

## ESTIMATIVAS DA ÁREA ALAGADA NO PROJETO DA BARRAGEM RETIRO ATRAVÉS DE FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

ITARAGIL VENÂNCIO MARINHO<sup>1\*</sup>, BERANGER ARNALDO DE ARAÚJO<sup>2</sup>,  
FREDERICO CAMPOS PEREIRA<sup>3</sup>, SANDRO ROBERTO DIAS DE ARAÚJO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eng. Florestal, Mestre, SEIRHMACT – EMATER, João Pessoa-PB. E-mail: itaragil@serhmact.pb.gov.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Doutor, SEIRHMACT – EMATER, João Pessoa-PB. E-mail: beranger@serhmact.pb.gov.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutor, IFPB, Picuí-PB. E-mail: frederico.pereira@ifpb.edu.br

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Especialista, AESA, Campina Grande-PB. E-mail: sandrodiasriego@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Neste estudo, ferramentas de geoprocessamento foram testadas para estimar a área alagada no projeto da Barragem Retiro (localizada no município de Cuité, Estado da Paraíba), nas diversas fases do aumento do espelho d'água. Com uso do QGIS e dados do projeto Topodata, foi elaborada uma modelagem do terreno e estimada a poligonal da barragem em diferentes cotas, com visualização em imagens 3D. As estimativas mínima (0,1214 hectares) e máxima (642,4677 hectares) da área de alagamento permitiram acompanhar a evolução do volume de acumulação projetado (de 40,5 milhões de m<sup>3</sup>), de forma rápida, diminuindo o retrabalho e a necessidade de levantamentos de campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelagem de inundação, barragem de concreto, geotecnologias.

### FLOODED AREA ESTIMATES IN RETIRO DAM PROJECT BY GIS TOOLS

**ABSTRACT:** In this study geoprocessing tools were tested to estimate the flooded area in the Retiro dam project (located in the municipality of Cuité, State of Paraíba), in various stages of the increased water mirror. With use of QGIS and TOPODATA project data, terrain modeling was elaborate and estimated the dam polygonal in different quotas, with viewing in 3D images. The minimum estimates (0.1214 hectares) and maximum (642.4677 hectares) of flooded area have made it possible to follow the evolution of projected volume accumulation (of 40.5 million m<sup>3</sup>), quickly, reducing rework and the need for field surveys.

**KEYWORDS:** Flood modeling, concrete dam, geotechnology.

### INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) estão cada vez mais presentes nos projetos de Engenharia, e possuem potencial para uso no apoio ao controle de segurança de barragens, facilitando a compreensão dos impactos ambientais deste tipo de obra (Almeida, 2013).

Os SIG podem servir de instrumento aos órgãos e agentes públicos para promover um melhor manejo dos recursos hídricos tanto no reservatório como no curso d'água barrado (Paz; Liberti, 2014), podendo ainda ser úteis em diversos tipos de diagnósticos, inclusive na geração de mapas de inundação após processamentos de Modelos Digitais de Elevação (MDE), identificando áreas inundadas a partir do nível de elevação das águas do rio (Sirangelo; Oliveira, 2014).

Essas novas técnicas fornecem uma grande quantidade de informações em alta resolução e devem formar a base da modelagem hidráulica sempre que estiverem disponíveis, devendo receber tratamento apropriado para melhor expor os detalhes topográficos disponíveis para construção e avaliação do modelo adotado (Dottori et al., 2013).

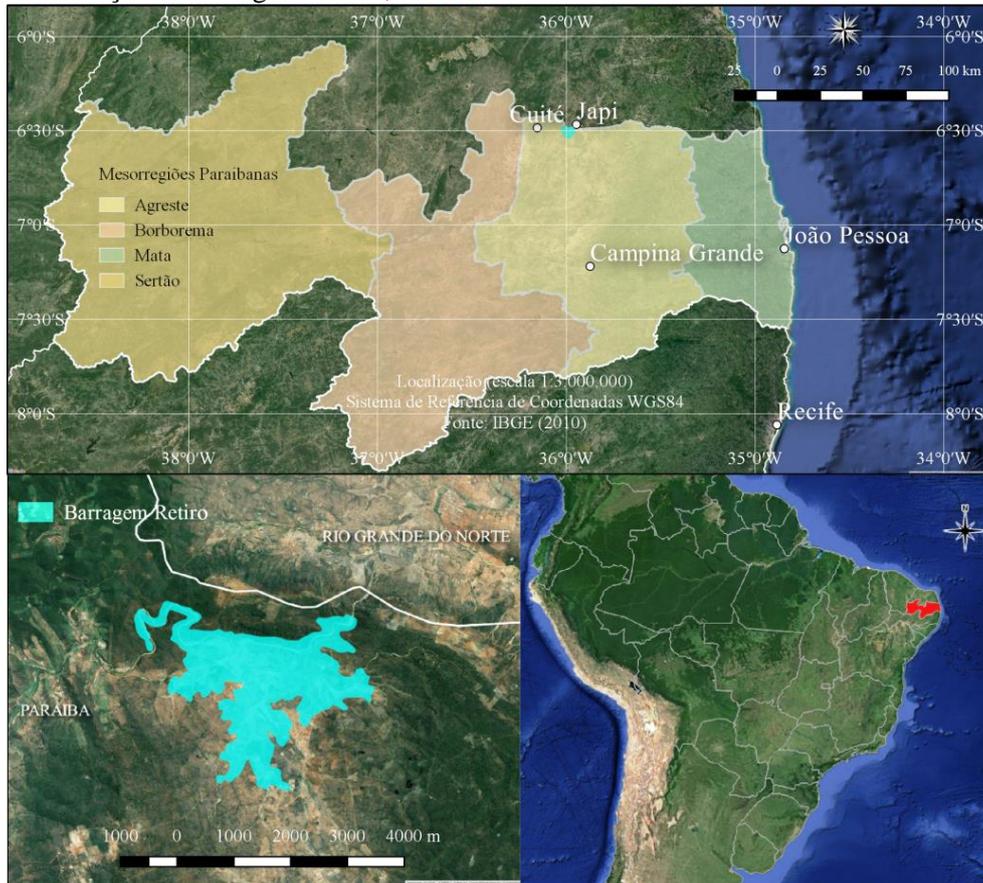
Nesta perspectiva, este estudo objetivou testar ferramentas de geoprocessamento para estimar a área alagada no projeto da Barragem Retiro, nas diversas fases do aumento do espelho d'água, fornecendo subsídios ao adequado planejamento e gestão da barragem.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado tomando por base a área de alagamento projetada da barragem Retiro, no município de Cuité, no Agreste Paraibano (Figura 1). A barragem prevê o barramento do Rio Japi, na bacia hidrográfica do Rio Jacu, próximo à divisa com o Estado do Rio Grande do Norte pelo município de Japi, às coordenadas geográficas  $-6^{\circ}29'27,19''$  e  $-35^{\circ}58'0,541''$ , e coordenadas UTM 9.281.569,28 m (N) e 171.676,07 m (E), altitude 365,08 m (SIRGAS 2000, MC -33).

O eixo da barragem foi delimitado em campo com apoio de equipamento GNSS (Seirhmact, 2015), a partir do ponto da cota máxima de alagamento estimada no projeto (355 metros), de onde foi possível verificar os limites estimados do reservatório (Figura 2).

Figura 1. Localização da barragem Retiro, Cuité/PB.



Fonte: Marinho et al. (2016).

Foi utilizado o programa de computador QGIS (2015) para o geoprocessamento, onde foram lançadas as coordenadas do eixo da parede da barragem (Sistema de Referência de Coordenadas WGS84/EPSSG:4326), e estimado o espelho d'água a partir da cota de soleira (355 m) constante no projeto de readequação da barragem (Seirhmact, 2015).

No QGIS, a bacia hidráulica da barragem (área de alagamento) foi estimada através da extração de curvas de nível obtidas de um Modelo Digital de Elevação (MDE) do terreno, elaborado a partir das informações do Projeto Topodata (Inpe, 2015) para a área de estudo, sendo realizado um recorte da área formada pela cota 355 a partir da poligonal obtida.

Para obtenção das áreas de espelho d'água, foi subtraído o valor da altura máxima entre a fundação (cota 322) e a parede da barragem (cota 355), sendo realizadas estimativas das áreas a cada cinco metros (partindo da cota de fundação), sendo utilizada a ferramenta de visualização *3D Qgis2threejs* (versão 1.4), e o *OpenLayers* plugin do *Google Satellite* no QGIS para geração de imagens 3D das cenas de cada área estimada de alagamento.

Figura 2. Local destinado ao barramento do Rio Japi, próximo à divisa Paraíba e Rio Grande do Norte.



Fonte: Arquivo pessoal do primeiro autor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A readequação do projeto executivo da barragem Retiro (Seirhmact, 2015) prevê o barramento do Rio Japi em um boqueirão com eixo de 260 metros de largura, e uma diferença de cota entre o fundo do vale e suas ombreiras de 40 metros, com nível máximo normal na cota 355, e investimentos orçados (base outubro de 2015) para execução das obras de R\$ 30,02 milhões (Seirhmact, 2015), incluindo a construção da rede viária interna, escavação do leito do rio e das ombreiras, construção do barramento em concreto compactado a rolo e do vertedouro de serviço, e outros serviços complementares voltados exclusivamente para o sistema de tomada d'água e de instrumentos e equipamentos hidromecânicos e de iluminação da galeria de coroamento da barragem.

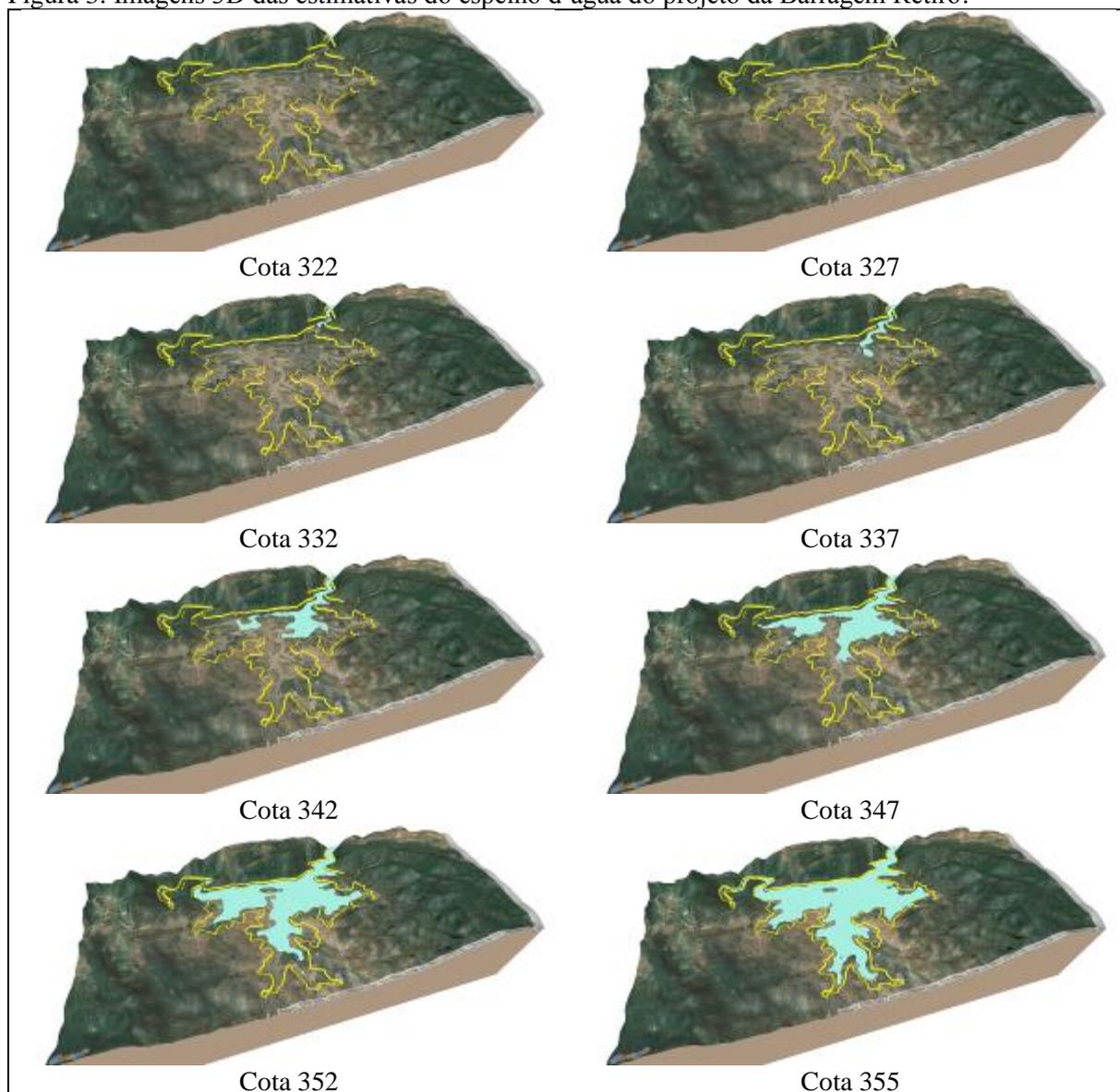
Após obtenção das áreas de inundação da barragem nas diversas cotas, foi possível estimar os espelhos d'água mínimo (0,1214 hectares) e máximo (642,4677 hectares), e acompanhar a evolução do volume de acumulação projetado (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativas das áreas alagadas (espelhos d'água) do projeto da Barragem Retiro

Cotas	Área do espelho d'água (ha)	Volume estimado (m <sup>3</sup> )	Cotas	Área do espelho d'água (ha)	Volume estimado (m <sup>3</sup> )
322	0,1214	10,1394	342	138,9512	4.536,7624
327	1,1172	107,1162	347	291,3711	12.391,5894
332	7,7206	479,4193	352	498,6067	27.437,5081
337	35,8822	1.498,9337	355	642,4677	40.534,9348

As poligonais obtidas das áreas estimadas de alagamento (Figura 3) podem auxiliar na elaboração de Planos de Monitoramento e de Restauração Florestal das áreas que serão atingidas pela barragem, além de servirem para identificar o perímetro das Áreas de Preservação Permanente (APP), na forma estabelecida na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal – Brasil, 2012), a definir no licenciamento ambiental da obra, subsidiando a análise, previsão e gestão de impactos ambientais desde a fase de projeto, assunto atualmente muito discutido na abordagem de obras de barragens.

Figura 3. Imagens 3D das estimativas do espelho d'água do projeto da Barragem Retiro.



Dias et al. (2015) verificaram que o sensoriamento remoto e análise espacial com SIG auxiliam no processo de identificação da ocupação e uso do solo no entorno de barragens, e a obtenção da estimativa do espelho d'água e da poligonal da barragem Retiro podem ser utilizados na identificação do uso e ocupação do solo nas áreas que serão ocupadas pelo reservatório, incluindo a presença e dimensionamento de benfeitorias para a devida indenização aos proprietários das áreas atingidas, podendo servir de modelo para uma análise mais detalhada do empreendimento, como já observaram Dottori et al. (2013), ao comentarem sobre a modelagem em áreas de inundação que podem ser melhor avaliadas com uso de técnicas que utilizem dados de alta resolução espacial.

## CONCLUSÃO

As ferramentas de geoprocessamento testadas possibilitaram a interpretação do comportamento da obra da barragem Retiro no que se refere formação do espelho d'água em suas diversas cotas de alagamento, proporcionando rapidez nas análises e no tempo de obtenção das estimativas do projeto, diminuindo o retrabalho e a necessidade de extensivos levantamentos de campo.

## AGRADECIMENTOS

À SeirhmacT pela oportunidade, e à Squadrium construtora pelo apoio em campo.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, C. A. L. Desenvolvimento de uma plataforma SIG para apoio ao controle de segurança das grandes barragens portuguesas. 78 p. Lisboa: ISEL, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil).
- Brasil. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União. Brasília: Imprensa Nacional, 2012, D. O. U. de 28 de maio de 2012. p. 1-8. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=28/05/2012>. Acesso em 27 abril 2016.
- Dias, L. S.; Rocha, A. M.; Marcos, M. E. Análise dos impactos da ocupação no entorno da barragem Bico da Pedra, município de Janaúba-MG. In: Encontro Nacional da Anpege, 11, 2015, Presidente Prudente. Anais... Porto Alegre: Anpege, 2015. Disponível em: . Acesso em: 04 de maio de 2016.
- Dottori, F.; Di Baldassarre, G.; Todini, E. Detailed data is welcome, but with a pinch of salt: accuracy, precision, and uncertainty in flood inundation modeling. *Water Resources Research*, Malden, v. 49, n. 4, 2013, p. 6079-6085. doi: 10.1002/wrcr.20406.
- IBGE. Malha digital municipal de 2010. Rio de Janeiro: IBGE Geociências, 2013. Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/municipio\\_2010/](ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/municipio_2010/). Acesso em: 30 de março de 2015.
- INPE. TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos: INPE, 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/aceso.php>>. Acesso em 10 julho 2015.
- Paz, O. L. S.; Liberti, E. Análise do uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente na barragem Piraquara II e seus afluentes. Piraquara – Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 7, 2014, Vitória. Anais... São Paulo: AGB, 2014. Disponível em: [http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404156158\\_ARQUIVO\\_ANALISEDOUSODATERRANASAPPSPIRAQUARA\\_OTACILIOEEDUARDO.pdf](http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404156158_ARQUIVO_ANALISEDOUSODATERRANASAPPSPIRAQUARA_OTACILIOEEDUARDO.pdf). Acesso em: 04 de maio de 2016.
- Sirangelo, F. R.; Oliveira, M. G. Impactos e espacialização da área inundada pelo reservatório: barragem de Garabi – RS – Brasil. *Revista Geonorte*, Manaus, v. 5, n. 20, 2014, p. 319-323. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/download/1569/1457>. Acesso em: 04 de maio de 2016.
- QGIS. Versão 2.10.1 – Pisa. Essen, 2015. Disponível em: <http://www.qgisbrasil.org>. Acesso em: 06 de agosto de 2015.
- SEIRHMACT. Readequação do Projeto Executivo da Barragem Retiro, município de Cuité, Paraíba. João Pessoa: Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente, e da Ciência e Tecnologia/Squadrium Construtora/CEC Eng<sup>a</sup>. e Consultoria S/S, 2015. Relatório nº 05/05: Relatório Final da Readequação do Projeto Executivo.