

UTILIZAÇÃO DO GOOGLE EARTH ENGINE PARA AVALIAR A SAZONALIDADE NOS CORPOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

João Maria de Andrade ¹
Ulisses Alencar Bezerra ²
José Benito de Andrade Vieira ³
John Elton de Brito Leite Cunha ⁴

RESUMO

A construção de barragens foi uma prática comum no Nordeste durante muitos anos, devido a alta sazonalidade e baixo volume da precipitação e alta taxa de evaporação potencial. O volume dos açudes no semiárido costuma variar de forma significativa ao longo dos anos. O sensoriamento remoto pode ser aplicado na detecção e monitoramento de corpos de água. A plataforma em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) permite o processamento de grandes quantidades de imagens de satélites e a realização de análises geoespaciais. O objetivo deste estudo foi apresentar uma ferramenta no GEE para avaliar a variação da superfície de água do açude Epitácio Pessoa entre março de 1984 a outubro de 2015, utilizando a coleção *Global Surface Water* (GSW), que categorizou a sazonalidade dos corpos hídricos no mundo. Foi observado que a classe Permanente corresponde a 18,7% da área máxima de espelho d'água do açude, o que equivale a 8,74 Km², área semelhante a calculada para o menor volume registrado (58,8 Mm³) no período de estudo. Já a classe Permanente Perdido corresponde a cerca de 50,4 %, representando 23,11 km², valor este associado a alternância de períodos de cheias e secas no açude, em virtude da variabilidade interanual das chuvas na região, demonstrando coerência com os volumes registrados no açude Epitácio Pessoa no período do estudo. Assim, a plataforma do GEE se apresenta como uma valiosa ferramenta, devido a disponibilidade de dados e facilidade de processamento, para análise da sazonalidade dos corpos hídricos no semiárido.

Palavras-chave: Açude Epitácio Pessoa, *Global Water Surface*, *Cloud computing*.

¹ Graduado pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, andradejmn@gmail.com;

² Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campina Grande (PB), Brasil. Fone: +55 83 3332-0243. E-mail: ulisses.alencar17@gmail.com

³ Graduado pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, josebenitoeng@gmail.com;

⁴ Professor associado Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Produção, john.e.cunha@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro ocupa 1.600.000 km² do território nacional e tem incrustado em 62% da sua área, o Polígono das Secas, uma região semiárida de 940 mil km², que abrange nove estados do Nordeste e enfrenta um problema crônico de falta de água e chuva abaixo de 800 mm por ano (MARENGO, 2010). Uma das saídas encontradas historicamente para minimizar ou eliminar o efeito da escassez hídrica foi a construção de barragens, que tem por finalidade acumular parte da água disponibilizada nos períodos de chuvas, compensando no período de estiagem, esta água é usada para atender demandas consuntivas e não-consuntivas (VIEIRA *et al.*, 2010; COLLISCHONN e DORNELLES, 2013). As barragens representam grande relevância para o abastecimento humano e para a irrigação, devido, principalmente, à condição climática da região.

A disponibilidade hídrica da região é afetada pelo regime dos rios e das reservas subterrâneas (ZANELLA, 2014), interferindo na eficiência dos reservatórios superficiais no semiárido Nordestino e condicionada pelo alto potencial para evaporação da água, em função da enorme disponibilidade de energia solar, com incidência de 3000 horas por ano, altas temperaturas e uma precipitação média que pode ser 400 mm ou menos em determinados lugares do semiárido (CBDB, 2011), e formações geológicas (predominante cristalina).

Para monitorar as características da cobertura do solo e/ou de corpos hídricos pode-se utilizar as técnicas de sensoriamento remoto por meio de imagens de satélites, nas quais se firmaram ao longo dos anos como ferramentas importantes na área de recursos hídricos (REIS e SAAVEDRA, 2015). Flores (2019), por exemplo, por meio das técnicas do sensoriamento detectou e monitorou corpos de água. Pekel *et al.* (2016) utilizou três milhões de imagens do satélite Landsat para quantificar as alterações nas águas superficiais globais nos últimos 32 anos (1984 à 2015) com resolução de 30 metros, determinando a sazonalidade das águas superficiais no mundo.

A plataforma do *Google Earth Engine* (GEE) permite realizar análises geoespaciais de maneira eficiente, sem se preocupar com pré-processamento de imagens de satélites, em escala planetária através do processamento em nuvem (ZHANG *et al.*, 2019). Também pode ser utilizado para o processamento de grande volume de dados “*Big Data*” (SHELESTOV *et al.*, 2017). Segundo Gorelick *et al.* (2017) o GEE pode lidar com uma variedade de questões sociais de alto impacto, incluindo desmatamento, seca, desastres, doenças, segurança alimentar, gerenciamento de água, monitoramento e proteção ambiental.

Diante do apresentado, esse estudo tem por objetivo avaliar a sazonalidade da superfície de água do açude Epitácio Pessoa entre março de 1984 e outubro de 2015 através da coleção de imagens *Global Surface Water (GSW)* produzida pela pesquisa de Pekel et al (2016), utilizando a plataforma do *Google Earth Engine*.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O açude Epitácio Pessoa também conhecido como Boqueirão está inserido na região semiárida do Nordeste brasileiro, mais precisamente na porção central do estado da Paraíba (Figura 1), no planalto da Borborema (AESA, 2009, MEDEIROS *et al.*, 2018). Ele está na bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sua bacia de contribuição é formada pelas bacias hidrográficas do Alto curso do Rio Paraíba e do Rio Taperoá, juntos formam uma área de contribuição de aproximadamente 12.406 km² (Figura 1). O açude, apresenta uma vazão regularizável de 1.826,0 l/s (PARAIBA, 2019), abastece em torno de 26 sedes municipais e distritos espalhados pelas microrregiões do Cariri e do Agreste, de elevada semiaridez (RÊGO *et al.*, 2013).

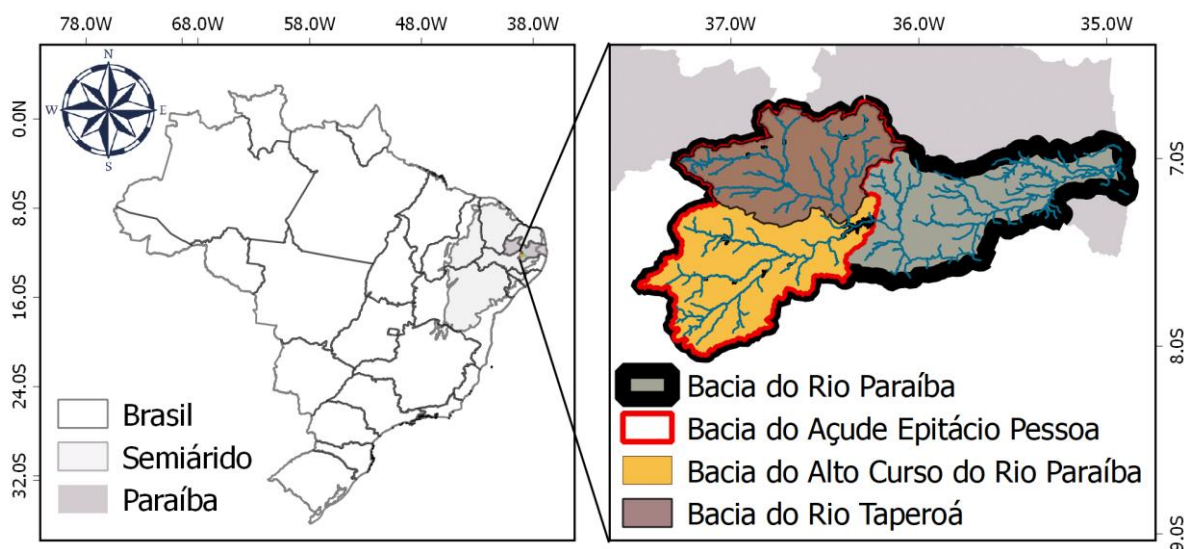


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa e suas duas bacias de contribuição: Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá e do Alto Curso do Rio Paraíba. Fonte: Autor, (2019).

Google Earth Engine

O *Google Earth Engine* (GEE) é uma plataforma que fornece uma grande coleção de dados geoespaciais disponíveis ao público e que permite o processamento direto desses dados na infraestrutura computacional do Google, otimizada para processamento paralelo de dados (MIETTINEN et al, 2019). O catálogo de dados abriga um grande repositório de dados geoespaciais, incluindo observações de uma variedade de sistemas de imagem por satélite e aérea em comprimentos de onda ópticos e não ópticos, variáveis ambientais, previsões e retrocessos climáticos e climáticos, cobertura da terra, conjuntos de dados topográficos e socioeconômicos (GORELICK et al,2017).

Coleção Global Surface Water

A coleção *Global Surface Water* (GSW) é um conjunto de dados sobre a água, produzidos através de imagens do satélite Landsat. Essa coleção apresenta a distribuição temporal das superfícies de água em escala global de 1985 a 2015 (PEKEL et al,2016).

A GSW fornece uma camada de transição hídrica que captura mudanças entre três classes de ocorrência de água (não água, água sazonal e água permanente) junto com duas classes adicionais para água efêmera (efêmera permanente e efêmera sazonal), forma 10 classes (Tabela 1) de transição relacionadas à presença ou não de água na superfície terrestre (GOOGLE EARTH ENGINE, 2019). Essa classificação é obtida por meio da análise estatística da ocorrência de água ao longo da série histórica das imagens de satélite. (GOOGLE EARTH ENGINE, 2019). Segundo *Global Surface Water Explore* (2019), as classes apresentam a seguinte descrição:

- Permanente: Superfícies permanentes da água, sem alteração;
- Nova Permanente: Novas superfícies permanentes da água (conversão de terra em água permanente);
- Perdido Permanente: Superfícies permanentes da água perdidas (conversão de água permanente em terra);
- Sazonal: Superfícies sazonais da água, sem alteração;
- Nova Sazonal: Novas superfícies sazonais da água (conversão de terra em água sazonal);

- Perdido Sazonal: Superfícies sazonais perdidas da água (conversão de uma água sazonal em terra);
- Sazonal permanente: Conversão de água permanente em água sazonal;
- Permanente para sazonal: Conversão de água sazonal em água permanente
- Efêmero Permanente: Água permanente efêmera (terra substituída por água permanente que desaparece posteriormente);
- Efêmero Sazonal: Água sazonal efêmera (terra substituída por água sazonal que desaparece posteriormente).

Classes de Transição		Valor da Classe
	Sem água	0
	Permanente	1
	Nova Permanente	2
	Perdido Permanente	3
	Sazonal	4
	Nova Sazonal	5
	Perdido Sazonal	6
	Sazonal permanente	7
	Permanente para sazonal	8
	Efêmero Permanente	9
	Efêmero Sazonal	10

Tabela 1: Valores das classes de Transição.

Processamento dos dados

Através da plataforma de processamento em nuvem do GEE e utilizando a coleção do GSW, foi possível delimitar a área para análise do corpo hídrico - açude Epitácio Pessoa - Figura 2. Na Figura 3 é mostrado o exemplo do script no GEE.

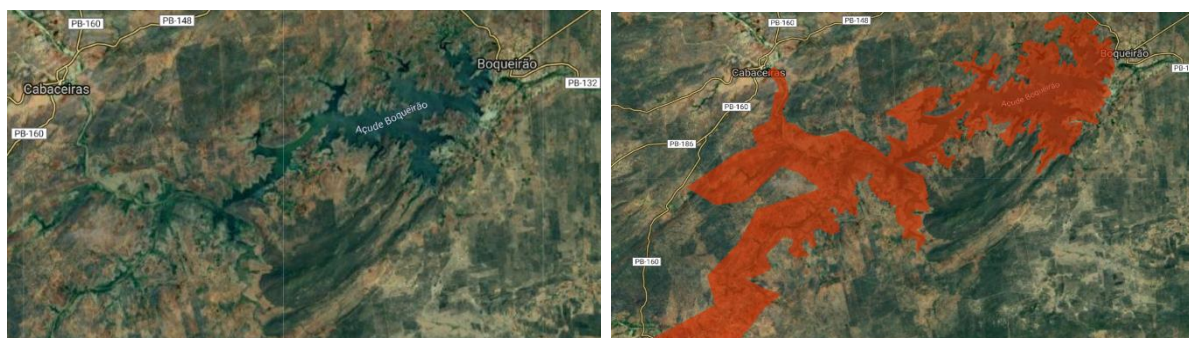


Figura 2: Delimitação da área de estudo açude Epitácio Pessoa-PB.

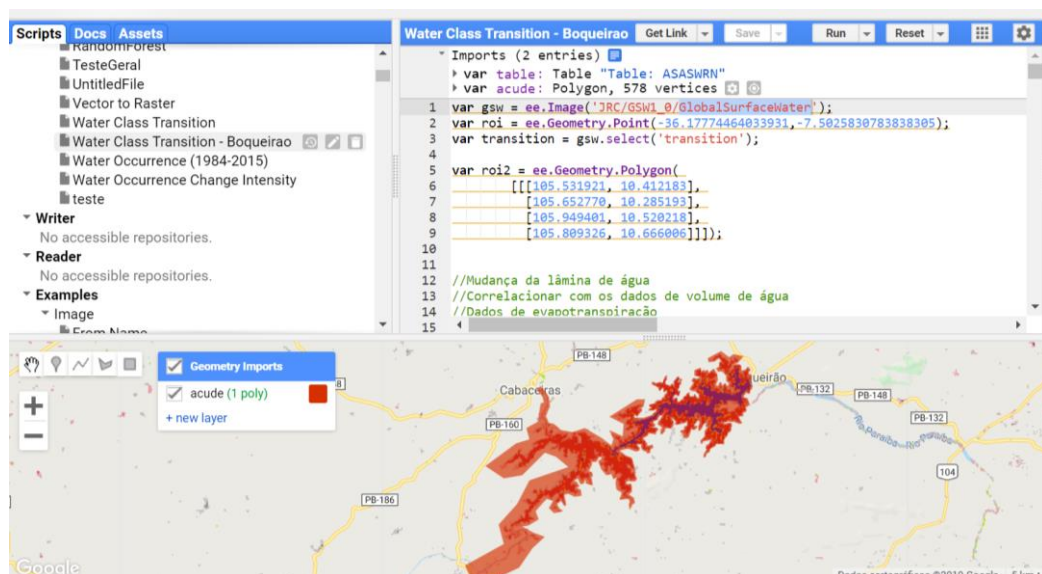
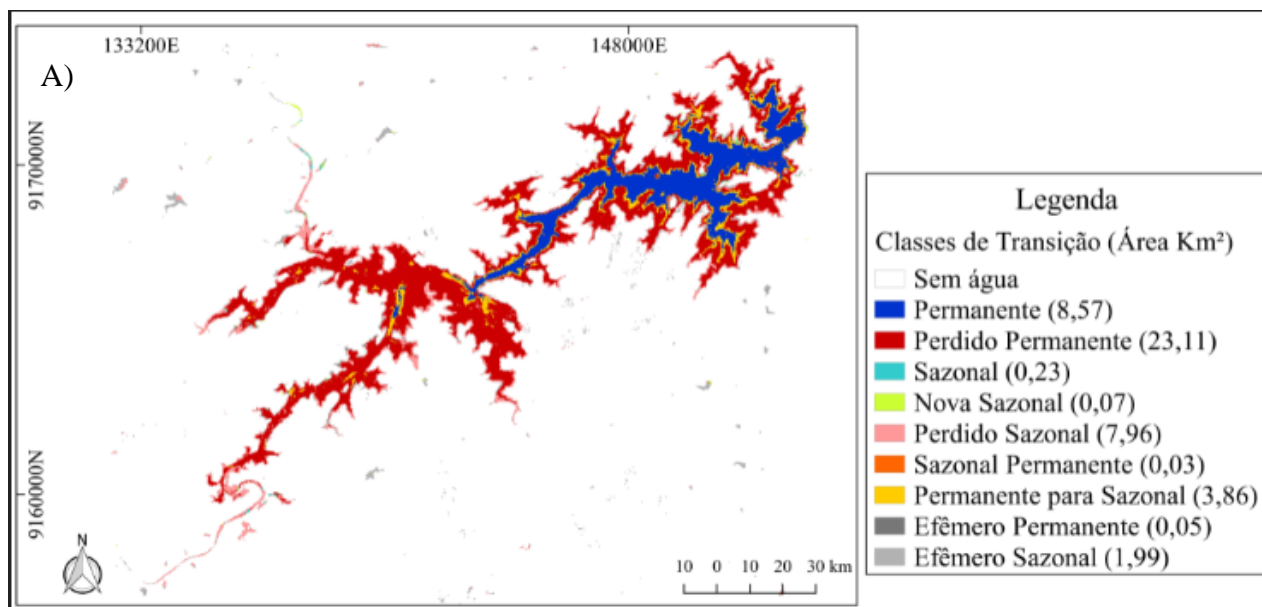


Figura 3: Script desenvolvido na plataforma GEE para processamento da coleção GSW.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4 é possível observar os resultados do processamento no GEE, onde foram obtidas as classes de transição de água superficial do açude de Epitácio Pessoa. As classes Perdido Permanentemente e Permanente foram as que apresentaram maior área de cobertura, com 50,4 % e 18,7 %, respectivamente (Figura 4B).



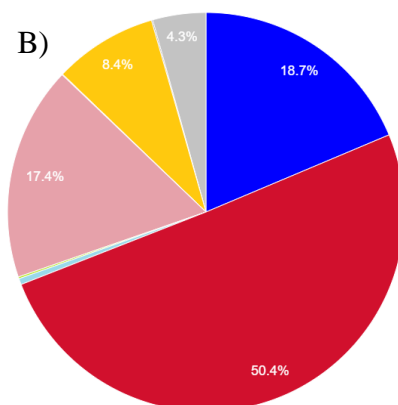


Figura 4: A) Área de Classes de Transição no Açude Epitácio Pessoa, B) Porcentagem de cada classe de transição.

A classe Permanente ocorre quando a água permanece na superfície sem alteração ao longo do tempo, no caso do açude Epitácio Pessoa, essa classe apresenta área de 8,57 km². Para efeito de comparação foi utilizado a área correspondente ao menor volume registrado no açude para o período de estudo. O volume encontrado foi de 58,8 Mm³, registrado em outubro de 2015 (AESA,2019). A área de espelho de água foi obtida através da relação cota área volume do açude, encontrado a partir de levantamento batimétrico realizado pela AESA em 2004(Tabela 2), ela corresponde a aproximadamente 9,71 km². O que representa uma diferença percentual de 11,7 % em relação a classe Permanente, demonstrando que a classe apresentou valor semelhante a área observada no açude.

Ponta da Curva (m)	Cota (m)	Área (Km ²)	Volume (Mm ³)
1	343,00	0,04	0,02
2	345,00	0,14	0,17
3	346,00	0,26	0,37
4	348,00	0,63	1,23
5	349,00	0,87	1,98
6	351,00	1,51	4,31
7	352,00	1,87	6,00
8	354,00	2,70	10,53
9	355,00	3,22	13,48
10	357,00	4,56	21,22
11	358,00	5,26	26,11
12	360,00	7,03	38,42
13	361,00	8,03	45,93
14	362,00	9,00	54,45
15	363,00	10,01	63,97
16	364,00	11,03	74,49
17	365,00	12,26	86,14
18	366,00	13,69	99,07
19	368,00	17,37	130,10
20	369,00	19,44	148,50
21	371,00	24,29	192,18
22	373,00	29,12	245,80
23	374,00	31,26	276,13
24	376,00	34,54	342,50
25	377,00	36,14	377,85
26	377,90	39,62	411,69

Tabela 2: Relação Cota Área Volume - Açude Epitácio Pessoa. Fonte: AESA, (2004).

A classe Perdido Permanente apresentou grande porcentagem (50,4%) que representa 23,11 km² de área. Esse valor pode ser explicado devido a alternância de períodos de cheias e secas no açude. Como a relação entre o volume e área de espelho d'água é aproximadamente exponencial (Figura 5), nos períodos de cheias a área de superfície de água cresce muito, já nos períodos de seca, ocorre uma redução de volume acarretando uma conversão de água para solo.

Este fato também pode ser explicado em decorrência da alta variabilidade interanual das chuvas e escassez de água em zonas áridas e semiáridas, como é caso da área estudada (MOLINA-NAVARRO,2016).

Ao observar o gráfico da Figura 6, pode-se constatar que a ocorrência de cheias procedeu-se de maneira regular ao longo dos ciclos hidrológicos nos anos de 1984 a 1992 e nos

períodos de 2004 a 2011, mas enfrentou problema de estiagem no fim da década de 1990 e a partir do ano 2012, conforme também foi verificado por Rêgo, et al (2014).

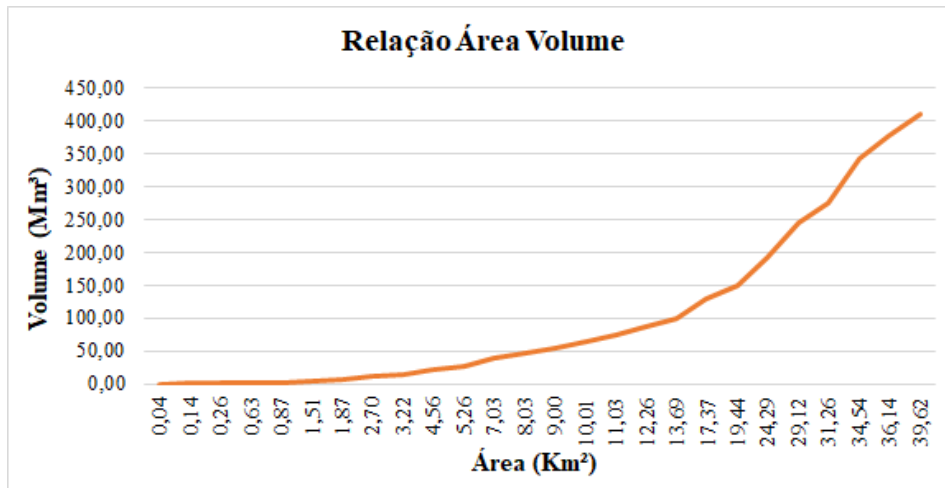


Figura 5: Relação Área Volume - Açude Epitácio Pessoa - PB. Fonte: AESA, (2004).

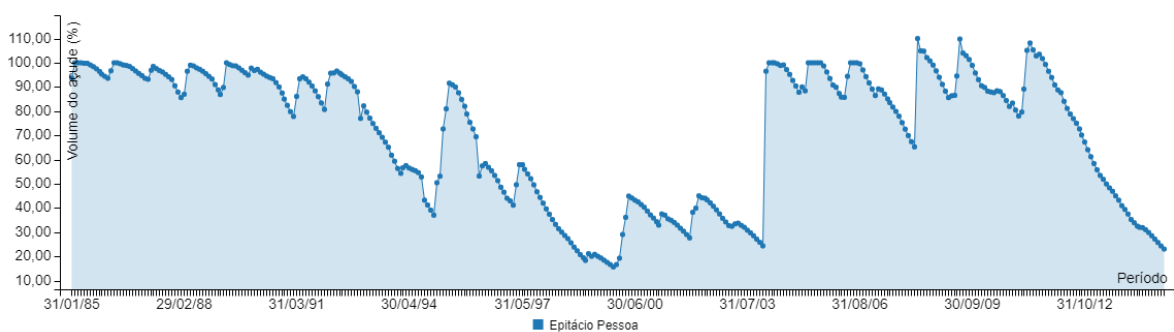


Figura 6: Porcentagem do Volume do Reservatório de 1985 a 2015, Fonte: AESA, (2019).

A classe Perdido Sazonal apresentou 17,4 % da classificação, o que corresponde a uma área de 7,96 km². A classe Permanente Sazonal, que é a quarta maior porcentagem, com 8,4 % de área, que equivale a 3,86 km², estando entre as classes Permanente e Sazonal. De modo geral as classes utilizaram água sazonal para sua categorização não apresentaram valores expressivos (Sazonal, Nova Sazonal, Sazonal Permanente), o que é explicada por conta da variação climática no semiárido que não apresenta uma sazonalidade bem definida ao longo dos anos.

A ferramenta do GEE se mostra como uma ferramenta útil para categorizar a superfície de água do açude Epitácio Pessoa, podendo ser utilizada no semiárido brasileiro, especialmente, nos grandes reservatórios superficiais e nos pequenos açudes privados. Já que segundo Rebouças (1997) o semiárido brasileiro apresenta em torno de 70 mil reservatórios com espelho d'água de mais de mil m².

CONCLUSÃO

Tendo como objetivo avaliar a sazonalidade da superfície de água do açude Epitácio Pessoa entre março de 1984 e outubro de 2015 através da coleção de imagens GSW, utilizando a plataforma do *Google Earth Engine*, observa-se que a utilização do sensoriamento remoto auxilia na obtenção de informações da superfície terrestre, sendo esta de grande valia para estudos ambientais.

Por meio dos resultados, observou-se que plataformas como *Google Earth Engine* podem amparar estudos para a região do semiárido, devido a disponibilidade de dados e facilidade de processamento de informações. A ferramenta do GEE se mostrou como uma ferramenta adequada para categorizar o espelho d'água do açude Epitácio Pessoa, podendo ser utilizada em regiões como o Semiárido Brasileiro, que apresentam grande número de reservatórios. Estudos mais robustos para avaliar a perenidade e eficiência dos corpos hídricos do semiárido se mostram possíveis através dessa ferramenta.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESA). Relação dos açudes monitorados. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=listarAcudesUltimaCota>>. Acesso em: 25 de Out 2019.

CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens. A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. **CBDB**, Rio de Janeiro, 2011.
COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. (2013). Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. **Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)**, Porto Alegre, 2013.

FLORES, Y. R. Estimativa de armazenamento de água em reservatórios através de sensoriamento remoto. 2019. 70 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais**, Rio Grande do Sul, 2019.

REIS, J.B.C. & SAAVEDRA, O.F.C. Comparação de métodos de classificação para reconhecimento de corpos d'água em imagens do sensor OLI do Landsat8. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 17., 2015, João Pessoa-PB. Anais... João Pessoa, p. 59-66.

Google Earth Engine. Water Class Transition. Disponível em: https://developers.google.com/earth-engine/tutorial_global_surface_water_04. Acesso em: 25 de Out 2019.

Global Surface Water Explore .Global Surface Water Explore-FAQ. Disponível em: <https://global-surface-water.appspot.com/faq>. Acesso em: 25 de Out 2019.

GORELICK, N., HANCHER, M., DIXON, M., ILYUSHCHENKO, S., THAU, D., & MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MIETTINEN, J., SHI, C., & LIEW, S. C. Towards automated 10–30 m resolution land cover mapping in insular South-East Asia. **Geocarto International**, v. 34, n. 4, p. 443-457, 2019.

MEDEIROS, I, C. Modelagem espacial e temporal do balanço hídrico da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. 2017. 106 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de João Pessoa**, João Pessoa, 2017.

MOLINA-NAVARRO, E. *et al.* Hydrological modeling and climate change impacts in an agricultural semiarid region. Case study: Guadalupe River basin, Mexico. *Agricultural Water Management*, v. 175, p. 29–42, 1 set. 2016.

PARAÍBA. PARAÍBA PROJETO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA PARAÍBA – PSH / PB. Disponível em: < <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-dos-recursos-hidricos-e-do-meio-ambiente/programas/projeto-de-sustentabilidade-hidrica>>. Acessado em 1 de Jun. 2019.

PEKEL, J. F., COTTAM, A., GORELICK, N., & BELWARD, A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. **Nature**, v. 540, n. 7633, p. 418, 2016.

SHELESTOV, A., LAVRENIUK, M., KUSSUL, N., NOVIKOV, A., & SKAKUN, S. Exploring Google Earth Engine platform for big data processing: Classification of multi-temporal satellite imagery for crop mapping. **frontiers in Earth Science**, v. 5, p. 17, 2017.

VIEIRA, A.; SANTOS, V.; CURI, W. (2010). Escolha das Regras de Operação Racional para Subsistema de Reservatórios no Semiárido Nordeste. **Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 37-50, 2010.

RÊGO, J. C. *et al.* O caso do açude Epitácio Pessoa/Boqueirão no Cariri paraibano. **Anais XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves**, 2013. p. 1–8, 2013.

RÊGO, J. C. *et al.* Novas considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do Açude Epitácio Pessoa- A seca 2012-2014. **Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 12**, 2014.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. Especial, n. 36, p. 126–142, 2014. Disponível em: <<http://blog.clippingcad.com.br/wp-content/uploads/2016/10/3176-9755-1-PB.pdf>>.

ZHANG, X., LONG, T., HE, G., & GUO, Y. Global Forest Cover Mapping using Landsat and Google Earth Engine cloud computing. In: **2019 8th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)**. IEEE, 2019. p. 1-5.

