

Ofício Circular nº 37/2018/SRE-ANA
Documento nº 00000.059169/2018-11

Brasília, 2 de outubro de 2018.

Aos Senhores

Assunto: **Atualização das curvas cota x área x volume de reservatórios localizados no Estado da Paraíba.**

Referência: 00000.054536/2018-82

Prezados(as) Senhores(as),

1. Com o intuito de conferir maior confiabilidade aos dados e informações necessários à gestão de sistemas hídricos críticos, foi firmado em 21 de março de 2017 o Contrato n.º 006/2017 entre a ANA e o Consórcio ARV para atualização das curvas Cota x Área x Volume - CAV de 30 (trinta) reservatórios localizados no semiárido brasileiro. No Estado da Paraíba, foram contemplados os reservatórios Curema, Mãe D'Água, Engenheiro Avidos, São Gonçalo, Jatobá II, Lagoa do Arroz, Santa Inês e Pilões, na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, e Epitácio Pessoa (Boqueirão), na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.
2. O trabalho foi concluído no primeiro semestre de 2018 e, na sequência, foi elaborada pela Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica da ANA a Nota Técnica n.º 73/2018/SGH (Anexo I), por meio da qual são apresentados a metodologia adotada, as excepcionalidades na execução do projeto e a análise dos resultados obtidos. Ao final da referida Nota Técnica, foi recomendada a utilização das curvas CAV nas simulações de deplecionamento realizadas para subsidiar as ações de regulação e gestão.
3. Dessa forma, com vistas à padronização de informações e procedimentos, seguem as novas curvas CAV dos reservatórios Curema, Mãe D'Água, Engenheiro Avidos, São Gonçalo, Jatobá II, Lagoa do Arroz, Santa Inês, Pilões e Epitácio Pessoa (Boqueirão), bem como os relatórios finais de cada um deles, os quais possuem as metodologias empregadas e as acurácias alcançadas (Anexo II).



4. Informamos ainda que os demais produtos elaborados no âmbito do Contrato n.º 006/2017 poderão ser disponibilizados a qualquer tempo mediante apresentação de dispositivo de armazenamento de dados com capacidade compatível com o tamanho dos arquivos. Caso haja interesse, favor entrar em contato com a Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica da ANA por meio do telefone n.º (61) 2109-5210.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES
Superintendente de Regulação

Nota Técnica nº 73/2018/SGH
Documento nº 00000.054536/2018-82

Em 6 de setembro de 2018

Aos Senhores Superintendentes de Regulação (SRE), Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), Fiscalização (SFI), Implementação de Programas e Projetos (SIP) e Operações e Eventos Críticos (SOE).

Assunto: **Relatório Final do Contrato nº 006/2017 firmado entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Consórcio ARV formado pelas empresas Aerosat, RuralTech e VisãoGeo referente a atualização das curvas Cota x Área x Volume dos Açudes Coremas, Mãe d'Água, Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Epitácio Pessoa (Boqueirão), Lagoa do Arroz, Pilões, Santa Inês, Jatobá II, Armando Ribeiro Gonçalves, Mendobim, Itans, Sabugi, Cocorobó, Cova da Mandioca, Anagé, Estreito, Zabumbão, Luís Vieira (Brumado), Champrão, Truvisco, Ceraíma, Bico da Pedra, Jucazinho, Engenheiro Severino Guerra (Bituri), Belo Jardim, Poço da Cruz (Engenheiro Francisco Saboia), Rosário, Bocaina e Pedra Redonda.**

Referência: Processos nº 808/2016 e 2066/2017

DO CONTEXTO

1. Em 21 de março de 2017, foi firmado o Contrato nº 006/2017 entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Consórcio ARV, formado pelas empresas Aerosat, RuralTech e VisãoGeo, visando a atualização das curvas Cota x Área x Volume dos Açudes Coremas, Mãe d'Água, Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Epitácio Pessoa (Boqueirão), Lagoa do Arroz, Pilões, Santa Inês, Jatobá II, Armando Ribeiro Gonçalves, Mendobim, Itans, Sabugi, Cocorobó, Cova da Mandioca, Anagé, Estreito, Zabumbão, Luís Vieira (Brumado), Champrão, Truvisco, Ceraíma, Bico da Pedra, Jucazinho, Engenheiro Severino Guerra (Bituri), Belo Jardim, Poço da Cruz (Engenheiro Francisco Saboia), Rosário, Bocaina e Pedra Redonda.

2. A referida contratação fazia parte de um conjunto de ações em desenvolvimento em parceria entre a Agência Nacional de Águas e os órgãos gestores estaduais de recursos hídricos, no intuito de melhorar significativamente os dados e informações quali-quantitativas dos recursos hídricos disponíveis naqueles mananciais, tendo em vista o conflito de interesses observado entre os diversos usuários naqueles corpos hídricos, com o fim de promover a gestão adequada de suas águas.

- 2.1. Em termos gerais, o objeto da contratação em tela referia-se à prestação de serviços de levantamentos aerofotogramétricos da parte seca e batimétricos da parte submersa, com o fim de atualização das curvas Cota x Área x Volume dos 30 (trinta) açudes supracitados;
- 2.2. Inicialmente, a vigência contratual era de 18 meses. Contudo, por questões operacionais das empresas consorciadas e também pela possibilidade da antecipação orçamentária do exercício 2018, os trabalhos previstos foram finalizados em dezembro de 2017;



- 2.3. Após a entrega dos produtos contratados, os mesmos foram verificados, sendo atestados que foram entregues quali-quantitativamente conforme as especificações técnicas previstas em Edital; e
 - 2.4. Por questões técnicas, esse trabalho foi conduzido por Especialistas e Estagiários da Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH).
3. No âmbito desse projeto, o Consórcio contratado realizou a atualização das curvas Cota x Área x Volume dos açudes supracitados, através da execução de trabalhos de Aerolevanteamento, Perfilamento Laser, Apoio Terrestre de Campo, Aerotriangulação, Modelagem Tridimensional de Terreno, Restituição Aerofotogramétrica e Levantamentos Batimétricos.
- 3.1. Na prática, os trabalhos realizados pelo Consórcio foram divididos basicamente em 2 (duas) componentes: terrestre e aquática. A primeira corresponde ao mapeamento da área seca atual dos açudes, composto de Apoio Terrestre de Campo, Aerolevanteamento (tomada de fotos aéreas – resolução espacial de 25 cm ou maior), Perfilamento Laser e Aerotriangulação, enquanto a segunda corresponde ao mapeamento da área molhada atual dos açudes, determinada por levantamentos batimétricos;
 - 3.2. A integração dos dados provenientes dos componentes terrestre e aquático foi efetuada em escritório de uma das empresas consorciadas. Após a consolidação dessa etapa, foi possível realizar a confecção das novas curvas Cota x Área x Volume dos referidos açudes e a restituição aerofotogramétrica das feições geográficas previstas em Edital para cada um deles.
 - 3.3. Para cada uma das etapas supracitadas, o Consórcio elaborou um Relatório Técnico, nos quais foram detalhadas as metodologias adotadas e as acurácias posicionais obtidas para aquela atividade. Em Anexo aos Relatórios Técnicos encontram-se disponibilizados:
 - 3.3.1. As fichas descritivas das estações planialtimétricas presentes no apoio de campo e na modelagem geoidal local;
 - 3.3.2. Tabelas contendo as coordenadas geográficas e/ou projetadas (UTM), bem como as respectivas acurácias posicionais das estações planialtimétricas presentes no apoio de campo;
 - 3.3.3. Imagens aéreas codificadas e sequenciadas, devidamente separadas por faixas de voo¹;
 - 3.3.4. Calibração da câmera de voo;
 - 3.3.5. Tabelas contendo os parâmetros de orientação exterior da aeronave no instante da tomada das imagens aéreas;
 - 3.3.6. Tabelas referentes aos processos de controle de qualidade das etapas de perfilamento laser, aerotriangulação e batimetria;
 - 3.3.7. Arquivos brutos e processados (editados) das etapas de perfilamento laser, apoio de campo e batimetria;

¹ No âmbito desse projeto as ortofotos não fizeram parte objeto contratado.



- 3.3.8. Arquivos no formato geodatabase da etapa de restituição aerofotogramétrica; e
- 3.3.9. Tabelas referentes as novas curvas Cota x Área x Volume.
- 3.4. Por fim, cabe ainda destacar que, em função da geomorfologia dos açudes Pilões, Sabugi, Champrão e Rosário, a acurácia planialtimétrica dos seus aerolevantamentos, perfilamentos laser, aerotriangulações, modelos digitais de elevação (MDE) e dos modelos digitais de terreno (MDT) atendeu a Classe A do Padrão de Exatidão Cartográfica Digital da INDE para a escala 1:2.000. Para os demais açudes, a acurácia planialtimétrica daqueles produtos encontra-se em conformidade com a Classe A do Padrão de Exatidão Cartográfica Digital da INDE para a escala 1:5.000.

DAS EXCEPCIONALIDADES

4. Existem no mínimo 3 (três) excepcionalidades na execução desse projeto, a saber:

Completude da Área Levantada dos Açudes

- 4.1. Na época da concepção do objeto dessa Contratação e do conseqüente dimensionamento dos serviços previstos, esta Agência dispunha apenas de imagens orbitais de diversas resoluções espaciais, disponíveis nos serviços de imageamento do Google e do Bing, bem como de cartas topográficas nas escalas 1:50.000 ou 1:100.000 pertencentes ao Mapeamento Sistemático Brasileiro;
- 4.2. No caso em tela, os traçados dos açudes foram realizados percorrendo o limite das áreas molhadas e secas, o qual é definido pela respectiva mata ciliar, quando visível e presente;
- 4.3. A delimitação superficial dos açudes, por se tratar de uma questão puramente altimétrica, fica, em algumas situações, prejudicada ao empregar aqueles materiais cartográficos e a mata ciliar como referência. Tais restrições técnicas eram conhecidas pelo quadro de especialistas que executaram aquelas delimitações de áreas, tanto que foi aplicado um offset de 120 metros aos limites superficiais definidos inicialmente, na esperança que as áreas dos açudes fossem contempladas em sua plenitude;
- 4.4. Durante a execução contratual, a partir da análise dos produtos cartográficos entregues², constatou-se que as áreas de abrangência efetivas dos reservatórios ultrapassaram as áreas estimadas inicialmente pela Agência;
- 4.5. De uma forma geral, especialmente nas áreas montantes dos açudes, nas áreas referentes ao rio principal e de seus afluentes, aquelas delimitações ficaram prejudicadas. Contudo, com base em valores aproximados das profundidades locais e das áreas a serem complementadas para cada um

² Dados altimétricos.



dos açudes estima-se que a variação volumétrica (na cota de sangria) não seja superior a 3%;

- 4.6. Cabe destacar que, para a gestão de recursos hídricos, a variação citada é ínfima e que ao deixar de levantar essas pequenas áreas montantes tem-se novas curvas Cota x Área x Volume mais restritivas.

CAV Açude Pilões

- 4.7. Em função da enorme quantidade de macrófitas presentes no açude Pilões a execução do levantamento batimétrico previsto na contratação ficou restrito a pequenas porções de água, o que aumentou demasiadamente as áreas interpoladas e conseqüentemente na qualidade do modelo digital de elevação do corpo hídrico em tela;
- 4.8. Para minimizar os impactos decorrentes da presença de macrófitas no levantamento batimétrico primário, o Consórcio, 1 (um) ano após a execução daquele trabalho inicial, realizou uma nova visita a esse açude para complementar o levantamento batimétrico. Contudo, a variação do nível d'água desse corpo hídrico durante aquele lapso temporal foi mínimo e observou-se ainda um acréscimo na quantidade de macrófitas em relação a visita primária, o que inviabilizou a execução de um levantamento batimétrico complementar;
- 4.9. Além da grande presença de vegetação na lâmina d'água desse açude, a sua geomorfologia, por si só, prejudica a qualidade de sua modelagem tridimensional. Trata-se de um açude de pouca profundidade e baixa declividade, tanto que a identificação dos limites do mesmo, nas áreas montantes, ficou sensivelmente prejudicada, sendo necessário, portanto, a execução de levantamentos aerofotogramétricos e batimétricos complementares; e
- 4.10. Porém, mesmo com os problemas relatados acima, as curvas Cota x Área x Volume geradas nessa contratação são, certamente, melhores que as empregadas atualmente na gestão desse corpo hídrico, tendo em vista que a CAV originária possui apenas 5 (cinco) níveis de discretização e que foi observada uma alteração significativa na geomorfologia na área profunda desse reservatório ao comparar a CAV originária com a determinada para essa contratação.

CAV Açude Engenheiro Ávidos

- 4.11. No Relatório de elaboração da CAV do açude Engenheiro Ávidos são percebidos normalmente incrementos superficiais e volumétricos ao longo de toda a coluna de água;
- 4.12. Certamente, as curvas Cota x Área x Volume originárias foram determinadas tomando-se como referência o nível do sangradouro quando da construção do barramento. Naquela época, o sangradouro daquele empreendimento era efetivamente no corpo daquele barramento;



- 4.13. Desde a sua implantação, esse barramento sofreu algumas alterações estruturais, entre elas a substituição do sangradouro por uma comporta lateral;
- 4.14. Destaca-se que a origem altimétrica das réguas instaladas nesse açude encontram-se aderentes com a cota superior da comporta implantada; e
- 4.15. A princípio, a cota daquele sangradouro corresponde a cota superior da comporta implantada. Porém, a falta de documentação técnica ou o acesso a essa documentação histórica impede que possamos afirmar aquela premissa, de tal forma que possamos estar fazendo comparações indevidas entre as CAV's originária e a determinada para essa contratação.

DAS ANÁLISES

5. Em termos gerais, são observadas grandes variações volumétricas nas cotas baixas desses açudes, sejam incrementos ou decrementos, sendo os primeiros os mais comuns. As variações a menor podem ser fruto realmente de um processo de assoreamento, enquanto aos incrementos em função da desconsideração do volume (ou da falta de mapeamento) das áreas referentes ao leito natural do rio barrado e de seus afluentes.

- 5.1. As variações significativas observadas podem ser explicadas pelo fato que o método de levantamento utilizado na obtenção das curvas CAV de Referência, não possui a mesma qualidade em comparação com os dados produzidos nessa contratação;
- 5.2. Em função das datas de construção desses empreendimentos hídricos é certo que as respectivas curvas Cota x Área x Volume originárias foram determinadas por levantamentos topográficos convencionais, que por sua vez, são procedimentos operacionais mais lentos e que produzem uma quantidade muito inferior de pontos amostrais do que os conduzidos nessa contratação; e
- 5.3. Como não se detêm o histórico (metadados) dos levantamentos cartográficos executados para a atualização das curvas Cota x Área x Volume daqueles açudes, é impossível, com a metodologia aplicada nessa contratação, fazer qualquer tipo de afirmação sobre a alteração geomorfológica ocorrida nos mesmos. A título de exemplificação, para podermos afirmar a ocorrência de fato de um processo de sedimentação, outros levantamentos de natureza geofísica devem ser realizados: medição de descarga sólida em estações fluviométricas posicionadas à montante dos reservatórios ou aplicar a técnica de sísmica de reflexão que permite caracterizar a espessura e o tipo das camadas sedimentares.

6. Já nas proximidades das cotas de sangria dos açudes observam-se aleatoriamente incrementos e decrementos volumétricos, contudo as magnitudes dessas variações são muito menores do que as observadas nas regiões de cotas baixas.

- 6.1. Nas porções de sangria foi comum encontrar valores próximos aos já praticados nas CAV's originárias, com exceção dos açudes Itans, Champrão, Jucazinho e Rosário, cujas variações, em módulo, são superiores a 20%;



- 6.2. Como as porções superiores dos açudes estão mais imunes aos processos de sedimentação é natural que as variações volumétricas na cota de sangria fossem mínimas. Além disso, essas pequenas variações volumétricas na porção superior dos açudes reforçam ainda mais a hipótese que os levantamentos topográficos realizados na época da construção desses empreendimentos eram mais detalhados naquela porção do que as regiões referentes as cotas baixas.

DA DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS

7. As novas curvas Cota x Área X Volume dos 30 (trinta) açudes e os relatórios finais de cada um deles, os quais possuem as metodologias empregadas e as acurácias alcançadas encontram-se em Anexo a esse documento. Os demais produtos produzidos para esse projeto encontram-se armazenados no seguinte link: <\\agencia\ana\Curvas Cota x Área x Volume>

DAS RECOMENDAÇÕES

8. Por fim, recomenda-se que as Superintendências de Regulação (SRE) e de Operações e Eventos Críticos (SOE) reavaliem as simulações de deplecionamento realizadas para esses açudes com base nas novas curvas Cota x Área x Volume aqui determinadas. Além disso, sugere-se que essas informações sejam empregadas pela Superintendência de Regulação (SRE) na avaliação e aprimoramento da Metodologia de Estimativa de curvas Cota x Volume em reservatórios existentes, por meio de imagens de satélite.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
ALEXANDRE DO PRADO
Especialista em Geoprocessamento

De acordo

(assinado eletronicamente)
FABRÍCIO VIEIRA ALVES
Coordenador de Operação da Rede Hidrometeorológica

De acordo. Encaminha-se à SRE, SOE, SFI, SPR e SIP para conhecimento.



(assinado eletronicamente)
MARCELO JORGE MEDEIROS
Superintendente de Gestão da Rede Hidrometeorológica

