

**AVALIAÇÃO DAS OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO DA
UHE DE SERRA DA MESA (GOIÁS) E RELAÇÃO COM OS TOTAIS
DE CHUVA**

**VALUATION OF THE OSCILLATIONS OF THE RESERVOIR LEVEL
OF THE SERRA DA MESA UHE (GOIÁS STATE) AND
RELATIONSHIP WITH THE TOTAL RAIN**

GEILA FERREIRA TAVARES

Graduada em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Estadual de Goiás, Unidade de
Minaçu (GO)
geilatavarez@gmail.com

JOSÉ CARLOS DE SOUZA

Doutor em Ciências Ambientais e docente da Universidade Estadual de Goiás
jose.souza@ueg.br

Resumo: O reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Serra da Mesa, esta localizado na bacia do alto rio Tocantins, no norte do estado de Goiás. Sua construção foi iniciada em 1986 com o preenchimento final do reservatório e início da produção de energia em 1998. A região onde o reservatório está inserido apresenta importante sazonalidade climática, com estiagem de maio a setembro, reduzindo de forma significativa a disponibilidade de água em superfície. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da variabilidade das precipitações do período de 2011 a 2016 e sua influência na oscilação do nível de água do reservatório da UHE de Serra Mesa. Utilizaram-se dados de precipitação anual, com os totais de chuva para o período analisado. Foram utilizadas imagens do Google Earth Pro para visualização da oscilação do nível do reservatório e possível comparação entre os períodos. Os resultados das análises indicaram que, simultaneamente com a redução dos totais de chuva no período, houve também a redução do nível do reservatório e influencias na produção de energia elétrica.

Palavras-chave: Paisagem. Sazonalidade climática, Hidroelétrica.

Abstract: The hydroelectric plant reservoir of Serra da Mesa is located in the upper Tocantins watershed, in the north of the Goiás state. Its construction started in 1986 with the final filling of the reservoir and start of energy production in 1998. The region where the reservoir is inserted presents important climatic seasonality, with drought from May to September, significantly reducing the availability of surface water. Thus, this work aimed to evaluate the influence of the variability of the rainfall from the period 2011 to 2016 and its influence on the oscillation of the water level of the reservoir of the Serra Mesa hydroelectric plant. Annual precipitation data was used for the region, with rain totals for the analyzed period. Google Earth Pro images were used to visualize the fluctuation of the reservoir level and possible comparison between the periods. The results of the analysis indicated that, simultaneously with the reduction in total rains in the period, there was also a reduction in the level of the reservoir and influences on electricity production.

Keywords: Landscape. Climatic seasonality. Hydropower plant.

INTRODUÇÃO

A crise hídrica no Brasil está provocando sérias consequências econômicas e sociais, desestabilizado vários campos, como no abastecimento das cidades, na geração de energia elétrica e na agricultura. Desta forma, são várias as dificuldades enfrentadas pela redução das chuvas e aumento progressivo das demandas pelo consumo de água.

O Brasil possui 12% da água doce disponível do mundo e, dados da Agência Nacional das Águas (ANA) de 2019, demonstram que a precipitação média anual brasileira é de 1760 mm/ano, apresentando uma disparidade regional significativa. Enquanto que no Nordeste temos uma precipitação média em torno de 500 mm/ano, na região Amazônica os totais podem chegar a 3.000 mm/ano. Na Região Hidrográfica Amazônica estão 80% da água superficial do país, e esta possui baixa densidade demográfica e baixa demanda por água (ANA, 2019).

A crise hídrica não é um problema somente brasileiro, é uma condição enfrentada por vários países do mundo e, na maioria dos casos influenciada pelas mudanças climáticas. Dados divulgados pelo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), órgão criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), para estudar o problema das mudanças climáticas, previu que a seca e a crise hídrica de vários países seriam influência direta das alterações climáticas. Porém, não há consenso científico a respeito dos efeitos adversos do clima como determinante específico da crise hídrica que estamos vivendo. No Brasil, duas situações emblemáticas de crise hídrica são a alta demanda e escassez na metrópole de São Paulo e os problemas da seca no Nordeste brasileiro (GALIZIA, 2014; FISCHER, et al., 2016; RICHTER; JACOBI, 2018).

A crise hídrica impacta diretamente a produção de energia hidrelétrica, pois 80% da eletricidade gerada no país é originária de hidrelétricas. Então, percebemos o impacto ao setor energético quando o país passa por períodos de redução das chuvas, resultando na exaustão da capacidade ambiental das hidrelétricas. Desta forma, o uso competitivo de água em reservatórios de produção de energia, pode resultar em conflitos e perdas econômicas. Com a seca, os reservatórios têm que reduzir o volume útil, assim diminuído a produção de energia

hidrelétrica e, portanto, aumentando o uso de energia termoelétrica, emitindo mais proporções de gases de efeito estufa e comprometendo assim o uso do abastecimento público, a pesca, a agricultura e a recreação. Resultando então em impactos socioeconômicos, havendo perda de empregos e desestruturando toda cadeia produtiva (TUNDISI; TUNDISI, 2015; LIMA; CARVALHO, 2016).

O jornal “O Popular”, um dos mais importantes meios de comunicação do estado de Goiás, divulgou no dia 8 de março de 2018 um artigo sobre as oscilações do nível de água do reservatório da UHE de Serra da Mesa. O texto enfatizou uma grande queda no volume útil do reservatório nos últimos anos, em 2013 estava com 443,9 m correspondente há 46,55% capacidade mínima; em 2017 estava com 427,1 m, correspondente a 12,63%. Assim também alterando a geração de energia que em 2013 era de 625 MW reduzindo para 255MW em 2017 (MONTEIRO, 2018).

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás, o estado possuía em 2015 20 usinas hidrelétricas (UHEs) e 20 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), todas em operação, totalizando assim 40 empreendimentos, possuindo uma capacidade de geração de 13.569 MW. A capacidade explorada era de 9.189 MW e, o potencial ainda não explorado no Estado conforme ANEEL (2015) é de 4.380 MW (PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS, 2015).

A instalação de uma usina hidrelétrica provoca significativas transformações na paisagem influenciando alterações importantes nos meios físico, biótico e social. No caso da UHE de Serra da Mesa, não é diferente, a construção levou quinze anos, onde técnicos, operários, maquinários, pesquisadores, veículos pesados e leves, sons de motores, de dinamite, o trânsito intenso, tudo em constantes deslocamentos inseriram-se na paisagem em mudança (ALMEIDA, 2004).

A paisagem constitui-se conceito-chave e categoria de investigação geográfica, onde se permite que o espaço seja compreendido como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Acampamentos espalharam-se pelas imediações da obra ocupando o Cerrado e áreas de pastagens. Depois da conclusão do reservatório, as águas invadiram as várzeas tidas como

as melhores terras para agricultura. As tradicionais áreas de garimpo foram alagadas. Os vales, áreas anteriormente ocupadas por vegetação de Cerrado, as estradas, as pontes, os roçados, as fazendas, os currais, os cemitérios, foram substituídos por um imenso espelho d'água, configurando assim uma nova paisagem (ALMEIDA, 2004).

A área de localização da UHE de Serra da Mesa apresenta uma pronunciada sazonalidade das chuvas, típica do domínio do Cerrado, por apresentar duas estações bem definidas, com precipitação média anual de cerca de 1.500 mm. O período estiagem compreende 5 meses (Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro) e as chuvas concentram-se nos meses Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Outubro, Novembro e Dezembro. A temperatura média situa-se em torno de 22-27°C, com a média das máximas variando pouco, no decorrer dos meses. Contudo, no inverno, a variação média da temperatura (dia/noite) é superior a 12°C (NIMER; BRANDÃO, 1989; CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014).

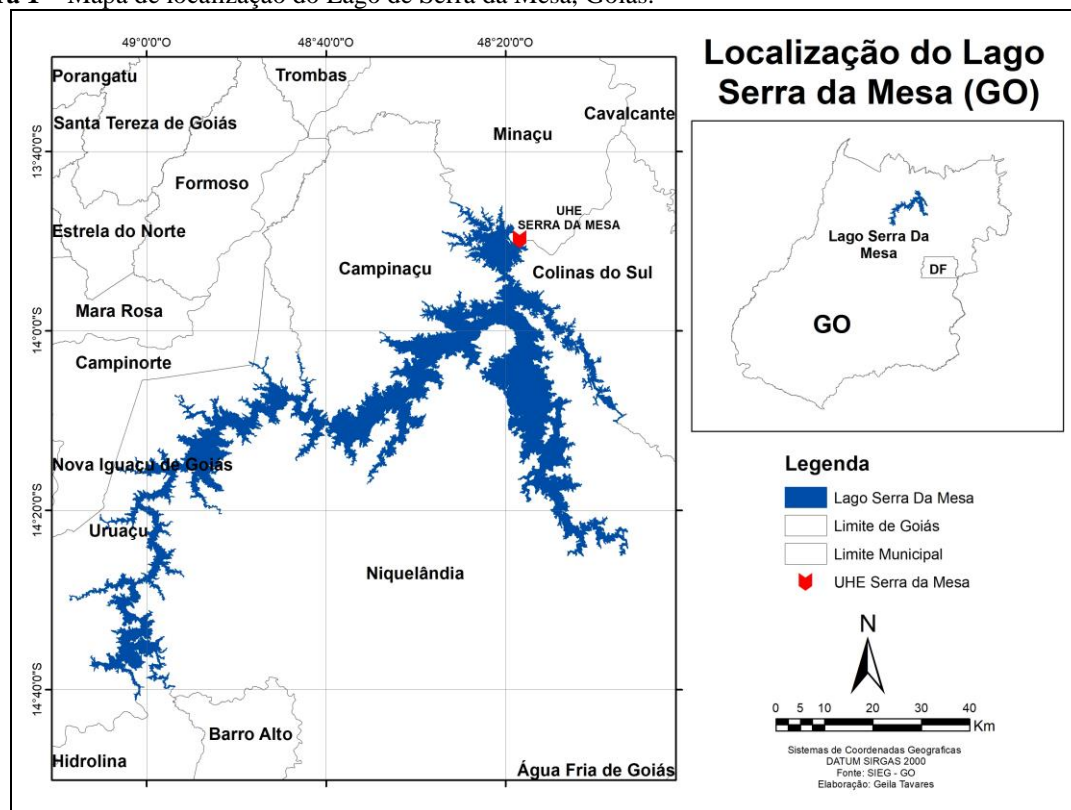
Assim, este trabalho objetiva avaliar a influência da variabilidade das precipitações do período de 2011 a 2016 e sua influência na oscilação do nível das águas do reservatório da UHE de Serra Mesa.

MATÉRIAS E MÉTODOS

O reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Serra da Mesa está localizado na bacia do alto Tocantins, no estado de Goiás (Figura 1). O lago possui uma extensão de 1784 Km² e potencial para produção de 154 MWh/ano de energia, figurando entre os principais UHE do Brasil. O reservatório é o maior do Brasil em volume de água, com potencial de armazenamento de 54,4 bilhões de m³ de água. A área alagada abrange oito municípios goianos, Uruaçu, Minaçu, Niquelândia, Barro Alto, Hidrolina, Colinas do Sul, Campinaçu e Campinorte.

Foram levantados dados de precipitação anual junto ao departamento de meteorologia da empresa de mineração SAMA, localizado no município de Minaçu, município sede da usina hidrelétrica. As análises também se basearam nas informações divulgadas pelos meios de comunicação O Popular, o G1-Goiás e o Jornal Opção.

Figura 1 – Mapa de localização do Lago de Serra da Mesa, Goiás.



Elaboração: Geila Ferreira Tavares, 2018.

Foram utilizadas imagens do *Google Earth Pro* para visualização da oscilação do nível do reservatório e possível comparação entre os períodos. As imagens foram georreferenciadas e foram geradas cartas imagens temporais em softwares de geoprocessamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização climática do norte Goiano.

O clima da região onde o reservatório da UHE de Serra da Mesa está inserido é do tipo *Aw*, definido como Clima Tropical com estação seca no inverno, porém uma pequena porção ocorre o clima *Am*, típico da região amazônica, que é caracterizado como clima de monção. As temperaturas médias anuais variam de 23°C a 27°C, os altos valores encontrados nesta região se explicam por se localizar em uma extensa planície, com menor altitude, chegando a

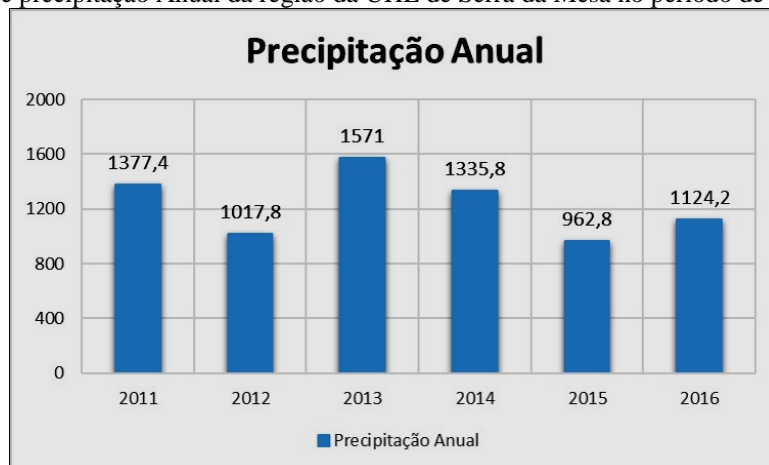
186m, podendo em algumas regiões atingir altitudes de 1.670 m. A precipitação média anual do norte Goiano varia de 1.400 mm a 2.800 mm, no que diz respeito às áreas de volume de precipitações mais elevadas ocorrem em regiões extremamente pontuais (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014).

Os totais de chuva na região variaram no período de 2011 a 2016 de 1.571 mm (2013) a 962,8 mm (2015), indicando uma variabilidade significativa (Figura 2). Percebe-se que em ordem decrescente os anos de maiores precipitações pluviométricas são: 2013 (1.571 mm), 2011 (1.377,4 mm), 2014 (1.335,8 mm), 2016 (1.124,2 mm), 2012 (1.017,8 mm) e 2015 (962,8 mm). Então observamos a redução que se apresentou bem acentuada no ano de 2015, tendo a diferença de 608,2mm se comparado a precipitação do ano de 2013.

O baixo índice de chuvas no ano de 2015, esta relacionado à dinâmica das massas de ar em território brasileiro. Segundo Nascimento (2016), os anos que ocorrem redução dos índices de chuva, que o autor considera como ano-padrão seco, há uma maior atuação da mTa (massa Tropical Atlântica). Esta massa trás para o Estado de Goiás calor e baixa ou nenhuma umidade, reduzindo assim os totais de chuva.

Segundo a ANA (2018) a evolução do nível do reservatório apresentou valores decrescentes de 2012 a 2017, para o mês de abril, final do período úmido, variou de 77,42% de capacidade em 2012 para 14,37% em 2017. No mês de outubro, período de transição do período seco para o úmido, a capacidade variou de 58,83% em 2011 para 9,10% em 2016.

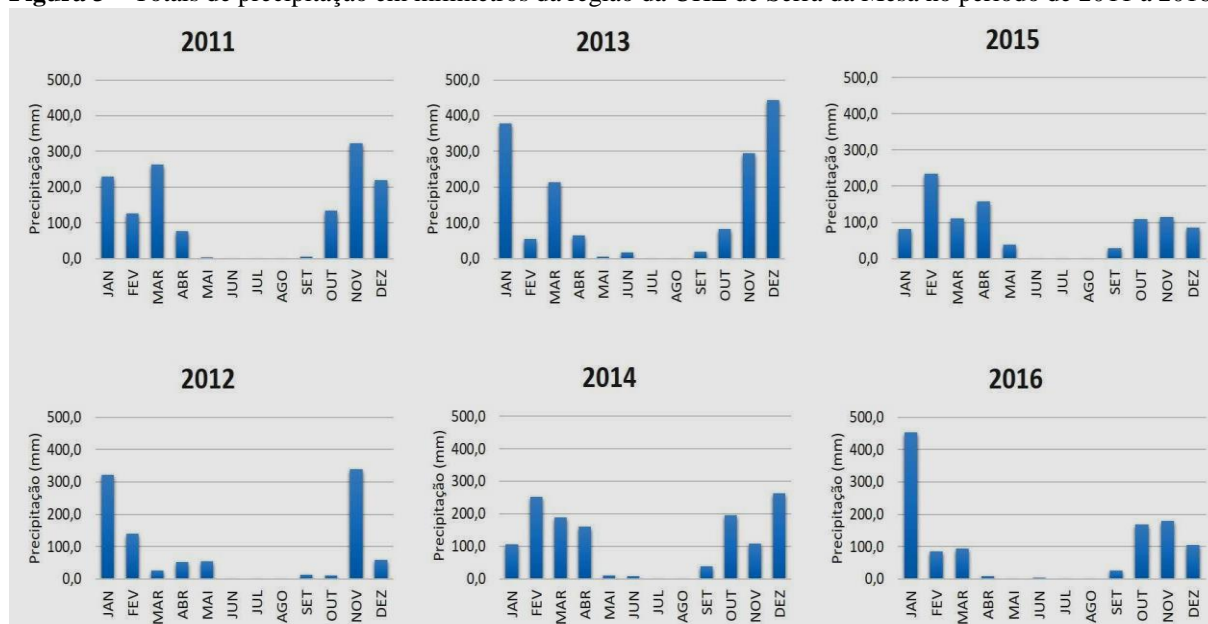
Figura 2 – Totais de precipitação Anual da região da UHE de Serra da Mesa no período de 2011 a 2016.



Fonte: Sama Mineração - Departamento de Meteorologia, elaborado por Geila Ferreira Tavares, 2018.

Na Figura 3 são apresentados os gráficos com os totais mensais de chuva, dos anos analisados (2011 a 2016). Podemos perceber que houve, no período, uma considerável variabilidade das chuvas quando se analisa cada mês separadamente. Os meses de junho e agosto representaram-se como os mais críticos, sem registros de precipitação. Quanto ao período chuvoso, destacam-se os meses de novembro e janeiro, apresentando frequência maior de totais de chuva para o período.

Figura 3 – Totais de precipitação em milímetros da região da UHE de Serra da Mesa no período de 2011 a 2016.



Fonte: Sama Minerações Associadas - Departamento de Meteorologia, elaborado por Geila Ferreira Tavares, 2018.

Análise da paisagem a partir das cartas imagens Google Earth

As cartas imagens (Figuras 4 e 5) corroboram para a condição de redução do nível do reservatório para os períodos analisados. Observamos então nas seguintes imagens dois pontos diferentes, onde percebemos que no ano de 2012, as imagens apresentam o reservatório em nível máximo, não apresentando bordas de solo exposto. Já em 2016 os mesmos locais apresentam uma expressiva borda de solo exposto, resultado do recuo da lamina d'água, tendo então o nível mais baixo do reservatório. Os trechos apresentados nas cartas imagens são áreas do município de Minaçu (Figura 4) e Niquelândia (Figura 5).

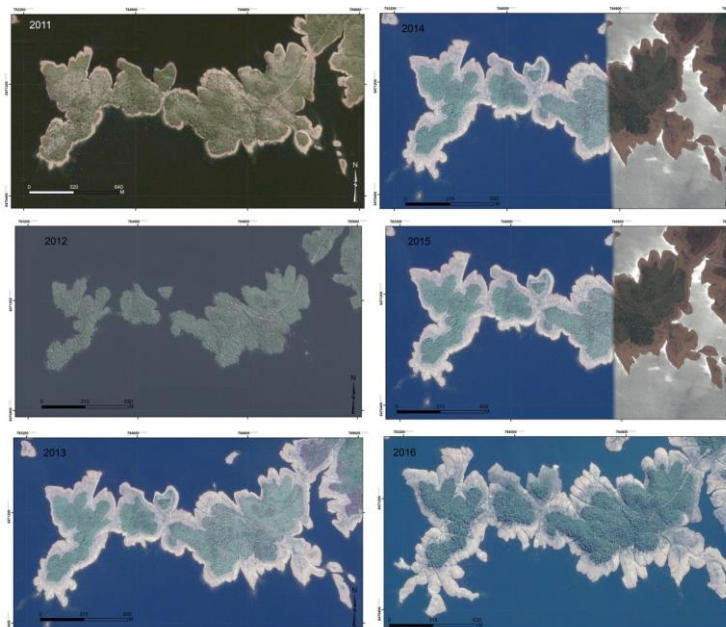
Realizando as comparações das cartas imagens (Figuras 4 e 5) com os dados de precipitação (Figuras 2 e 3), inferimos que a redução nas precipitações realmente é um fator que afeta o nível do reservatório da UHE de Serra da Mesa. A redução acentuada do nível do lado, apresentada nas imagens de 2015 e 2016, está também relacionada à data das imagens, que foram captadas em meses de baixa ou nenhuma precipitação. Assim como as boas condições apresentadas no ano de 2012, pois a imagem foi capturada no período chuvoso (Tabela 1).

Tabela 1 – Data da imagem e precipitação mensal.

Ano	Mês	Precipitação (mm)
2011	Fevereiro	125,2
2012	Fevereiro	140,2
2013	Outubro	83,0
2014	Abril	161,6
2015	Julho	0,0
2016	Junho	0,4

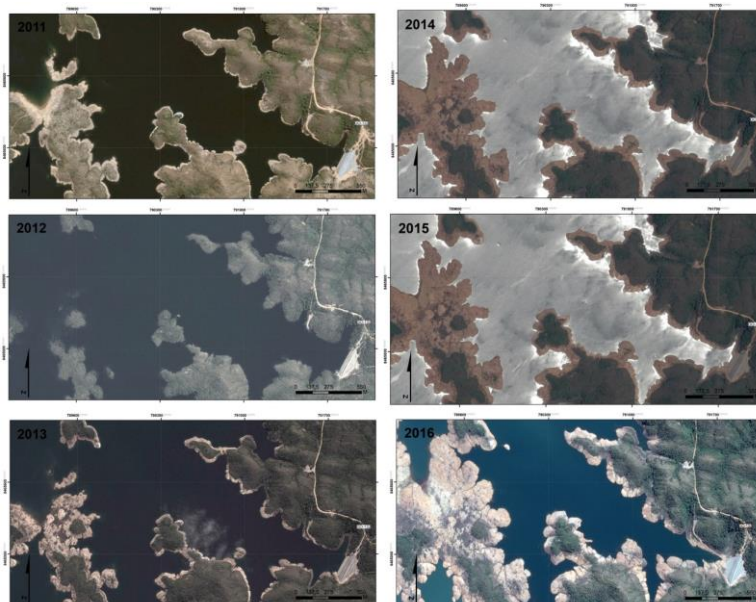
Fonte: Imagens do Google Earth Pro - Sama Minarações Associadas, elaborado por Geila Ferreira Tavares, 2018.

Figura 4 – Cartas imagens de trecho do reservatório do período de 2011 a 2016 (Minaçu).



Fonte: Imagens Google Earth Pro, 2019.

Figura 5 – Carta imagens de trecho do reservatório do período de 2011 a 2016 (Niquelândia).



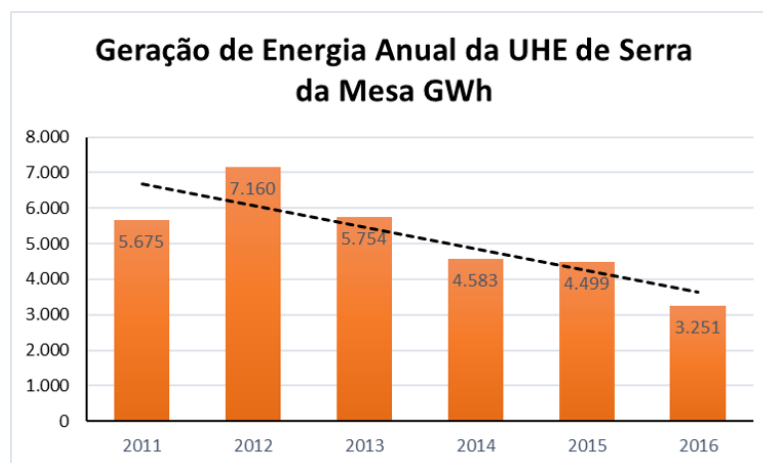
Fonte: Imagens do Google Earth Pro, 2019.

Observa-se que o ano mais crítico, 2016, sofre alterações devido aos anos anteriores (2014 e 2015) onde os dados de precipitação até mesmo nos meses mais úmidos, ficam abaixo de 300 mm. Desta forma, afetam o nível do reservatório em 2016 e assim modificam a paisagem como observamos na carta imagem.

As condições de estiagem no período de maio a setembro estão relacionadas à influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul. O período chuvoso, de outubro a abril sofre influência direta da Zona de Convergência Intertropical (CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014). Os totais de chuva na região variam de 1.800 mm (2011) a 940 mm (2015), indicando uma variabilidade significativa. A evolução do nível do reservatório apresentou valores decrescentes de 2012 a 2017 para o mês de abril, considerado o final do período úmido, variando de 77,42% de capacidade em 2012 para 14,37% em 2017 (ANA, 2018).

No final do período seco, mês de agosto, considerado o mês mais crítico de redução do reservatório, a capacidade variou de 58,83% em 2011 para 9,10% em 2016 segundo a ANA (2018). A Figura 6 apresenta os totais de produção de energia, na UHE de Serra da Mesa, no período de 2011 a 2016 em MegaWaths. A linha de tendência demonstra um importante decréscimo na produção de energia no período.

Figura 6 – geração de energia em GWh no período de 2011 a 2016 na UHE de Serra da Mesa.



Fonte: NOS (Operador Nacional Do Sistema Elétrico), elaborado por Geila Ferreira Tavares, 2018.

Os totais de produção de energia para o período refletem as condições do nível do reservatório, pois o ano que o mesmo apresenta as melhores condições de armazenamento de água (2012), como pode ser observado nas Figuras 4 e 5, é o ano que se produziu mais energia em GWh. Em 2012 a produção de energia atingiu 7,160 GWh e, em 2016, o ano mais crítico em relação ao nível do reservatório, a produção caiu para 3.251 GWh. A redução da produção para o período foi de aproximadamente 55%.

Os meios de comunicação e a Agência Nacional de Águas e fazem referência ao ano de 2017 como o mais crítico em relação à quantidade de água no reservatório, podendo comprometer a produção de energia, as atividades de pesca, a aquicultura e as atividades turísticas de balneário. Há também nos meios de comunicação outras discussões relacionadas à crise hídrica, como o aumento das taxas e o encarecimento da distribuição de energia, bem como a implementação de novas formas de produção de energia, como as de origem eólica e solar.

Encontramos então o surgimento de oportunidades de outras fontes energéticas renováveis no Brasil, apesar de serem necessários enfrentamentos e desafios econômicos, como investimentos altos em tecnologia, há ainda falta de políticas e mecanismos de incentivo e promoção. Mas com as mudanças climáticas e a necessidade de redução a emissão de poluentes para a atmosfera, o uso de combustíveis fósseis tem se apresentado como vilões.

Desta forma, o acordo de Paris¹ apontou uma possível contradição na política energética brasileira dos últimos anos, que incentivou a implantação de usinas termelétricas, como alternativa à crise hídrica ocasionada pela estiagem nos reservatórios das hidrelétricas. O Brasil é uma das nações com maior potencial para aproveitamento de fontes renováveis principalmente a eólica e a solar fotovoltaica, devido ao seu clima e posição geográfica (TRANNIN, 2016).

Assim, temos o exemplo do caso do Parque Híbrido de Tacaratu (PE), no estado de Pernambuco, como o primeiro do Brasil que uni a geração de energia Solar e Eólica. Inaugurado em setembro 2015, o parque pertence à multinacional italiana Enel Green Power, braço renovável do Grupo Enel. As usinas Fontes Solar I e II possuem capacidade instalada de 11 MWp, sendo considerado atualmente o maior complexo solar em operação no Brasil. As 36.650 placas fotovoltaicas foram integradas ao parque eólico Fontes dos Ventos que possui 34 aerogeradores e opera com capacidade instalada de 80 MW. O parque híbrido gera aproximadamente 340 GWh de energia por ano, quantidade suficiente para abastecer anualmente cerca de 170 mil residências brasileiras (TRANNIN, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabemos que para um bom funcionamento das Usinas Hidrelétricas, os níveis dos reservatórios não podem estar baixos, pois compromete a geração de energia, pelo motivo das usinas pararem o funcionamento por não ter água suficiente. Assim concluímos que a chuva é crucial para o abastecimento do reservatório, mas vale lembrar que existem outras questões geográficas, como o potencial da represa e altura da queda.

Então com o desenvolvimento desta pesquisa, possibilitou analisarmos os efeitos da variabilidade das precipitações, no nível do reservatório da UHE de Serra da Mesa, onde as cartas imagens elaboradas, nos possibilitou visualizarmos as alterações na paisagem e no nível do reservatório. Vendo a importância deste assunto, vemos a possibilidade de pesquisas futuras e análises para entender melhor as possíveis variações climáticas que vem ocorrendo

¹ “O Acordo de Paris busca combater os efeitos das mudanças climáticas, bem como reduzir as emissões de gases de efeito estufa diminuindo o uso de combustíveis fósseis” (TRANNIN, 2016, p. 5).

na região, e os reflexos diretos na produção de energia elétrica visto que a demanda por esta matriz energética é crescente no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANA. AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual** / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019.

ANA. AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Notícias (27/04/2018) - ANA mantém testes de redução da vazão mínima liberada por Serra da Mesa (GO) até 3 de junho. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/ana-mantem-testes-de-reducao-da-vazao-minima-liberada-pela-barragem-de-serra-da-mesa-go-ate-3-de-junho>>. Acesso em: 31 mar. 2020.

ALMEIDA, M. G. **Fronteiras, territórios e territorialidades**. 2004. 114 f. Monografia (Trabalho final de Graduação em Turismo) - Curso de Turismo, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen- Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p.41-55, mar. 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blucher, 1999.

FISCHER, M. L. *et al.* Crise hídrica em publicações científicas: olhares da bioética ambiental. **Ambiente e Água**, v. 11, n. 3, p.586-598, 23 jun. 2016.

GALIZIA, J. **Recursos Hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 75 p.

LIMA, C. C.; CARVALHO, L. M. O. A produção de energia elétrica, a exaustão ambiental da fonte hídrica e a opção proveniente da base eólica renovável. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 1, p.65-90, 30 mar. 2016.

MONTEIRO, L. Serra da mesa vai gerar menos energia: reservatório o volume mínimo de água liberado pela barragem será reduzido de 300 para 100 metros cúbicos por segundo para prevenir problemas na seca. **O Popular: Economia**. Goiânia, p. 4-4. 08 mar. 2018.

NASCIMENTO, D. T. F. **Chuvvas no Estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas por satélite e circulação atmosférica**. 2016. 202 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, 2016.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. **Balço hídrico e clima da região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Dados pluviométricos. 2018.

PEREIRA, Benedito Alísio da Silva; VENTUROLI, Fábio; CARVALHO, Fabrício Alvim. FLORESTAS ESTACIONAIS NO CERRADO: Uma Visão Geral. **UFG**, Goiânia, v. 41, n. 3, p.446-455, 2011. Trimestral.

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS, 5., 2015, Goiás. **PERG/GO**. Goiás: COBRAPE, 2015.

QUIXABEIRA, Larissa. Volume de água da represa de Serra da Mesa está 8%. **Jornal Opção**. Goiás, p. 1-1. 23 set. 2017.

RESERVATÓRIO DE SERRA DA MESA ATINGE NÍVEL MAIS BAIXO DA HISTÓRIA. Goiás, 21 set. 2017.

RICHTER, R. M.; JACOBI, P. R. Conflitos na macrometrópole paulista pela perspectiva da crise hídrica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 20, n. 3, p.556-568, jul. 2018.

SAMA MINERAÇÃO. Departamento de Meteorologia. 2018.

TRANNIN, M. Desafios e oportunidades para geração de energia elétrica por fontes renováveis no Brasil: estudo de caso sobre a usina híbrida de Tacaratu (PE). **Boletim Energético: FGV ENERGIA**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 04-07, abr. 2016.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Crise hídrica: as múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP**, São Paulo, v. 106, p. 23-30, 2015.