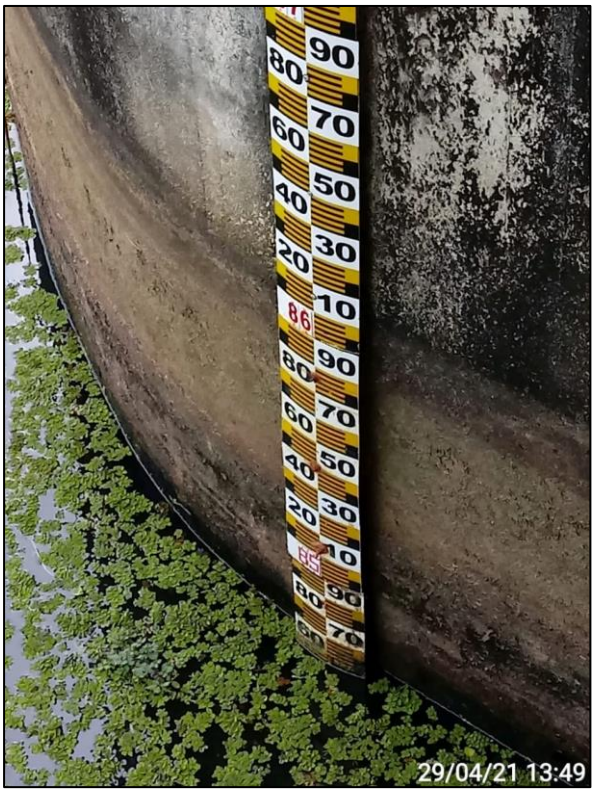

Figura 13 – Régua Linimétrica UHE Santa Clara – 29/04/2021 às 14h42min.

4.5. CURVA COTA ÁREA VOLUME

Para a confecção da curva Cota x Área x Volume utilizou-se a ferramenta *Calculate Cut-and-Fill Volume* do software *Global Mapper*. Neste software é possível realizar o cálculo da área e volume, com certa agilidade respeitando a condição de 0.01 metros entre as cotas. Após o cálculo feito, restou analisar se a curva estava condizente com a realidade.

Após o cálculo realizado pelo software foi extraída uma tabela com os valores de cota, área e volume. Gerou-se então gráficos de dispersão a fim de ajustar uma curva para a Cota x Área e outra para Cota x Volume. Os gráficos e as curvas serão apresentados no próximo capítulo.

5. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais produtos do trabalho de atualização das curvas *Cota-Área-Volume* e as discussões mais relevantes.

A partir do levantamento topobatimétrico foram gerados o contorno, o modelo digital de elevação, as curvas isóbatas e os dados de área e volume para a confecção da curva.

a) CONTORNO

Com o levantamento da área seca e o uso de imagens de satélite obteve-se o contorno do reservatório (figura 12). O nível d'água máximo corresponde a cota 86.00 metros nas proximidades do barramento que resultou uma área alagada de 8,11 km². Conforme indicado na Nota Técnica 773/2014-SGH-ANA, a Agência Nacional de Águas calculou uma área de 7,6 km² através da fórmula resultando em uma diferença de 6,7% entre as áreas levantadas e calculadas do reservatório.

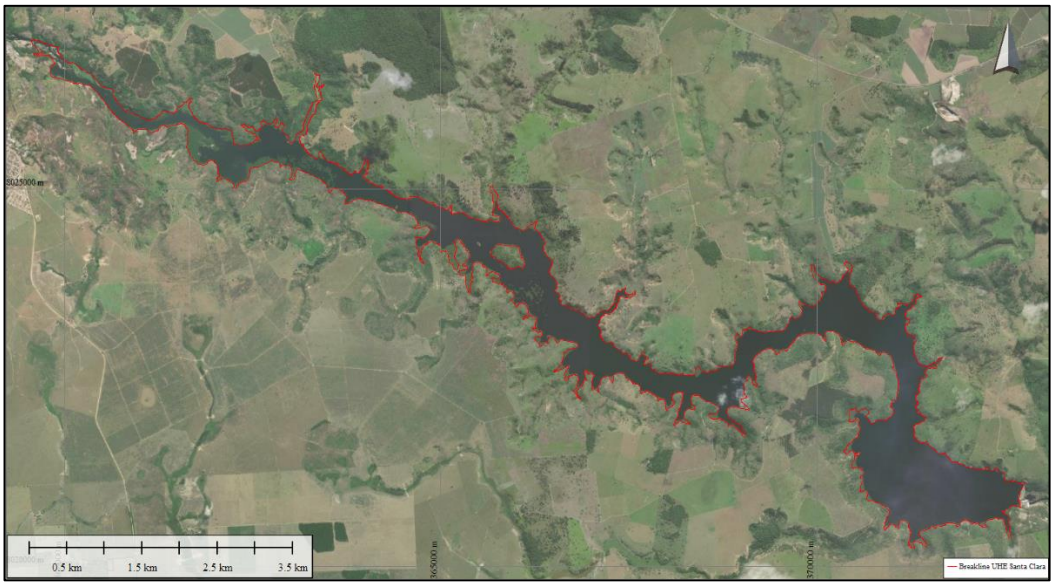

Figura 12 – Contorno do Reservatório.

O levantamento do reservatório através das seções transversais resultou em uma malha de pontos bem distribuída (figura 13) e possibilitou a processar os dados com alto grau de precisão em escritório.

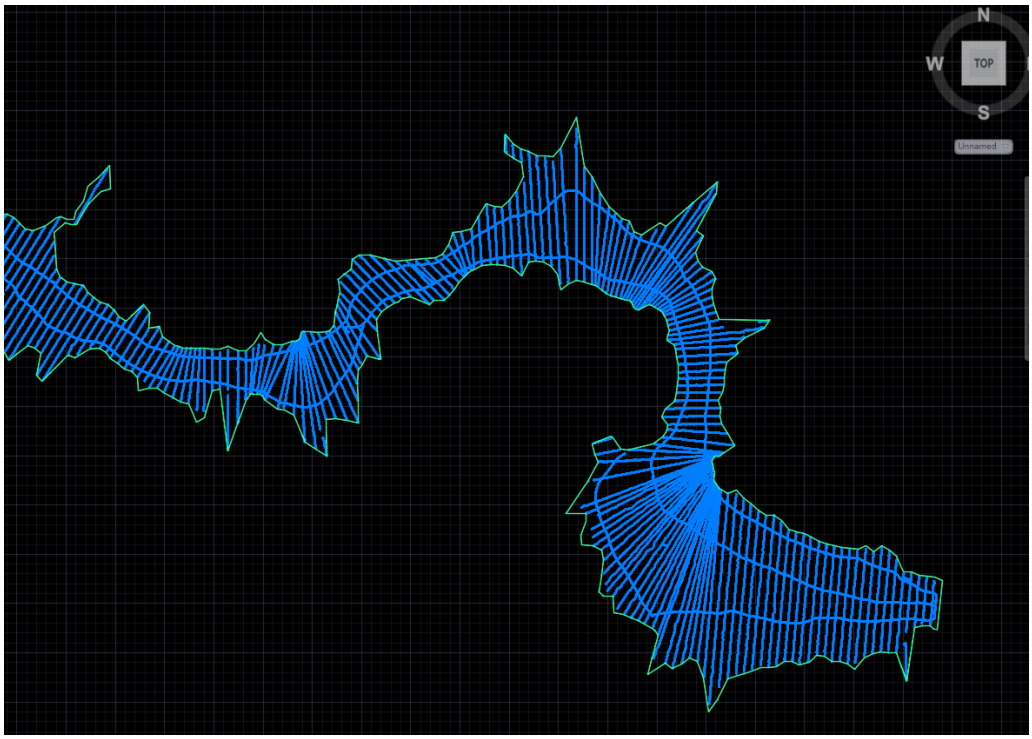

Figura 13 – Malha de pontos.

b) CURVAS DE NÍVEL E MODELO DIGITAL DO TERRENO

O Modelo Digital do Terreno (MDT) foi gerado a partir da interpolação da malha de pontos batimétricos coletados em campo. O método interpolador adotado foi o Topo-To-Raster do ArcGIS, ferramenta esta que passou a ser indicada pela ANA a partir do ano de 2020.

O MDT resultante da interpolação está representado na Figura 14.

.

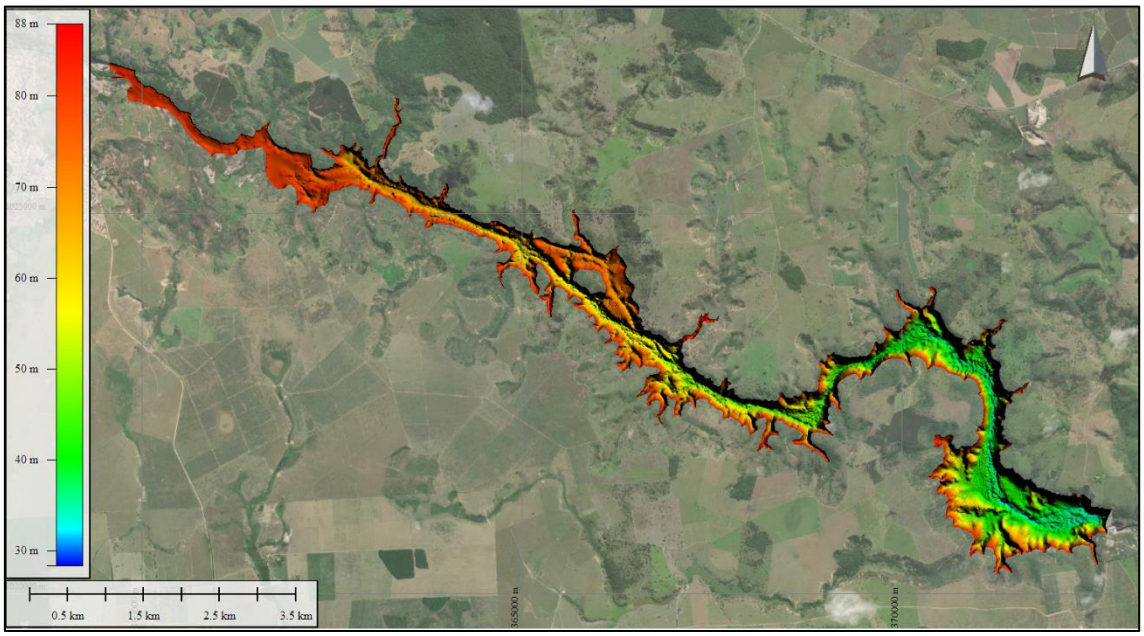

Figura 14 – Modelo Geoidal de Elevação.

As isóbatas foram geradas com espaçamentos de 1.00 metro por meio de aproximadamente 700 mil pontos levantados, utilizando-se o valor da cota máxima do reservatório como *breakline*. A representação das isóbatas são ilustradas na figura 15 e apresentadas no ANEXO V), bem como o modelo digital de elevação em formato GEOTIFF disponível no ANEXO VI.

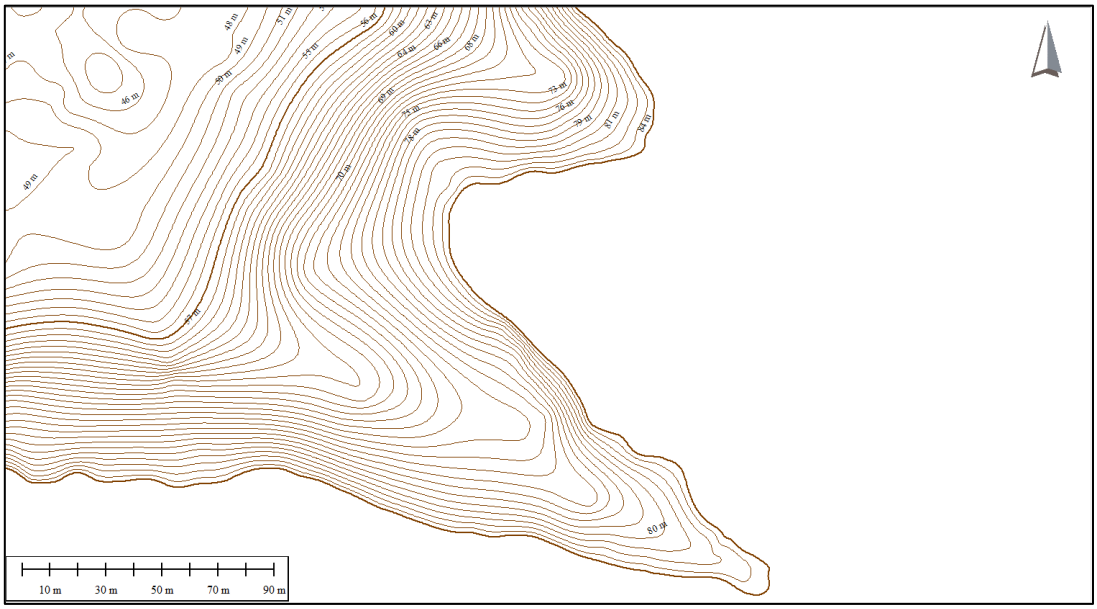

Figura 15 – Isóbatas.

A fim de verificar a acurácia do modelo gerado realizou-se um processamento simples, porém eficiente, para a comparação dos valores obtidos pela batimetria e dos valores interpolados que geraram o MDT. A ferramenta utilizada foi o *Point Sampling Tool Plugin* no *Software* QGIS, esse plugin coleta valores de um Raster e compara com valores de pontos de amostragem especificados de um arquivo tipo shapefile.

O plugin precisa de uma camada de pontos com coordenadas X, Y e Z (neste caso utilizou-se os próprios pontos de amostragem da batimetria), além de pelo menos uma camada Raster (neste caso utilizou-se o MDT gerado). O software cria uma camada de pontos com localizações dadas pelos pontos de amostragem e atributos de elevação retirados das células Raster.

A partir disso pode-se calcular o módulo do erro entre os valores de coordenadas Z e os valores gerados no Raster. Esse processo está representado na Equação abaixo, e é uma paramétrica muito utilizada para a avaliação da acurácia vertical de MDTs, o valor de erro é representado em metros.

$$Módulo\ do\ erro = \sqrt{(V1 - V2)^2}$$

Onde:

V1 – Valor de referência 1 (Coordenada Z da batimetria); e

V2 – Valor de referência 2 (Valor numérico de elevação gerado no MDT).

Observou-se que 72,95% dos erros encontram-se em uma faixa de 0 a 0,3 m, totalizando 607721 pontos, por meio desta análise pode-se considerar o MDT gerado aderente aos valores obtidos por meio da batimetria. Foi encontrado também o erro médio de 0,16 m, ou ainda 16,00 cm.

Tabela 2 - Teste de aderência dos pontos batimétricos e MDT.

Erro (m)	Ocorrência	Percentual
0-0.3	607721	72.95%
0.3-0.6	94055	11.29%
0.6-0.9	39115	4.70%
0.9-1.2	22799	2.74%
1.2-1.5	15056	1.81%
1.5-1.8	10903	1.31%
1.8-2.1	7752	0.93%
2.1-2.4	5999	0.72%
2.4-2.7	4991	0.60%
2.7-3	3999	0.48%
> 3	19537	2.35%
Nulos	1170	0.14%
Total	833097	100.00%

c) PERFIS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAL

O perfil longitudinal da calha do rio e os 317 perfis transversais de cada seção são representados através dos ecogramas (figura 12) gerados pelo software Navedit (Anexo X) através dos arquivos brutos de extensão Hydro oriundos do software para batimetrias Hydropro.

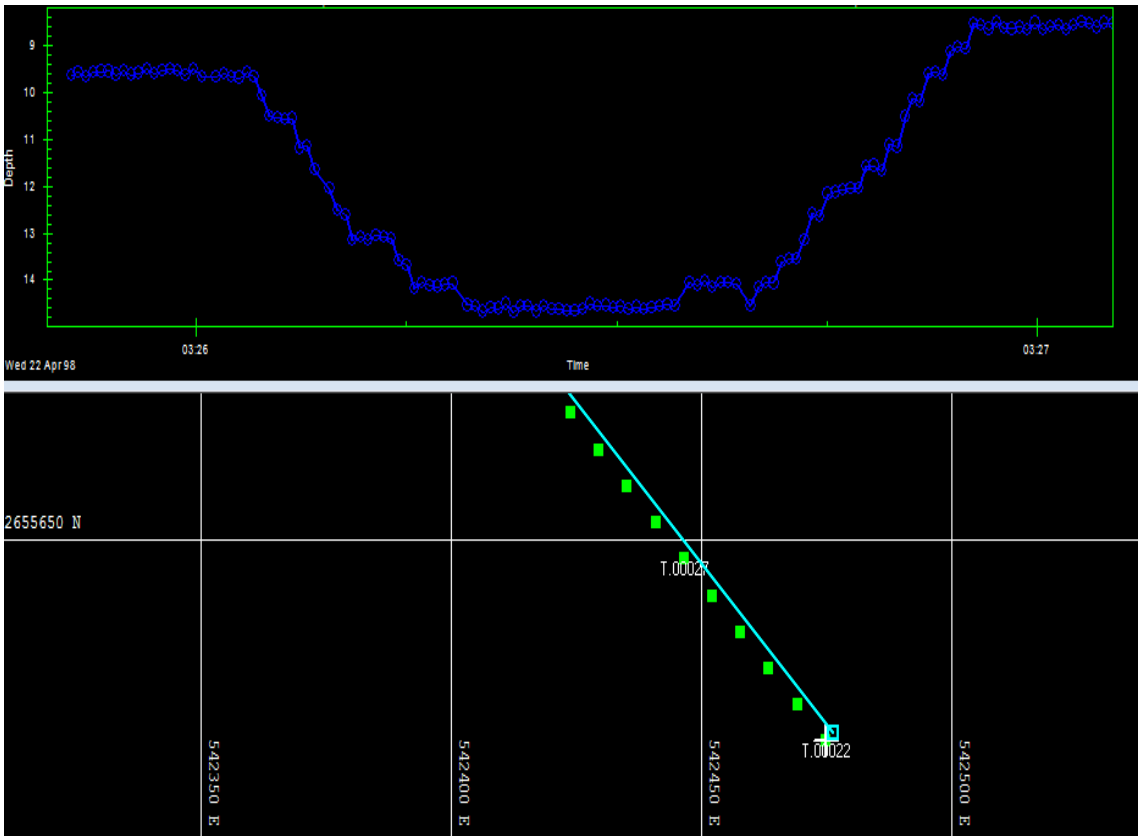

Figura 12 – Ecogramas gerados pelo Navedit.

Os ecogramas resultante estão organizados no ANEXO IV. No reservatório, onde houve locais inapropriados para navegação, os pontos forma interpolados e corrigidos pelo software. Todos os pontos utilizados no levantamento topobatimétrico contendo a latitude, longitude e altitude ortométrica estão disponíveis no ANEXO VIII.

d) CURVAS COTA ÁREA VOLUME

Os dados da curvas *cota-área-volume* foram gerados utilizando ferramentas do software *Global Mapper* v22.0 e são apresentados no ANEXO IX. Optou-se por apresentar os valores de área na unidade de quilômetros quadrados (km²) e o volume em hectômetros cúbicos (hm³). Após gerado os gráficos de dispersão, calculou-se equações polinomiais através do Excel.

Logo abaixo está apresentado o gráfico e equações geradas pelos dados obtidos. Estas equações representam a atualização das curvas cota-área-volume da UHE Santa Clara.

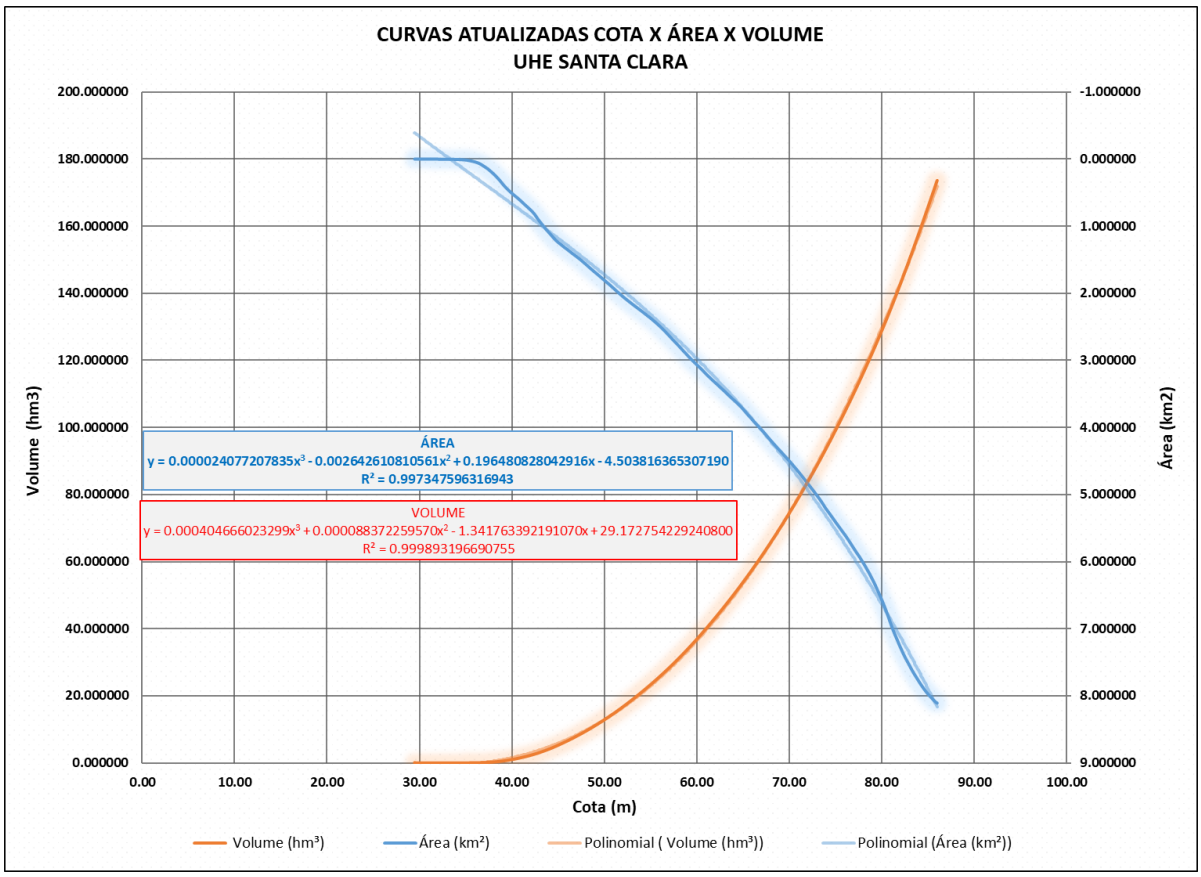

Figura 13 – Curvas Cota x Área x Volume atualizadas.

O arquivo contendo as curvas juntamente com os gráficos e equações acompanham este relatório no ANEXO IX.

Abaixo encontram-se descritas as equações ajustadas com um polinômio de terceiro grau para as curvas Cota x Área e Cota x Volume, assim como os seus respectivos coeficientes de correlação R.

- Cota x Área

$y = 0.000024077207835\ Cota^3 - 0.002642610810561\ Cota^2 + 0.196480828042916\ Cota - 4.50381636530719$

$R^2 = 0.997347596316943$

- Cota x Volume

$y = 0.000404666023299\ Cota^3 + 0.00008837225957\ Cota^2 - 1.34176339219107\ Cota + 29.1727542292408$

$R^2 = 0.999893196690755$

A seguir é apresentado o resumo da CAV após os complementos efetuados nesta revisão. Maiores observações podem ser obtidas na planilha em anexo.

Tabela 3 - Resumo da atualização da CAV da UHE Santa Clara.

Parâmetro	N.A. Máximo Excepcional (m)	N.A. Máximo Normal (m)	N.A. Mínimo Normal (m)	Volume Útil (Hm3)
Área Original (km²)	7.97	7.51	-	-
Area Atualizada (km²)	8.53	8.11	-	-
Diferença (%)	**7.0%**	**7.9%**	**-**	**-**
Volume Original (Hm³)	161.11	150.59	117.83	32.76
Volume Atualizado (Hm³)	184.66	173.64	-	
Diferença (%)	**14.6%**	**15.3%**	**-**	**-**

6. CONCLUSÃO

Devido à grande quantidade de pontos amostrados, as curvas de nível foram consideradas satisfatórias e exerceu uma boa representação do local assim como o modelo digital de elevação.

O reservatório apresentou um volume de 173,64 hm^3 em sua cota normal máxima de operação 86.00 e uma área alagada de 8,11 km^2. Tais valores se encontraram ligeiramente superiores aos estudos anteriores. Tal divergência pode ser interpretada pelos diferentes métodos de aquisição de dados e processamento de interpolação. Ambas as curvas apresentaram ajustes maiores que 99%, o que indica uma boa correlação.

Os trabalhos de atualização da curva Cota x Área x Volume são fundamentais para a boa geração de energia e a previsão da vida útil do reservatório. A partir do monitoramento de assoreamento podem ser tomadas medidas para controle e prevenção de deposição de sedimentos, bem como a elaboração de plano de gestão dos recursos hídricos.

As seções de controle de assoreamento são apresentadas em relatório separado que acompanha esse conjunto de documentos denominado: *"RELATÓRIO DE REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE ASSOREAMENTO".*

7. ANEXOS

ANEXO I – NOTA TÉCNICA 773/2014-SGH-ANA

ANEXO II –RELATÓRIOS DE PROCESSAMENTO – ÁREA SECA

ANEXO III – COTAS COMPENSADAS – ONDULAÇÃO GEIODAL

ANEXO IV – PERFIS TOPOBATIMÉTRICOS

ANEXO V - ARQUIVO DIGITAL DWG (ISÓBATAS)

ANEXO VI – MODELO DIGITAL DO TERRENO

ANEXO VII – ARQUIVO DIGITAL SHP

ANEXO VIII – NUVEM DE PONTOS

ANEXO IX – ARQUIVO COTA-ÁREA-VOLUME

ANEXO X – KMZ DO RESERVATÓRIO

ANEXO XI – FOTOS

ANEXO XII - ARQUIVOS BRUTOS – BATIMETRIA

ANEXO XIII- CADERNETAS DE FLUTUAÇÕES DE NIVEL

ANEXO XIV – COTA LOCAL *versus* SGB