

Impactos no Ambiente Sobre Uso e Ocupação do Solo nas Margens do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Sinop - MT

Impacts in Environment on Land Use and Occupation on the Banks of the Hydroelectric Plant Water Reservoir, in Sinop - MT

Cezar Cláudio Granetto^a; José Antonio Maior Bono^{*ab}; Leticia Gabrielle de Pinho e Silva^b

^aUniversidade Anhanguera Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio Sustentável. MS, Brasil. Universidade Estadual do Mato Grosso. MT, Brasil.

^bUniversidade Anhanguera Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

*E-mail: bono@cogna.com.br

Resumo

Para o desenvolvimento do Brasil, a disponibilidade de energia é crucial, e as usinas hidrelétricas desempenham um papel fundamental como uma das principais fontes desse recurso. No entanto, a modificação de cursos de água e a criação de reservatórios, características típicas deste tipo de empreendimento, podem provocar impactos negativos ao meio ambiente, como alterações no uso e ocupação do solo nas áreas circundantes. Um exemplo desse fenômeno é a construção da Usina Hidrelétrica de Sinop, situada no Rio Teles Pires, em uma região cuja principal atividade econômica é a produção de grãos. Este estudo teve como objetivo avaliar os impactos no uso e ocupação do solo e no clima nas proximidades do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sinop (UHE/Sinop). A área de estudo está totalmente inserida na bacia Amazônica, abrangendo as sub-bacias dos rios Juruena, Teles Pires e Xingu, todos afluentes da margem direita do Rio Amazonas, e foi delimitada a uma distância de 1.000 metros ao redor do lago formado. Foram analisados parâmetros como uso e ocupação do solo por meio de imagens de satélite, além de temperatura do ar, ventos, umidade relativa, radiação solar e precipitação nas imediações do lago da barragem no período de 2011 a 2020. Os resultados mostraram alterações significativas no uso do solo, com uma redução da vegetação nativa e um aumento nas áreas destinadas à agricultura e pastagens. No entanto, no que se refere às condições climáticas, não foram detectadas alterações significativas durante o período analisado.

Palavras-chave: Agricultura. Sustentabilidade. Desenvolvimento Econômico.

Abstract

Brazil, for its development, requires energy, and one of the main sources is hydroelectric power plants. The alteration of a watercourse, as well as the formation of reservoirs, in this type of project can have negative impacts on the environment, such as changes in land use and occupancy in its surroundings. The construction of SINOP Hydroelectric Power Plant on the Teles River occurred in a region whose primary economic activity is grain production. This study aimed to assess the impacts on land use, occupancy, and climate along the shores of the Sinop Hydroelectric Power Plant reservoir (UHE/Sinop). The studied area is entirely located in the Amazon Basin, in the sub-basins of Juruena, Teles Pires, and Xingu rivers, tributaries of the right bank of the Amazon River, and was delimited within 1,000 meters around the formed lake. Parameters of land use and occupancy were evaluated using satellite images, air temperature, winds, relative humidity, solar radiation, and precipitation in the vicinity of the dam lake from 2011 to 2020. There were changes in land use, with a reduction in native vegetation and an increase in agricultural and pasture areas. No significant changes were observed in the climatic conditions for the period studied.

Keywords: Agriculture. Sustainability. Economic Development.

1 Introdução

A matriz energética brasileira é composta por fontes renováveis e não renováveis. Entre as fontes renováveis estão as hidrelétricas, eólicas, solares, biomassa e etanol. Já as fontes não renováveis incluem petróleo, gás natural, carvão mineral e nuclear. Aproximadamente 50% da energia total gerada no Brasil provém de fontes renováveis (Brasil, 2022). No entanto, Inotoma e Udaeta (2005) destacam que, apesar de ser considerada uma forma de geração limpa, a energia hidrelétrica pode causar sérios impactos ambientais negativos, desde a fase de construção até o funcionamento.

A construção de barragens altera os níveis dos lençóis freáticos, o que pode afetar a vegetação e impactar a subsistência das comunidades que vivem próximas a rios e reservatórios. Carvalho (2000) ressalta que essas alterações podem ser prejudiciais para essas populações. Fliegner *et al.* (2015)

observam que a formação de reservatórios e o alargamento do leito original dos rios aumentam a profundidade do canal principal e elevam o nível do lençol freático. Esses fatores podem causar deslocamentos de terra significativos, uma vez que as novas margens formadas são menos resistentes à água, levando à erosão e perda de solo, o que pode comprometer a capacidade do reservatório de gerar energia.

Ziembowicz *et al.* (2018) identificaram que, após 10 anos da construção da Usina Hidrelétrica São José, localizada na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, houve uma redução nas áreas de uso agrícola e na cobertura vegetal devido ao alagamento. Pimentel (2004) observa que a inundação de solo, especialmente das melhores terras agrícolas, é um impacto negativo considerável.

Maciel (2012) estudou as mudanças ocorridas na região do reservatório no município de Jacuí, com foco na produção

agrícola de soja, trigo e milho. O estudo constatou que as usinas aumentaram a disponibilidade de água para irrigação, reduzindo os problemas causados por déficits hídricos frequentes na região.

Outra preocupação ambiental é a alteração do clima regional ou microclima nas proximidades dos reservatórios. Cruz *et al.* (2016) e Campos *et al.* (2018) relatam que a construção de usinas hidrelétricas provoca mudanças no solo, na fauna e na flora e, também, afeta a variação climática da região. Esses estudos indicam modificações na temperatura, umidade e até na direção dos ventos em função da formação de lagos artificiais.

Sobral *et al.* (2018) destacam os impactos das mudanças climáticas na bacia do São Francisco, evidenciando uma alteração significativa no padrão de precipitação, com períodos secos mais frequentes do que úmidos. Souza (2010) relata problemas socioambientais associados à construção e operação de usinas hidrelétricas, resultantes da inundação de terras anteriormente ocupadas por ecossistemas naturais ou atividades como agricultura, pecuária, extração de argila e pesca. Esses impactos também podem afetar a qualidade das águas e a fauna e flora aquáticas, tornando as terras alagadas improdutivas após o enchimento do reservatório.

Neste estudo, o objetivo foi avaliar os impactos no uso e ocupação do solo e no clima nas áreas ao redor do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sinop, no Mato Grosso.

2 Material e Métodos

2.1 Caracterização da área do estudo

A área de pesquisa abrangeu a Usina Hidrelétrica de Sinop, que está localizada nas sub-bacias dos rios Juruena, Teles Pires e Xingu, afluentes da margem direita do rio Amazonas, na bacia Amazônica. O reservatório da usina inundou áreas dos municípios de Vera, Sinop, Santa Carmem e Cláudia.

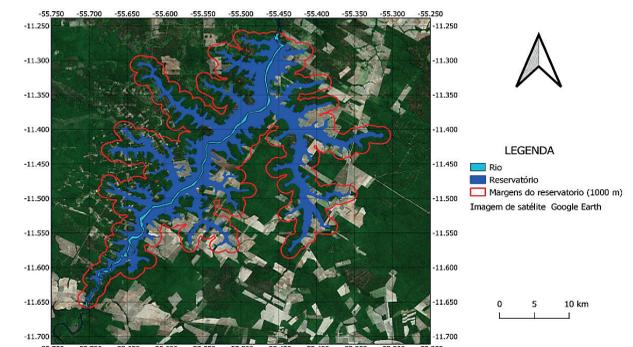
A usina foi concluída em 2019, ano em que o lago do reservatório foi formado. O município de Sinop, localizado no Norte de Mato Grosso, é a principal cidade da região. Situada a 500 quilômetros da capital, Cuiabá, Sinop faz parte do Portal do Agronegócio e está às margens da BR-163, a rodovia de maior extensão do país, que é a principal rota para o escoamento de grãos, favorecendo a logística de transporte e a implantação de novas empresas voltadas para a exportação e a transformação de matéria-prima.

A alteração no uso e ocupação do solo foi realizada por meio da análise de imagens de satélite obtidas antes e após a

formação do reservatório.

As imagens utilizadas foram provenientes do satélite CYBER 4, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sem qualquer processamento adicional. Foram empregadas imagens de satélite sem nuvens, abrangendo o período de 2011 a 2022, tanto antes quanto depois da formação do reservatório da Usina. Foram selecionadas cinco imagens por ano, escolhendo aqueles sem interferência de nuvens para ter um valor médio do ano. As imagens foram processadas por meio do Software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), mais especificamente o QGIS (anteriormente conhecido como Quantum GIS). Esse software é de código-fonte aberto e multiplataforma para informações geográficas (SIG), permitindo a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. Para este estudo de uso e ocupação do solo, foi delimitada uma área de 1000 metros ao redor do reservatório, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1- Imagem do Google Earth, com delimitações da área do estudo e o reservatório da Usina Hidrelétrica Sinop



Fonte: adaptado de Google Earth.

Foram mapeadas as áreas de florestas, lavoura e pecuária, solo exposto e a superfície da lâmina de água, nos anos de 2011, 2015, 2018, 2021 e 2022, utilizando a técnica do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, vem do inglês *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI. Este índice é utilizado para identificar a presença de qualidade da vegetação na superfície, permitindo caracterizar sua distribuição espacial e a evolução do seu estado ao longo do tempo, que é determinada a partir das variações das condições climáticas dominantes e analisada a partir de imagens temporais (Folhes, 2005).

Ao processar as imagens analisadas no período de 2011 a 2022, obtive os dados para vegetação natural, Lavoura e pastagem, Solo exposto e lâmina de água (Quadro 1).

Quadro 1- Uso e ocupação do solo no período de 2011 a 2022, no entorno do reservatório da Usina de Sinop – MT

Descrição*	2011	2015	2018	2021	2022
ha					
Area total (ha)	85.707,77	85.707,77	85.707,77	85.707,77	85.707,77
Vegetação natural (ha)	62.986,26	56.491,22	39.630,24	34.683,77	27.038,50
Lavoura e pastagem ((ha)	17.579,10	23.620,07	23.789,89	25.296,45	31.915,40
Solo exposto	4.015,02	4.276,65	19.541,02	1.938,44	2.828,17
Água (lâmina)	1.127,39	1.319,83	2.746,62	23.789,11	23.925,70

Fonte: dados da pesquisa.

Para análises das variáveis climáticas, foram utilizados dados da meteorológica Agrosilvipastoril da Embrapa Sinop, e do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos. Nos dados disponibilizados, observaram as características climáticas como: precipitações acumuladas mensais, temperatura média do ar, umidade relativa do ar, radiação global média, radiação fotossintética acumulada.

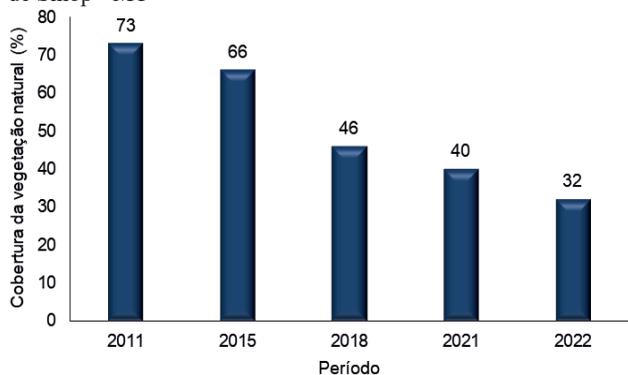
Os dados obtidos para uso e ocupação do solo, foi feito a média anual das imagens obtidas no ano. devido que foram utilizadas várias imagens no mesmo ano. Nos dados climáticos foram obtidos e no estudo utilizou somente as médias mensais.

3 Resultados e Discussão

3.1 Alterações no uso e ocupação do solo no entorno do reservatório

A instalação da usina de Sinop resultou na formação de um reservatório, o que teve um impacto significativo na vegetação ao redor. A área de floresta reduziu de 73% em 2011 para 32% em 2022 (Figura 2). Isso representa uma média de perda de 3,7% por ano durante o período estudado

Figura 2 - Dinâmica da alteração das áreas da vegetação natural, do período de 2011 a 2022, no entorno do reservatório da Usina de Sinop - MT



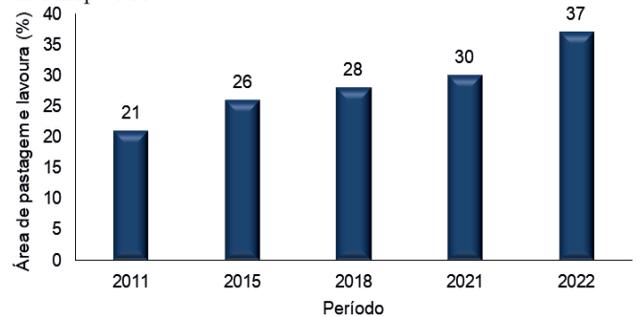
Fonte: dados da pesquisa.

Na análise da distribuição do uso do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira, Pereira (2006) concluiu que 87,09% da área era ocupada por pastagens, 2,41% por aglomerados agropecuários, 1,38% por agricultura anual, 0,31% por agricultura perene, 0,55% por agricultura semiperene e 8,26% por solo exposto e outros usos. Assim, apenas 8,96% do total de uso do solo estava relacionado a áreas não agrícolas.

Com a construção da Usina de Sinop, iniciada em 2018 e com o fechamento das comportas em 2019, observou-se que, no período de 2011 a 2018, a vegetação florestal já estava diminuindo a uma taxa anual de 3,85%. Isso indica que a área já estava passando por um processo de redução da cobertura florestal, mesmo antes da criação do reservatório. No entanto, a pressão sobre o uso e ocupação da vegetação natural pode ser atribuída ao processo de licenciamento de grandes empreendimentos. A conscientização da população

sobre o desenvolvimento iminente acelerou a ocupação das áreas ao redor do futuro reservatório, como evidenciado pelo aumento das áreas de pastagens e cultivos (Figura 3).

Figura 3 - Dinâmica da alteração das áreas de pastagem e lavoura do período de 2011 a 2022, no entorno do reservatório da Usina de Sinop - MT



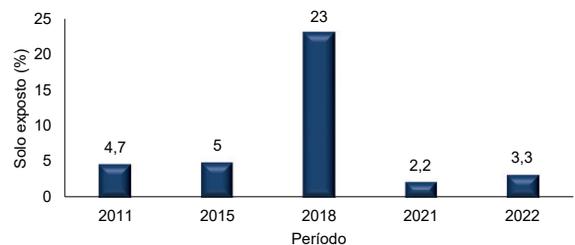
Fonte: dados da pesquisa.

A taxa de aumento de pastagens e lavouras foi de 1,45% ao ano, inferior ao do desmatamento que foi de 3,7% ao ano. Estes valores indicam, que não só a exploração agrícola foi responsável pela redução da vegetação nativa. Outros fatores, podem ter contribuído, como a exploração da madeira, por exemplo.

De acordo com Amaral (2007), os diferentes tipos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica têm um impacto significativo sobre a qualidade da água, devido ao lançamento de diversas substâncias químicas, como efluentes domésticos, industriais e agrícolas. Esses lançamentos expõem os organismos aquáticos a uma ampla gama de compostos mutagênicos e citotóxicos.

Na análise da porcentagem de solo exposto (Figura 4), observa-se que, em 2018, essa proporção atingiu 23% da área, um valor significativamente maior do que a média de 3,8% registrada nos outros anos estudados. Esse aumento pode ser atribuído ao fato de que, nesse ano, as imagens de satélite não conseguiram distinguir claramente entre áreas de solo exposto e aquelas que estavam apenas em processo de preparo para o plantio.

Figura 4 - Dinâmica da alteração das áreas de solo exposto do período de 2011 a 2022, no entorno do reservatório da Usina de Sino - MT



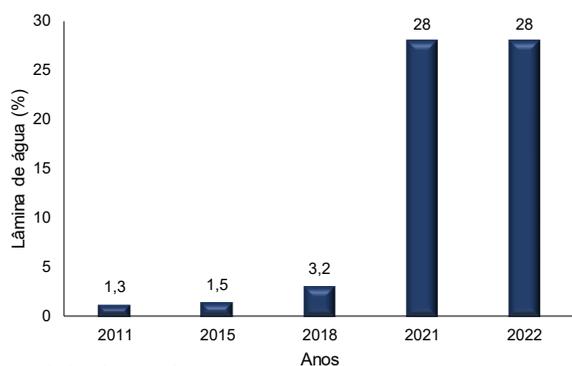
Fonte: dados da pesquisa.

Desconsiderando o ano de 2018 e comparando os valores de solo exposto de 2021 e 2022 com os de 2011 e 2015, observa-se que houve uma redução na área de solo exposto nos anos mais recentes. Essa diminuição pode ser atribuída à adoção do sistema de plantio direto. De acordo

com a Embrapa (2022), o Sistema de Plantio Direto (SPD) é um dos métodos mais conservacionistas para o manejo da terra em práticas agropecuárias. Esse sistema é considerado uma das ferramentas mais eficazes da agricultura moderna para a exploração sustentável, pois se baseia no preparo do solo apenas nas linhas de semeadura ou plantio, mantendo a cobertura vegetal permanente e promovendo a diversificação das espécies através da rotação e/ou consorciação de culturas, com um mínimo intervalo entre a colheita e a semeadura ou plantio.

Quanto à área de lâmina d'água (Figura 5), observou-se um aumento significativo em 2021, o que pode ser atribuído ao fechamento das comportas da Usina em 2019.

Figura 5 - Dinâmica da área de lâmina de água, em hectares do período de 2011 a 2022 no entorno do reservatório da Usina de Sino - MT



Fonte: dados da pesquisa

Antes da formação do lago em 2018, a lâmina d'água na área era de 2.746,62 hectares. Com a criação do lago da usina hidrelétrica, a superfície de lâmina d'água variou de 23.789,11 hectares em 2021 para 23.925,70 hectares em 2022. A formação do lago resultou em um aumento médio de 88,5% na área de lâmina d'água na região.

Comparando os dados de 2018 com os de 2021, observa-se que o reservatório da usina passou a ocupar 24,8% da área estudada. Esse aumento pode ter influenciado outros fatores na região, como as condições climáticas e as propriedades químicas e físicas do solo ao redor. Segundo Ramos et al. (2012), estudos sobre solos ao redor de reservatórios indicam problemas de suscetibilidade à erosão, que podem contribuir para o assoreamento do reservatório a longo prazo.

3.2 Condições climáticas

Para analisar as variáveis climáticas, utilizamos dados da estação meteorológica Agrosilvipastoral da Embrapa Sinop e informações do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos. Os dados disponíveis incluem precipitações acumuladas mensais, temperatura do ar, umidade relativa, radiação global média, radiação fotossintética acumulada e velocidade máxima dos ventos.

A formação do lago do reservatório da usina levanta preocupações sobre as condições climáticas na região, especialmente nas áreas agrícolas. Dados da Estação

Meteorológica da Embrapa, coletados durante os meses de setembro, outubro e novembro, destacam questões relacionadas ao período de plantio da safra de grãos na região (Quadro 2).

Quadro 2 - Precipitação acumulada (mm) registrada pela estação meteorológica automática da Embrapa Agrosilvipastoral, Sinop - MT, nos anos de 2019 a 2021

Médias	1973 a 2009*	2019**	2020**	2021**
Janeiro	323,80	163,45	175,66	202,38
Fevereiro	338,50	281,2	170,18	305,72
Março	288,40	200,65	182,24	378,14
Abril	132,70	146,15	165,42	115,42
Mai	105,60	18,3	26,32	24,70
Junho	12,00	0,00	0,24	4,80
Julho	4,30	0,00	0,00	0,00
Agosto	10,10	0,10	10,10	0,00
Setembro	55,40	28,60	1,64	32,56
Outubro	177,80	145,80	57,24	57,32
Novembro	262,20	165,55	51,68	159,36
Dezembro	338,70	193,55	234,64	296,70

Fonte: *Adaptado de Oliveira (2012) **Embrapa (2023).

Oliveira (2012) analisou dados climatológicos de uma série temporal de 36 anos, de 1973 a 2009, para estudar o desmatamento em Sinop e Vera (Tabela 2). Segundo esses dados, houve uma alteração no regime de precipitações nos anos de 2019 a 2021, especialmente nos meses de setembro, outubro e novembro. Esse fenômeno pode ter contribuído para um aumento no déficit hídrico do solo e, conseqüentemente, afetado a germinação das sementes nos plantios desses meses. No entanto, é importante notar que o período de três anos após o enchimento do reservatório é insuficiente para conclusões definitivas sobre a influência do regime de chuvas na região. Costa et al. (2012) sugerem que a destruição da floresta pode elevar a temperatura ambiente e alterar o ciclo das chuvas, o que pode ter implicações significativas para a produção agrícola, a pecuária e a qualidade de vida local.

Souza (2010) explora a influência de lagos artificiais no clima local e urbano, referindo-se ao estudo de Campos et al. (2018) sobre a usina hidrelétrica de Sobradinho, no semiárido nordestino. Esse estudo revelou que a formação do lago de Sobradinho aumentou a precipitação média em 13% nas cidades próximas e em 16% no trimestre mais chuvoso do ano, comparado ao período pré-enchimento do lago.

Silva et al. (2018) investigaram o impacto das usinas hidrelétricas na bacia hidrográfica do rio Jamari, em Rondônia. O estudo indicou que a construção do reservatório da UHE Samuel resultou em um aumento médio de 70 mm na evaporação e transpiração, o que pode ter alterado o regime pluviométrico local, especialmente na área diretamente afetada pelo lago da barragem.

Naime (2011) discutiu as alterações climáticas associadas às barragens, destacando que grandes reservatórios podem modificar o microclima, afetando umidade relativa, precipitações e padrões de vento. Embora a usina hidrelétrica

de Sobradinho (BA) tenha mostrado um aumento de 13% na precipitação, e a usina de Samuel (RO) tenha registrado um aumento médio de 70 mm, a usina hidrelétrica de Sinop apresentou uma redução nas precipitações.

Esses estudos demonstram que a instalação de usinas hidrelétricas pode ter efeitos variados dependendo da região. Na Amazônia, os impactos podem ser diferentes dos observados no Nordeste ou no Centro-Oeste do Brasil. Por exemplo, enquanto as usinas de Sobradinho e Samuel apresentaram aumento nas precipitações, a usina de Sinop mostrou uma redução.

Para entender melhor a distribuição temporal das chuvas na região estudada, a autora dividiu os dados em dois períodos distintos: a estação seca (abril a setembro) e a estação chuvosa (outubro a março). A média de precipitação para abril foi de 132,7 mm, com um máximo de 280,8 mm em 2006 e um mínimo de 31,4 mm em 2007. Para maio, a média foi de 32,4 mm, com um máximo de 105,6 mm em 1980 e mínimos de 0,00 mm também em 1980 e 1981. Após o enchimento do reservatório, observou-se um aumento na precipitação apenas em março de 2021 e abril de 2020. Em todos os outros meses dos três anos analisados, houve uma diminuição das precipitações em relação à série histórica.

3.3 Impactos sobre a temperatura média do ar

As temperaturas médias do ar na região, quando analisarmos as médias anuais não tiveram mudanças significativas, quando comparamos períodos antes e após o enchimento do reservatório (Quadro 3).

Quadro 3 - Valores médios da temperatura do ar em Sinop, em °C no período entre 2016 e 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Janeiro	25,1	25,0	24,9	25,3	25,4	25,0
Fevereiro	26,4	24,7	24,8	25,3	25,4	25,1
Marco	25,8	25,4	25,4	25,3	25,5	24,8
Abril	26,0	25,4	25,0	25,4	25,5	25,2
Mai	25,9	25,7	25,0	25,4	24,4	24,5
Junho	24,9	24,4	23,7	25,3	24,9	24,6
Julho	25,3	23,9	24,6	24,7	25,2	24,2
Agosto	26,1	27,1	26,2	26,3	26,5	26,9
Setembro	25,4	27,8	26,6	28,1	28,5	27,3
Outubro	26,1	26,2	26,2	26,0	27,5	26,9
Novembro	25,7	25,2	25,1	25,6	26,6	25,1
Dezembro	24,7	24,6	24,6	25,1	25,3	24,9

Fonte: Lulu e Zolin (2021).

Estes dados não corroboram com os de Eleutério et al. (2015), estudando mudanças térmicas da UHE DE Irapé – MG, no vale do Jequitinhonha, encontraram variação média de 5,425 °C. A usina de Sinop ainda vai precisar de mais estudo, para afirmar se ocorreu alterações na temperatura do ar, decorrente da formação do reservatório.

3.5 Impactos sobre a umidade relativa média do ar

Os valores médios da umidade relativa do ar, para o

período analisado (2016 a 2021), não evidenciaram variações significativa (Quadro 4).

Quadro 4 - Valores médios do percentual da umidade relativa média do ar em Sinop (MT), no Período entre 2017 e 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Janeiro	85,8	82,3	82,5	82,1	85,6	84,8
Fevereiro	77,3	84,4	86,1	85,9	85,8	86,2
Marco	84,2	83,8	86,0	86,9	87,2	84,4
Abril	77,5	84,2	85,3	86,7	85,4	78,3
Mai	70,3	77,0	74,2	78,5	78,9	67,6
Junho	61,6	62,5	64,5	62,0	65,8	61,1
Julho	45,2	49,3	49,7	54,7	54,3	49,5
Agosto	52,5	48,4	53,2	48,0	46,9	43,2
Setembro	67,0	45,0	58,0	54,2	45,2	60,4
Outubro	74,8	70,2	77,1	77,0	66,3	68,3
Novembro	81,0	82,2	85,4	82,3	77,1	87,0
Dezembro	84,5	85,3	87,9	86,4	83,9	92,1

Fonte: Lulu e Zolin (2021).

Estes dados não evidenciam com o comentário de Fliegner et al. (2015), que alertam sobre os impactos gerados e consequências ao meio ambiente, a interferência no microclima local provoca alterações na umidade relativa do ar.

3.6 Impactos sobre a Radiação Solar Global Média

A radiação solar global, não apresentou diferenças no período de 2016 a 2021, indicando que a formação do lago do reservatório não interferiu até o momento neste parâmetro climatológico (Quadro 5).

Quadro 5 - Valores médios da radiação solar global média, em joules por m², no período entre 2017 e 2021, para a região de Sinop - MT

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Janeiro	16,0	18,7	19,4	19,6	18,6	20,4
Fevereiro	20,1	16,6	16,3	18,5	17,9	17,3
Março	16,1	19,1	17,5	19,0	17,5	17,5
Abril	20,9	18,1	17,6	18,0	18,0	17,6
Mai	19,2	18,9	19,0	18,3	18,3	19,0
Junho	18,6	19,1	18,6	19,2	15,8	18,9
Julho	20,6	20,9	20,2	19,9	19,7	20,4
Agosto	19,9	20,9	20,1	20,7	21,1	20,8
Setembro	19,0	20,2	20,2	20,9	20,3	19,4
Outubro	19,1	18,4	19,5	20,1	18,9	19,7
Novembro	19,9	17,7	17,1	19,9	20,1	17,7
Dezembro	18,0	16,3	18,7	19,5	19,3	15,6

Fonte: Embrapa (2023).

Estes dados não confirmaram a os de Souza (2010), onde coloca que a forma a superfície do lago se torna mais extensa do que o leito normal do rio. A radiação solar sobre essa superfície do lago é mais intensa, ocorrendo maior evaporação, bem como aumento de ondas causadas pelos ventos, dentre outros fatores.

3.7 Impactos sobre a radiação fotossintética acumulada

A radiação fotossintética acumulada, não apresentaram alterações significativas no período de 2016 a 2021 (Quadro 6), indicando que o lago formado não teve influência neste parâmetro climático, até momento.

Quadro 6 - radiação fotossintética acumulada em Sinop – MT, no período de 2017 a 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Janeiro	16,0	18,7	19,4	19,6	18,6	20,4
Fevereiro	20,1	16,6	16,3	18,5	17,9	17,3
Marco	16,1	19,1	17,5	19,0	17,5	17,5
Abril	20,9	18,1	17,6	18,0	18,0	17,6
Mai	19,2	18,0	19,0	18,3	18,3	19,0
Junho	18,6	19,1	18,6	19,2	15,8	18,9
Julho	20,6	20,9	20,2	19,9	19,7	20,4
Agosto	19,9	20,9	20,1	20,7	21,1	20,8
Setembro	19,0	20,2	20,2	20,9	20,3	19,4
Outubro	19,1	18,4	19,5	20,1	18,9	19,7
Novembro	19,9	17,7	17,1	19,9	20,1	17,7
Dezembro	18,0	16,3	18,7	19,5	19,3	15,6

Fonte: Embrapa (2023).

Cancian (2007) discute a importância da luz nos estudos ecológicos de macrófitas aquáticas, destacando que a disponibilidade de luz e a temperatura são variáveis fundamentais que afetam diretamente o crescimento dessas plantas. De acordo com os dados analisados, a disponibilidade de luz não parece ser uma preocupação significativa para a Usina de Sinop.

Batista (2011) e Pezzato (2007) ressaltam a relevância da luz nos ambientes aquáticos, enfatizando seu impacto na distribuição das espécies e na adaptação morfológica e fisiológica das plantas em resposta a diferentes intensidades luminosas.

Além disso, Naime (2011) observa que, durante precipitações pluviométricas intensas, ocorre um aumento na quantidade de matéria inorgânica em suspensão na água. Isso reduz a transparência da água, limitando a infiltração de luz e, conseqüentemente, afetando a produção primária fitoplancônica e a sobrevivência das macrófitas.

4 Conclusão

A formação do lago do reservatório da Usina de Sinop-MT impactou o uso e a ocupação do solo em um raio de até um quilômetro ao seu redor.

As áreas de floresta foram as mais afetadas pela criação do lago. Em contraste, as áreas destinadas à lavoura e à pastagem apresentaram índices de crescimento semelhantes antes e depois da formação do reservatório.

Durante o período estudado, não foram observadas alterações significativas nos parâmetros climatológicos em decorrência da formação do lago.

Referencias

AMARAL, A.M. et al. Avaliação preliminar da citotoxicidade e genotoxicidade da água da bacia do rio Tapanhon (SP-Brasil) através do teste *Allium* (*Allium cepa*). *Rev. Bras. Toxicol.*, v.20, n.1, p.65-72, 2007.

BATISTA, L.F.A. *Modelagem espaço-temporal da colonização de macrófitas submersas no Reservatório de Taquaruçu*. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2011.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social – SECOM. *Energia renovável chega a quase 50% da matriz elétrica brasileira: Estudo indica que o Brasil lidera geração de energia limpa entre os países dos Brics*. Brasília: SECOM, 2022.

CAMPOS, L.S.; FERREIRA, J.O.; OLIVEIRA, B.L. Os impactos na construção de usinas hidrelétricas: um estudo de caso no Complexo de Urubupungá. In: Encontro Nacional de Geógrafos, 19, 2018, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: CNPq/ UFPB, 2018. p. 1-11.

CANCIAN, L.F. Crescimento das macrófitas aquáticas flutuantes *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta* em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo. Jaboticabal; Universidade Estadual Paulista, 2007.

CARVALHO, E. Relatórios de participação na reunião anual e congresso de Beijing – setembro de 2000. Rio de Janeiro: CBDB, 2000.

CORREIA, M.F.; DIAS, M.A.F.S. Efeito do Lago de Sobradinho no clima local: uma análise numérica e observacional. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: CBMET 2000. p.1739-1748.

CRUZ, A.R. et al. Impacto causado pela implantação de usina hidrelétricas e PCH's na amazônia meridional. *Rev. Eletr. Geoaraguaia*, v.6, n1, p.19-29, 2016.

COSTA, B.B.S. et al. Licenciamento ambiental no Brasil sobre usinas hidrelétricas: um estudo de caso da usina de Belo Monte, no rio Xingu (PA). *Cad. Grad. Ciênc. Exatas Tecnol.*, v.1, n.1, 2012.

ELEUTÉRIO, I.A.R.; ROCHA, A.M.; LEITE, M.E. Mudanças térmicas locais geradas pela implantação da Usina Hidrelétrica de Irapé. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17, 2015, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBSR/ INPE, 2015. p.7020-7027.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Estação meteorológica. Dados meteorológicos mensais - estação Embrapa Agrossilvipastoril: planilha eletrônica*. Sinop, Embrapa, 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema de Plantio Direto*. Brasília, 2022.

FLIEGNER, A.P. et al. Possíveis impactos ambientais advindos da construção do complexo hidrelétrico Garabi-Panambi. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 23, 2015, Ijuí. *Anais...* Ijuí: UNIJUI, 2015.

FOLHES, M.T. Uma aplicação da banda termal do TM/Landsat-5 no gerenciamento dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005. p. 3009-3016.

INATOMI, T.A.H.; UDAETA, M.E.M. Análise Dos Impactos Ambientais na Produção de Energia Dentro do Planejamento Integrado de Recursos. *Seção de estudos estratégicos de energia e de desenvolvimento sustentável do GEPEA/EPUSP*, v.14. n.1, 2005.

LULU, J.; ZOLIN, C.A. Acompanhamento da 1ª safra 2021/2022

- em Mato Grosso. *Bol. Agrometeorol. Embrapa Agrossilvipastoril*, n.16, 2021.
- MACIEL, O.P. *Importância econômica das usinas hidroelétricas no município de Salto do Jacuí-RS*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- NAIME, R. *Análise de Impactos Socioambientais de Barragens*. *Portal EcoDebate*, 2011.
- OLIVEIRA, H.H.C. *Desmatamentos e suas relações com o clima na região Norte mato-grossense: os exemplos de Sinop e Vera - MT*. Cuiabá: UFM, 2012.
- PEREIRA, A. O. *Caracterização do uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Ilha Solteira*. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2006.
- PEZZATO, M.M. *Macrófitas aquáticas submersas: Fotossíntese, crescimento e variáveis abióticas da água*. São Carlos: UFCA, 2007.
- PIMENTEL, C. *A relação da planta com a água*. Seropédica: Edur, 2004.
- RAMOS, Y.S. et al. Degradação física das áreas de entorno do reservatório da usina hidrelétrica Luiz Gonzaga, PE Brasil. *Rev Verde Agroecol. Desenvolv. Sust.*, v.7, n.5, 2012. doi: <https://doi.org/10.18378/rvads.v6i5>
- SILVA, M.J.G. et al. Efeito da mudança na ocupação do solo sobre o clima de Porto Velho, Rondônia, Brasil. *RA'E GA*, v.43, n.1, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v43i0.48753>
- SOBRAL, M.C. et al. Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos no submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco - Brasil. *REDE*, v.12, n.3, 2018. doi: <https://doi.org/DOI:1022411/rede2018.1203.10>
- SOUZA, M.B. *Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP)*. São Paulo; USP, 2010.
- ZIEMBOWICZ, M.M. et al. Geotecnologias aplicadas na análise dos impactos no uso e cobertura da terra causados pela construção de uma usina hidrelétrica. *Ciênc. Natura*, v.40, n.17, 2018. doi: <https://doi.org/DOI:10.5902/2179460X29847>