

Eixo Temático ET-05-005 - Recursos Hídricos

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS (SIG) NO PROJETO DE BARRAGENS: ESTUDO DE CASO NA MATA SUL DE PERNAMBUCO

Lucas Ravellys Pyrrho de Alcântara¹, José Martins de França Neto²,
Vitor Hugo de Oliveira Barros³, Abraão Alves Vila Nova⁴, Artur Paiva Coutinho⁵,
Antonio Celso Dantas Antonino⁶

¹Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares ravellyspyrrho@gmail.com; ^{2,3}Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental jmf_net@hotmail.com, vitor_barros1@outlook.com; ⁴Graduando em Engenharia Civil Centro Acadêmico do Agreste. abe.alves2@gmail.com; ⁵Professor Adjunto do Núcleo de Tecnologia do Centro Acadêmico do Agreste. arthur.coutinho@yahoo.com.br; ⁶Professor Adjunto do Departamento de Energia Nuclear, PE. acdantonino@gmail.com.

RESUMO

O elevado número de inundações registrados na região da Mata Sul Pernambucana acentua uma necessidade de adoção de medidas de prevenção frente eventos hidrológicos extremos. Dentre as soluções viáveis é a construção de barragens nos afluentes do rio Una, principal rio da bacia que envolve as cidades atingidas. O barramento ajudará a controlar a vazão do rio e, por consequência, irá contribuir para a prevenção de enchentes na região. Uma ferramenta que auxilia no projeto de obras relacionadas a recursos hídricos é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Este trabalho, portanto, objetivou utilizar a ferramenta de Geoprocessamento (Qgis) no projeto de uma barragem em uma região que sofre, periodicamente, com eventos chuvosos extremos, no qual o SIG ajudará a escolher o local da obra, a área inundada e o perfil longitudinal do paredão da barragem. Para tal, foram utilizados arquivos MDS, MDT e MDE, provenientes do banco de dados da plataforma Pernambuco Tridimensional. Essa ferramenta demonstrou ser rápida e precisa, apresentando resultados satisfatórios para o dimensionamento de projetos de contenção de água. De tal modo que, conforme os dados obtidos observou-se que a construção dessa barragem implicará no controle de cheias da região.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Recursos Hídricos; Qgis.

INTRODUÇÃO

A Zona da Mata Sul Pernambucana sofre periodicamente com cheias muito fortes, que geram prejuízos socioeconômicos nas cidades ribeirinhas. Entre os municípios que sofrem com o avanço das águas estão Palmares, Barreiros e Belém de Maria. Segundo o relatório de avaliação de perdas e danos, em 2010 a região da mata sul sofreu danos estimados de 3,4 bilhões de reais, as enchentes deixaram 26.960 pessoas desabrigadas; 21 pessoas mortas; 14.136 casas destruídas e um total de 5.000 km de estradas danificadas; 12 municípios decretaram estado de calamidade pública e 27 ficaram em situação de emergência (BERNARDES et al., 2011). Um dos principais motivos para as cheias periódicas na região da Mata Sul Pernambucana é a vazão do rio Una, da qual em épocas chuvosas carrega um elevado volume de água para os municípios da região (SILVA, 2015). Segundo o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (2011) uma das medidas que podem prevenir inundações é a execução do projeto de barragens nos afluentes do rio Una, pois com o barramento a vazão do rio pode ser regularizada, atenuando os efeitos dos eventos de cheia.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta de grande auxílio na elaboração de projetos hidráulicos. Conforme Câmara et al. (2001), o Geoprocessamento aplica a sobreposição de dados geográficos utilizando técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação. O uso do geoprocessamento vem crescendo na área de engenharia ambiental e recursos hídricos isso devido à capacidade de integrar variáveis em um determinado espaço geométrico e suas alterações temporais de maneira georreferenciada (FERREIRA, 2011). A recente difusão comercial dos Sistemas de Informações Geográficas, acarretou no aumento das formas digitais de representação do relevo como os Modelos Digitais de Elevação (MDE), da Superfície (MDS) e do Terreno (MDT). Segundo Cirilo et al. (2015). O estado de Pernambuco possui uma plataforma, o Pernambuco Tridimensional (PE-3D), do qual fornece gratuitamente arquivos de MDS, MDT e MDE, além de vários outros arquivos que são essenciais para o planejamento e projetos de obras Recursos Hídricos.

O rio Panelas é um dos principais afluentes do rio Una que sofrem com eventos hidrológicos extremos. Por tanto, um projeto de barragem, utilizando ferramentas de geoprocessamento, para a regularização da sua vazão irá acarretar em uma diminuição do volume de água que chega às cidades ribeirinhas na época chuvosa.

OBJETIVO

Utilizar a ferramenta de Geoprocessamento (Qgis) no projeto de uma barragem em uma região que sofre periodicamente com cheias próximo a cidade de Panelas. Onde o SIG ajudará a escolher o local da obra, a área inundada e o perfil longitudinal do paredão da barragem.

METODOLOGIA

A bacia do rio Una (Figura 1) tem uma área total de 6.740 km², estando localizada no território pernambucano. Ela abrange 42 municípios, dos quais 11 estão totalmente inseridos na mesma (Belém de Maria, Catende, Cupira, Ibirajuba, Jaqueira, Lagoa dos Gatos, Maraial, Palmares, Panelas, São Benedito do Sul e Xexéu). Dois rios desaguam no rio Una, o rio Pirangi e o rio Panelas (PERH, 1998).

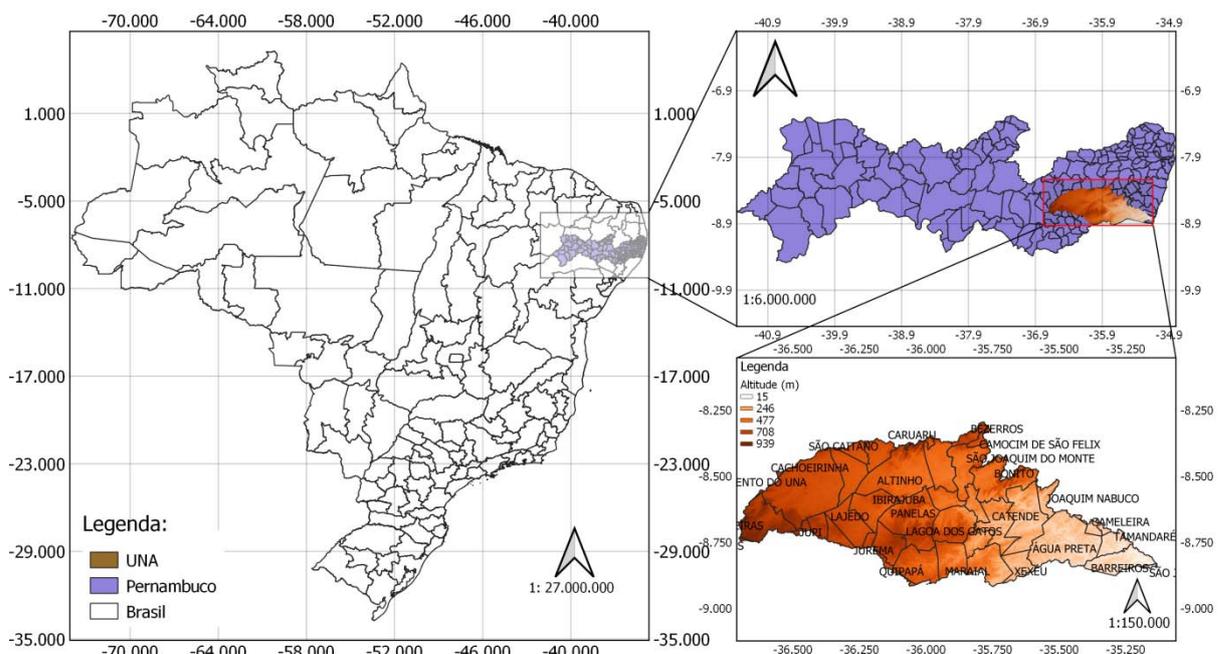


Figura 1. Localização da Bacia do Rio UNA. **Fonte:** Autor (2018)

O município de Panelas (Figura 2) está localizado na mesorregião do Agreste e na Microrregião Brejo do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Altinho, a sul com Quipapá e Jurema, a leste com Lagoa dos Gatos, Cupira e São Benedito Sul, e a oeste com Ibirajuba (BELTRÃO et al., 2005). A área municipal ocupa 368,1 km² encontrando-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Una, seus principais tributários são os rios da Chata, Panelas e do Feijão, e os riachos de Gaiola, da Areia e das duas Barras. Os principais cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente.

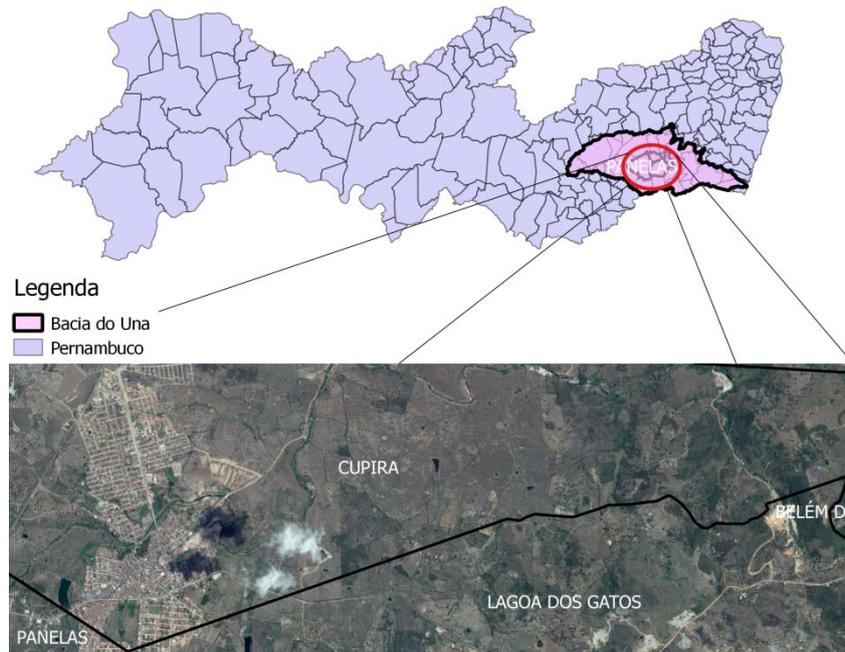


Figura 2. Imagem de satélite que demonstra a cidade de Panelas à esquerda, a cidade de Cupira ao Norte e a cidade de Lagoa dos Gatos ao Sul. **Fonte:** Autor (2018).

Os materiais utilizados para esse trabalho, como o MDS, MTD e Ortoimagem foram provenientes do projeto Pernambuco Tridimensional, financiado pelo governo do estado de Pernambuco.

No fluxograma, demonstrado na Figura 3, são apresentadas as etapas utilizadas para elaboração do projeto da barragem utilizando ferramentas de geoprocessamento.

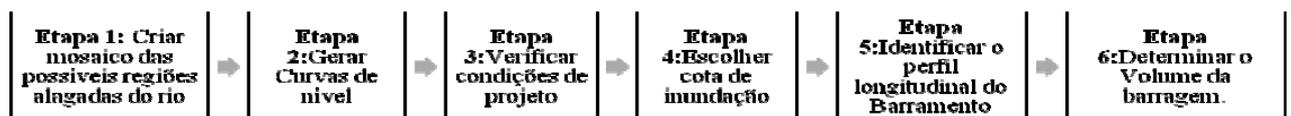


Figura 3. Fluxograma do Processo de determinação da Barragem. **Fonte:** Autor (2018).

As 6 etapas efetuadas para determinação do volume da barragem são descritas:

Etapa 1:

O Modelo Digital da Superfície da área onde será estudada a viabilidade da obra está apresentado na Figura 4. Como a resolução dos dados fornecidos pelo PE-3D é muito alta, fez-se necessário o recorte do MDS para criação de um mosaico apenas na área de possível alocação do barramento, a fim de minimizar a ocupação de memória pelo *Software* no computador.

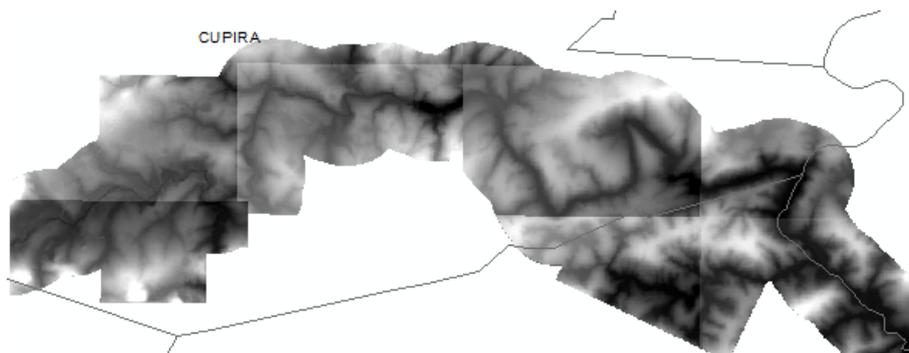


Figura 4. Mosaico do leito do Rio Panelas. **Fonte:** PE-3D (2015)

Etapa 2:

A partir do mosaico, torna-se possível a obtenção das curvas de nível. Para esse projeto foi gerada curvas de nível (Figura 5) com a variação de 5 metros de cota para cota. Com a sobreposição das Curvas de Nível sobre a área estudada se pode ter uma ideia de como é o relevo da região possibilitando a escolha do local para a área que será alagada.

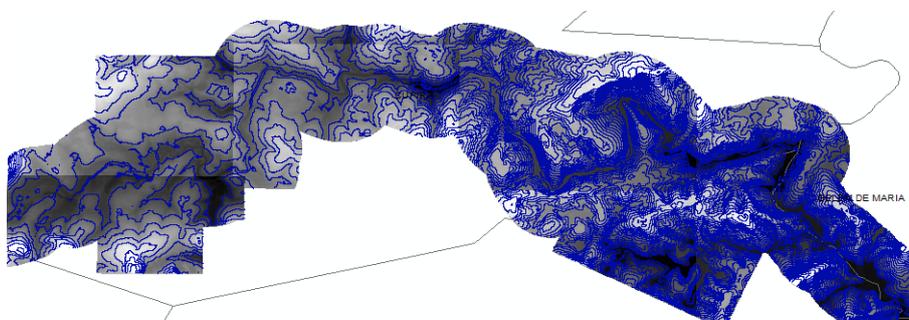


Figura 5. Curvas de nível para a região no entorno do Rio Panelas. **Fonte:** Autor (2018).

Etapa 3:

A superfície da bacia da barragem é traçada de modo a evitar a necessidade de desapropriação de lotes residenciais, estradas e rodovias. Para isso foi utilizado uma camada de Ortoimagem ilustrada na Figura 6, para verificar as condições de projeto quanto aos elementos físicos presente na região.



Figura 6. Curvas de nível sobrepostas sobre a OrtoImagem. **Fonte:** Autor (2015).

Etapa 4:

O próximo passo foi à escolha do barramento e da cota de coroamento o eixo da barragem foi escolhido na região indicada (Figura 7) levando em consideração sua zona rural ampla, não apresenta obstáculos que acarrete em grandes dificuldades e conseqüentemente, não cruza nenhuma estrada ou zona urbana.



Figura 7. Área Inundada da Barragem. **Fonte:** Autor (2018).

Etapa 5:

Após a determinação do local onde será a barragem, foi determinado o perfil do paredão utilizando as curvas de níveis, possibilitando fazer um corte e obter o perfil longitudinal do barramento.

Etapa 6:

Por último foi possível exportar os dados da área para cada curva de nível presente dentro da região alagada (Figura 9). Com esses dados, estimou-se o volume a partir do produto entre a média das áreas de duas curvas de nível consecutivas e a distância entre essas curvas.

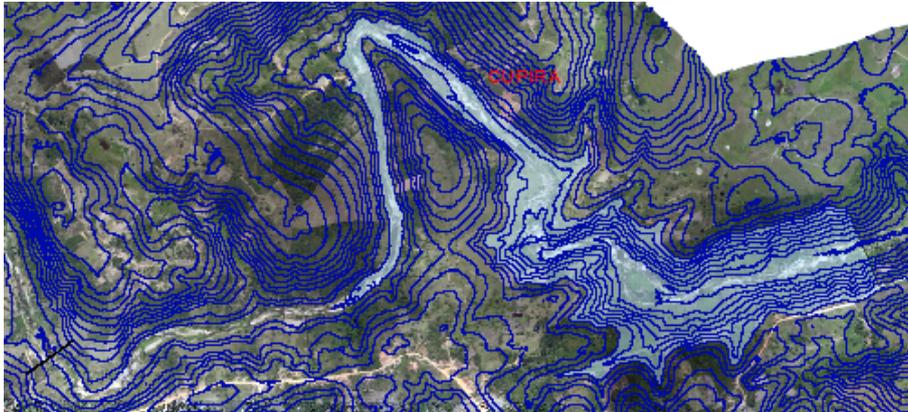


Figura 8. Curvas de nível sobrepostas sobre a área inundada da Barragem. **Fonte:** Autor (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 8 é apresentado o perfil longitudinal do paredão da barragem obtida. Podemos perceber que sua altura é 50 metros e seu comprimento é cerca de 2,5 km.

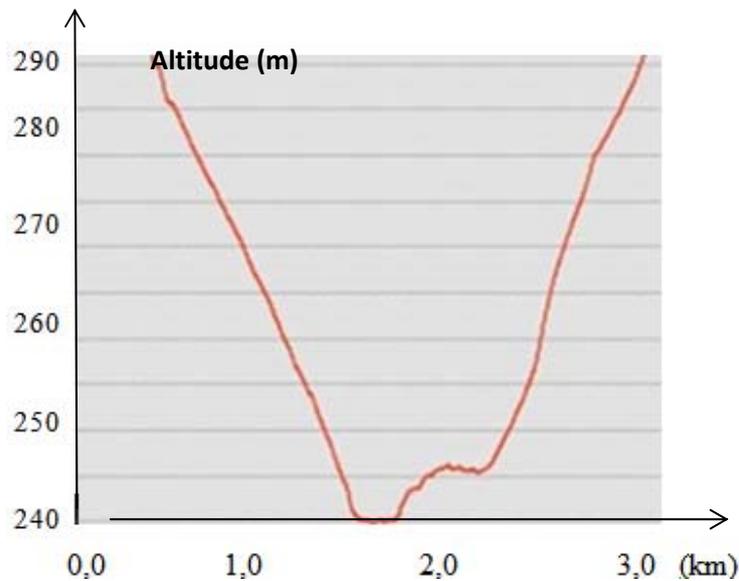


Figura 7. Perfil longitudinal do Paredão da Barragem. **Fonte:** Autor (2018).

A curva Cota-Área-Volume para o reservatório é demonstrada na Figura 10. Nela é possível observar um crescimento linear da área em relação à cota, e um crescimento exponencial do volume em relação à cota.

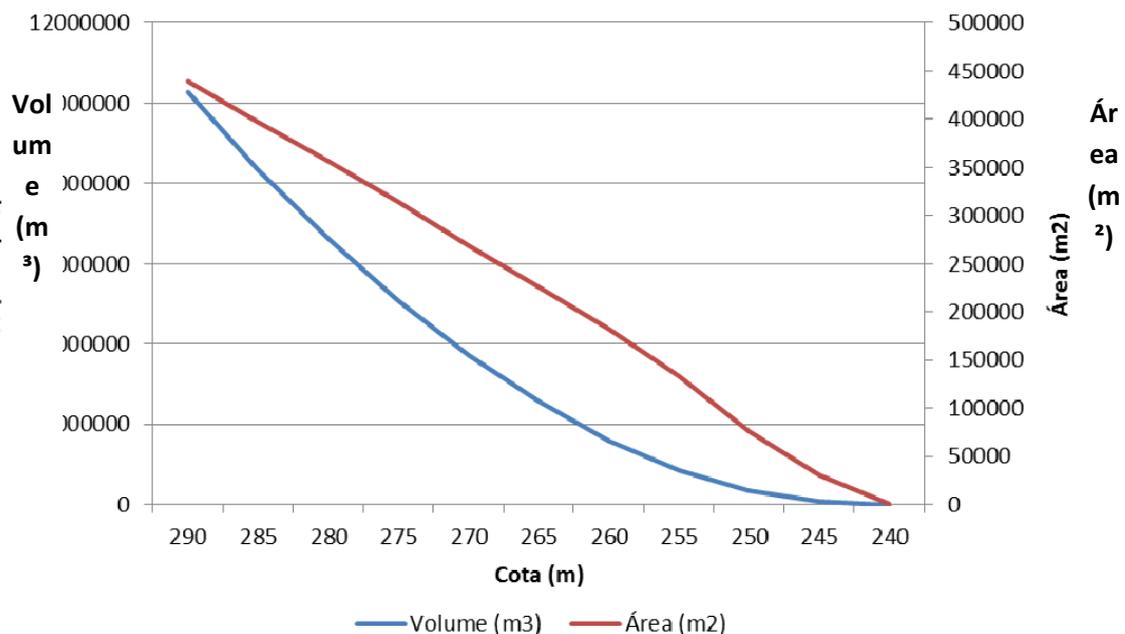


Figura 8. Curvas cota - área e curva cota - volume obtidas para o reservatório previsto para Painelas. **Fonte:** Autor (2018).

O resumo das dimensões e propriedades ideais previstas para a barragem, levando em considerações as informações obtidas pelo SIG e o gráfico Cota x Área x Volume são demonstrados na Tabela 1. O volume máximo armazenado previsto para a barragem é de aproximadamente dez milhões e duzentos mil metros cúbicos e a área alagada para esse volume é cerca de quatrocentos e dez mil metros quadrados. As cotas mínima e máxima prevista para a barragem são de 240 e 290 metros respectivamente.

Tabela 1. Dimensões projetadas para a Barragem do Rio Panelas.

Item	Valor	Unidade
Cota máxima	290	Metros (m)
Cota Mínima	240	Metros (m)
Altura do Barramento	50	Metros (m)
Extensão da Crista	392	Metros (m)
Volume Máximo	10.264.816	Metros Cubicos (m ³)

Fonte: Autor (2018)

Na Tabela 2 são apresentadas as características de diversas barragens já construídas em cidades circunvizinhas a região estudada. Algumas dessas cidades sofrem com rodízio de água como é o caso de Caruaru e a barragem auxilia no abastecimento de água.

Tabela 2. Reservatórios do Agreste Pernambucano.

Município	Reservatório	Capacidade Total (em 10³m³)
Belo Jardim	Eng. Severino Guerra	17.776
	Pedro Moura Júnior	30.740
	Tabocas Piacas	1.168
Bonito	Bonitinho	1.836
	Prata	42.147
Caruaru	Eng. Gercino Pntes	13.600
	Taquara	1.347
Garanhuns	Carajana	2.594
	Mundaú	1.969
	Mundaú II	19.283
Palmeirina	Inhumas	7.873
Pedra	Arcoverde	16.800
	Mororó	2.930
Pesqueira	Ipaneminha	3.900
	Pão de Açúcar	34.231
Santa Cruz do Capibaribe	Poço Fundo	27.750

As barragens da região possuem um porte semelhante a dimensionada, barragens pequenas, entre 10 e 30 milhões de metros cúbicos, destinadas ao abastecimento de água. Logo a estrutura dimensionada possui um porte que converge com as características da região.

CONCLUSÕES

O processo de elaboração de um projeto de barragem é grandioso e não existe margem para erros, pois as consequências são gravíssimas tanto socialmente quanto economicamente. Nesse trabalho, o software de geoprocessamento (*Qgis*) se mostrou uma ferramenta poderosíssima para nortear o projeto de barragens, haja vista a precisão dos dados disponíveis pelo PE-3D. Essa ferramenta demonstrou ser rápida e precisa, pois em um curto período de tempo apresentou resultados satisfatórios para o dimensionamento de projetos de contenção de água. Sendo assim, de acordo com os dados obtidos, pode ser observado que a construção dessa barragem implicará no controle de cheias.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco-FACEPE, pela concessão das bolsas para o primeiro e terceiro autores, facilitando o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

APAC - Agência pernambucana de Águas e Climas. Ficha Técnica. 2018. Disponível em: <http://200.238.109.99:8080/apacv5/fichareservatorio_web/fichareservatorio_web.php>. Acesso em: 05 frv. 2018.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos : Inundações Bruscas em Pernambuco - Junho de 2010.** Brasília. Disponível em: <http://mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=53d18df5-cf74-4be4-80c0-97ce3cebad14&groupId=10157>. Acesso em: 26 mar. 2018.

BERNARDES, D. A. M.; SILVA, A. M.; NASCIMENTO, S. S. **A História recente das enchentes:** A situação das cidades da zona da mata sul de Pernambuco. 2011.

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA, L. C. J.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. **Diagnóstico do Município De Panelas:** projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife, 2005.

CÂMARA, G.; C. DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J. C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001.

CIRILO, J. A.; ALVES, F. H. B.; SILVA, B. M. S.; CAMPOS, P. H. A. L. Pernambuco Tridimensional: Base de dados espaciais para planejamento urbano e gestão territorial. 12° SILUSBA, 2015.

FERREIRA, I. L.; Geoprocessamento na gestão de Recursos Hídricos: a análise espacial na proposta de enquadramento dos corpos de água. XIII Curso de Especialização em Geoprocessamento 2011, Belo Horizonte. 2011.

GOVERNO DE PERNAMBUCO. **Pernambuco Tridimensional,** Recife. Disponível em: <<http://www.pe3d.pe.gov.br/mapa.php>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ITEP - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco. **Relatório síntese de atividades.** Recife, 2011. Disponível em: <http://www.itep.br/images/arquivos_itep/RE-SDEC-2011.pdf>. Acessado em: 29 mar. 2018.

SECRETARIA de Infraestrutura de Pernambuco. **Controle de cheias**. Recife. 2011. Disponível em:

<http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=327:barragens-de-contencao-de-cheias>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SECRETARIA de Infraestrutura de Pernambuco. **PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Recife. 1998. Disponível em:

<http://www.srhe.pe.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=458:perh-plano-estadual-de-recursos-hidricos-1998&catid=42:documentos&Itemid=75>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SEDEC - Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – 1991 a 2012**. Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/atlas-brasileiro-de-desastres-naturais-1991-a-2012/>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SILVA, E. R. **Modelagem Integrada Para Controle de Cheias, Previsão e Alerta de Inundações: Estudo de Caso da Bacia do Rio Una em Pernambuco**. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil), 2015, Recife, Pernambuco, Brasil, 2015.