



CONSÓRCIO ENERGÉTICO
CRUZEIRO DO SUL
UHE GOVERNADOR JAYME CANET JÚNIOR

UHE GOVERNADOR JAYME CANET JUNIOR (MAUÁ)

REVISÃO DO PLANO DE TRABALHO PARA ATUALIZAÇÃO DA CURVA COTA X ÁREA X VOLUME

Elaborado por Copel Geração e Transmissão S.A.

Eng^a Camila Freitas – CREA 80.851/D-PR
Eng^o Douglas Mazeika Paulek – CREA 138.564/D-PR
Eng^a Mônica Irion Almeida – CREA 24.915/D-PR
Eng^o Carlos Alexandre Vaz – CREA 116.160/D-PR

SOS – Superintendência de Operações de Geração e Transmissão
COGT – Centro de Operação da Geração e Transmissão
VRHI – Divisão de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMF – Superintendência de Assuntos Fundiários e de
Meio Ambiente da Geração e Transmissão
DGGI – Departamento de Geoprocessamento e Gestão Imobiliária
VGIG – Divisão de Gestão Imobiliária e Geoprocessamento

Relatório VRHI nº 2022 - 005

Curitiba, março de 2022.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	ENQUADRAMENTO DA USINA DE ACORDO COM A CRITICIDADE DO ASSOREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE MATERIAL CARTOGRÁFICO	5
3	AÇÕES A SEREM REALIZADAS	6
	3.1 Controle de Qualidade da RVG Pré-Existente	6
	3.2 Avaliação do MGL Pré-Existente	6
	3.3 Conversão da Base Cartográfica Existente	7
	3.4 Mapeamento da Área Molhada do Reservatório.....	7
	3.5 Implantação das seções de controle: Localização e Quantidade	8
4	CRONOGRAMA AJUSTADO	9
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	9
6	REFERÊNCIAS	11

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo da avaliação do plano de trabalho realizada pela ANA - Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH.....	4
Quadro 2 – Número de seções de referência para o reservatório da UHE GJC (Mauá) ..	7
Quadro 3 – Coordenadas dos pontos iniciais (PIs) e finais (PFs) das seções CT1 e CT2	8

1 INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo apresentar a revisão do plano de trabalho para atualização da curva Cota x Área x Volume (CAV) do Aproveitamento Hidrelétrico Governador Jayme Canet Junior (Mauá) – UHE GJC, visando ao atendimento da Resolução Conjunta ANA ANEEL nº 03, de 10 de agosto de 2010.

A primeira versão do plano de trabalho consta do relatório VRHI 004-2022 e foi encaminhada à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) por meio da Carta GeT-C/016/2022, em abril de 2022.

Em 28 de abril de 2022 a Copel GeT recebeu o Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH que avaliou o plano de trabalho para atualização das curvas Cota x Área x Volume da UHE GJC. O Quadro 1, que consta do citado Parecer Técnico, resume a avaliação realizada pela ANA.

Quadro 1 – Resumo da avaliação do plano de trabalho realizada pela ANA - Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH

Análise do Plano de Trabalho	
Parâmetro	Condição
Potencial de Assoreamento do Reservatório	
Potencial de Produção de Sedimentos da Bacia Hidrográfica (Pss)	Aprovado
Posição do reservatório na cascata (Prc)	Aprovado
Regime de operação do reservatório (Ror)	Aprovado
Magnitude e Importância dos efeitos do assoreamento (MI)	Reprovado
Cálculo e Enquadramento do Empreendimento em função do Nível de Criticidade (Nc)	Reprovado
Enquadramento do Empreendimento na Matriz Potencial de Sedimento x Disponibilidade de Documentação Cartográfica.	Aprovado
Disponibilidade de Material Cartográfico	
Rede de Vértices Geodésicos (RVG)	Reprovado, pois a empresa deverá consertar as inconsistências metodológicas presentes no Plano de Trabalho, ora indicadas por esta Agência neste documento.
Modelo Geoidal Local (MGL)	Reprovado, pois a empresa não apresentou a metodologia a ser aplicada nessa etapa do trabalho.
Área Seca	Aprovado, desde que a base cartográfica seja aprovada no processo de validação, atendendo a PECD Classe B para a escala 1:10.000. Além disso, antes de proceder a validação daquela base cartográfica, a empresa deverá realizar a sua conversão de SAD69-96 para SIRGAS2000.
Área Molhada	Reprovado, a empresa deverá se manifestar a respeito das ponderações presentes no item 10 deste documento.
Seções de Controle	Reprovado, a empresa deverá observar as ponderações presentes no item 11 deste documento.
Cronograma	Reprovado

2 ENQUADRAMENTO DA USINA DE ACORDO COM A CRITICIDADE DO ASSOREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE MATERIAL CARTOGRÁFICO

Na avaliação do enquadramento quanto à criticidade do assoreamento realizada pela Copel GeT, a ANA revisou a classificação do reservatório da UHE GJC para **Média Externaldade**, quanto à Magnitude e Importância dos efeitos do assoreamento (MI), alterando o resultado do cálculo do Nível de Criticidade para 0,67, mantendo a tipologia do reservatório para **Média Criticidade, Classe 2** ($0,50 \leq NC < 0,75$). Ratificamos a análise realizada pela ANA e, desta forma, a tipologia do reservatório da UHE GJC.

Quanto à análise sobre a disponibilidade de material cartográfico de projeto, a ANA aprovou a **Classificação na Tipologia B1** e a metodologia propostas pela Copel GeT para realização dos levantamentos de área seca, condicionadas à validação do material cartográfico de projeto no controle de qualidade (atendimento ao PECD Classe B para a escala 1:10.000), desde que precedida da conversão da base cartográfica de SAD69-96 para SIRGAS2000.

Para os parâmetros Rede de Vértices Geodésicos (RVG), Modelo Geoidal Local (MGL) levantamento da área molhada, Seções de Controle e Cronograma dos serviços, a ANA reprovou a proposta da Copel GeT.

Os quesitos reprovados pela ANA foram avaliados pela Copel GeT e são reapresentados no Item 3 deste relatório.

3 AÇÕES A SEREM REALIZADAS

3.1 Controle de Qualidade da RVG Pré-Existente

A UHE GJC possui Rede de Vértices Geodésicos oriundos de levantamentos pré-existent.

Deste modo, ratifica-se a proposição apresentada no item 3.5 Controle de Qualidade da RVG Pré-Existente apresentada no relatório UHE Governador Jayme Canet Júnior (Mauá) – Plano de Trabalho para Atualização da Curva Cota x Área x Volume e solicita-se desconsiderar o apresentado no item 3.1 do referido relatório.

Para avaliação da RVG pré-existente serão executadas as seguintes etapas:

1. Identificar na região do reservatório RRNN oficiais contidas no sítio eletrônico do IBGE;
2. Identificar espacialmente os marcos que constituem a rede de referência no material cartográfico disponível e sua proximidade com as RRNN do IBGE;
3. Identificar espacialmente os marcos que constituem a Rede de Referência e sua proximidade com as RRNN do IBGE;
4. Vistoriar em campo as condições das RRNN selecionadas e as possibilidades de caminhamento;
5. Planejar linhas de nivelamento e contranivelamento geométrico partindo das RRNN selecionadas do IBGE para os 10 marcos da RVG na região do reservatório;
6. Ocupar pontos selecionados com receptores GNSS de dupla frequência em duas seções de duas horas cada uma;
7. Efetuar o nivelamento, tendo como referência de partida a RN do IBGE selecionada, e como de chegada os vértices da RVG.

3.2 Avaliação do MGL Pré-Existente

A região do reservatório da UHE GJC possui Modelo Geoidal Local (MGL) elaborado em 2008. Esse MGL que deve ser avaliado em relação a precisão requerida pela Resolução Conjunta ANA ANEEL nº 03/2010.

Caso o MGL existente, não possua a precisão requerida, em virtude de poucas RRNN oficiais do IBGE na região e da validação da RVG existente na área do reservatório considerou-se avaliar o MAPGEO2015 ou Modelo Geoidal oficial mais atualizado.

Somente se ambos os modelos não forem aprovados (não atendam a qualidade superior de 20 cm) será elaborado um novo MGL para a região da UHE GJC, a partir da ondulação geoidal que será calculada através das diferenças entre as altitudes ortométricas (obtidas através de nivelamento geométrico tomando-se como referência vértices pertencentes à Rede Altimétrica de Alta Precisão do IBGE) e elipsoidais (obtidas através do rastreamento dos marcos por equipamentos GNSS tomando-se como referência vértices do tipo SAT).

A partir dos dados de ondulação geoidal, será gerado novo MGL, que consistirá basicamente em um arquivo raster, que conterà a interpolação dos valores de ondulação para toda a área relacionada ao empreendimento. Do total de pontos da RVG, 20% destes

não serão utilizados para a geração do novo MGL, pois deverão ser utilizados posteriormente para o controle de qualidade do modelo.

3.3 Conversão da Base Cartográfica Existente

Em complementação ao item 3.4 Controle de Qualidade da Base Cartográfica de Projeto do apresentado no relatório UHE Governador Jayme Canet Júnior (Mauá) – Plano de Trabalho para Atualização da Curva Cota x Área x Volume, salienta-se que o material cartográfico de projeto da UHE GJC será convertido de SAD69-96 para o Datum SIRGAS 2000.4 antes da avaliação de controle de qualidade altimétrico.

O material cartográfico a ser convertido possui as seguintes características:

- Número de Cartas: 70
- Área Aproximada do Levantamento: 12.251 ha
- Escala de voo: 1:5000
- Data de voo: 2008
- Empresa executora: Lactec/Engemap
- Espaçamento das curvas de nível: 1 m
- Datum horizontal: SAD69-96
- Datum vertical: Marégrafo de Imbituba – SC

A reprojeção dos dados de SAD69 para SIRGAS 2000, utilizará os padrões oficiais de conversão fornecidos pelo IBGE e posteriormente a conversão para o formato *ESRI Shapefile* das seguintes feições existentes na base:

- Curvas de Nível (Mestras e Intermediárias)
- Pontos Cotados
- Referencias de Nível

3.4 Mapeamento da Área Molhada do Reservatório

O Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH da ANA, sugere que, no levantamento batimétrico no corpo principal do reservatório, as linhas de sondagem transversais e longitudinais estejam equidistantes em 75 metros, e nas regiões referentes a braços e afluentes a equidistância seja de 50 metros.

Considerando a extensão do reservatório de 80 km a Copel GeT recalculou o número de seções de referência necessárias para atendimento das equidistâncias recomendadas pela ANA, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Número de seções de referência para o reservatório da UHE GJC (Mauá)

A =	8390	ha
D =	80	km
Est =	0,075	km
Número de seções batimétricas transversais	1067	

Com relação ao uso de monofeixe o referido Parecer Técnico recomenda, ainda, para os levantamentos batimétricos longitudinais, a execução de 1 (uma) linha de sondagem sobre o talvegue dos rios naturais (principal e afluentes), e a execução das 2 (duas) linhas de sondagem distantes no máximo a 10 metros (ou menor) de ambas as margens em todo o reservatório. A Copel GeT concorda com as equidistâncias sugeridas pela ANA no caso de utilização de equipamentos monofeixe.

3.5 Implantação das seções de controle: Localização e Quantidade

Em complementação ao descrito no item 3.2 Implantação das seções de controle: Localização e Quantidade apresentada no relatório UHE Governador Jayme Canet Júnior (Mauá) – Plano de Trabalho para Atualização da Curva Cota x Área x Volume, serão revitalizadas e complementadas as seções de monitoramento CT-1 e CT2, implantadas em atendimento ao Programa de Observação das Condições Hidrossedimentológicas do Projeto Básico Ambiental da UHE GJC.

Nesse Programa, cada seção foi materializada através da implantação de dois marcos topográficos em concreto armado, localizados nos pontos inicial (“PIs”) e final (“PFs”) do perfil transversal levantado, sendo as posições geográficas determinadas através de varredura com o uso de GPS de Dupla Frequência e a altitude determinada através de nivelamentos geométricos de 1ª ordem, tendo como base os referenciais de nível dos marcos de apoio básico do reservatório, implantados pela empresa ENGEMAP, à época da obra da usina.

O Quadro 3 apresenta as coordenadas geográficas dos marcos topográficos delimitadores das seções de monitoramento CT-1 e CT2, assim como a altitude ortométrica de cada marco.

Quadro 3 – Coordenadas dos pontos iniciais (PIs) e finais (PFs) das seções CT1 e CT2

Seções	PI (Ponto Inicial) (ME) Margem Esquerda			PF (Ponto Final) (MD) Margem Direita		
	UTM Norte (m)	UTM Leste (m)	Altitude (m)	UTM Norte (m)	UTM Leste (m)	Altitude (m)
CT-01	7.313.149,197	535.959,233	643,257	7.313.373,416	536.055,975	644,377
CT-02	7.315.746,128	528.976,214	638,559	7.315.857,429	529.209,524	635,975

A documentação referente a implantação dos marcos será apresentada à ANA juntamente com os demais levantamentos que compõem o processo de atualização da curva cota x área x volume.

4 CRONOGRAMA AJUSTADO

De acordo com o relatório UHE Governador Jayme Canet Júnior (Mauá) – Plano de Trabalho para Atualização da Curva Cota x Área x Volume, o cronograma apresentado “*é apenas um indicativo da duração do trabalho, portando pode ser alterado durante o transcorrer das atividades*”.

Com base nas considerações realizadas pela ANA no Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH, a Copel GeT reavaliou o cronograma, em especial as etapas de execução das atividades de campo e escritório. Também foi constatado um equívoco no preenchimento do arquivo, pois as durações das atividades haviam sido estimadas em dias corridos, mas no arquivo foram inseridas como dias úteis, aumentando a duração das etapas em quase 30%. Desta forma, com a correção do erro e a reavaliação do cronograma, o prazo final para entrega do Relatório Final é estimado em novembro/2023.

Cabe ressaltar que as datas consideradas para os levantamentos de campo dependem de condições meteorológicas favoráveis e de que o nível do reservatório atinja cota superior à cota máxima ocorrida durante o voo realizado no ano de 2012 na etapa de mapeamento da área molhada, em que o nível d’água no reservatório oscilou entre 626,73 m e 627,52 m.

O cronograma revisado é apresentado no Anexo I deste relatório.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Copel GeT adotará a classificação proposta pela ANA em seu Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH, para o parâmetro Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento (MI), como **Média Externalidade (2)**. Esta alteração, no entanto, não interfere na classificação da tipologia do reservatório, ratificada pela Copel GeT como de **Média Criticidade, Classe 2 ($0,50 \leq NC < 0,75$)**, motivo pelo qual solicita a aprovação dos itens Magnitude e Importância dos efeitos do assoreamento (MI) e do Cálculo e Enquadramento do Empreendimento em função do Nível de Criticidade (Nc) do Quadro 1.

Considerando a classificação do reservatório quanto ao Potencial de Assoreamento e a disponibilidade de material cartográfico, a Copel GeT ratifica a tipologia do reservatório da UHE GJC como **Tipo B1** e informa que realizará análise de controle de qualidade para fins de validação do material cartográfico de projeto (atendimento ao PECD Classe B para a escala 1:10.000), submetendo os resultados à análise da Agência, juntamente com os demais estudos e levantamentos para atualização das curvas Cota x Área x Volume do reservatório da UHE GJC.

Nos subitens 3.1 e 3.2 do presente relatório a Copel GeT apresenta a proposta de utilização de rede de vértices geodésicos e modelo geoidal local existentes, os quais passarão por processo de análise e controle de qualidade, de acordo com o estabelecido no documento orientativo da ANA. Desta forma solicita que a ANA considere aprovados os itens Rede de Vértices Geodésicos (RVG) e Modelo Geoidal Local (MGL) apresentados no Quadro 1.

De acordo com os dados apresentados no item 3.3 deste relatório, o reservatório da UHE GJC possui mapeamento da área seca do reservatório (cartografia de projeto de 2008 e ortofotos provenientes de voo com data de 2012 com MDTs considerando dados até o NAR do dia do voo, o que significa além da cota máxima normal). O material disponível será submetido à devida conversão da base cartográfica de SAD69-96 para SIRGAS2000, antes da realização da etapa de controle de qualidade da base cartográfica.

No subitem 3.4 a Copel GeT apresentou o quantitativo de seções transversais de acordo com o espaçamento proposto pela ANA ao longo do corpo principal do reservatório e do principal afluente.

Quanto a localização e quantidade de conjuntos de seções de controle, apresentadas no subitem 3.5, a Copel GeT indicou 2 (dois) locais a serem revitalizados e monitorados, nas seguintes localizações: 1) no rio Tibagi no quartil superior do reservatório e 2) no rio Tibagi (após a confluência do rio Imbauzinho). Desta forma solicitamos que o item Seções de Controle do Quadro 1 seja considerado aprovado.

A realização do cronograma apresentado no item 4 depende de que o nível do reservatório atinja cota superior à cota máxima ocorrida durante o voo realizado no ano de 2012 na etapa de mapeamento da área molhada, e a execução das atividades de campo requer condições meteorológicas favoráveis.

6 REFERÊNCIAS

ANA. **Orientações para atualização das curvas Cota x Área x Volume.** Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/fohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaAtualizacaoDasCurvas_Cota_Area_Volume_Versao_Dez2013.pdf>. 2013.

COPEL GeT. UHE Governador Jayme Canet Júnior (Mauá): Plano de trabalho para atualização da curva Cota x Área x Volume. Relatório Técnico SOS/COGT/VRHI 004 - 2022.

ANA. Parecer Técnico nº 109/2022/COSET/SGH. Emitido em: 26/04/2022.

Id	Modo da Tarefa	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras	06/Mar/22		01/Maio/22		26/Jun/22		21/Ago/22		16/Out/22		11/Dez/22		05/Fev/23		02/Abr/23		28/Maio/23		23/Jul/23		17/Set/23		12/Nov/23	
							T	S	Q	D	Q	S	S	T	S	Q	D	Q	S	S	T	S	Q	D	Q	S	S	T	S	Q
1		Aprovação do Plano de Trabalho pela ANA	90 dias	Sex 01/04/22	Qui 30/06/22																									
2		Elaboração da Especificação Técnica	60 dias	Sex 01/07/22	Ter 30/08/22																									
3		Processo licitatório	150 dias	Ter 30/08/22	Sex 27/01/23	2																								
4		Execução do contrato	180 dias	Sex 27/01/23	Sex 06/10/23	3																								
5		MC-01 - Plano de trabalho da Contratada	25 dias	Sex 27/01/23	Ter 21/02/23																									
6		MC-02 - Implantação da Rede de Vértices Geodésicos (RVG)	76 dias	Ter 21/02/23	Seg 08/05/23	5																								
7		MC-03 - Implantação das seções de controle	72 dias	Seg 08/05/23	Qua 19/07/23	6																								
8		MC-04 - Controle de Qualidade da Base Cartográfica de Projeto	44 dias	Ter 21/02/23	Qui 06/04/23	5																								
9		MC-05 - Levantamento do contorno do reservatório e conversão da cartografia de projeto	106 dias	Ter 21/02/23	Qua 07/06/23	5																								
10		MC-06 - Mapeamento da Área Molhada do Reservatório	91 dias	Seg 08/05/23	Seg 07/08/23	6																								
11		MC-07 - Modelo Digital do Reservatório e Curva Cota x Área x Volume	60 dias	Seg 07/08/23	Sex 06/10/23	10;9																								
12		Análise e Conclusão	31 dias	Sex 06/10/23	Seg 06/11/23	11																								

Projeto: ANEXO V - Cronograma C Data: Ter 10/05/22	Tarefa		Resumo do projeto		Etapa Inativa		Acúmulo de Resumo Manual		Data limite	
	Divisão		Tarefas externas		Resumo Inativo		Resumo Manual		Andamento	
	Etapa		Etapa externa		Tarefa Manual		Somente início			
	Resumo		Tarefa Inativa		Somente duração		Somente término			