

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MALÁRIA E DO IMPACTO AMBIENTAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA UHE DE BELO MONTE - PARÁ.

Alcione Ferreira Pinheiro¹, Ricardo José de Paula Souza e Guimarães², Rita de Cássia de Moraes Franco¹, Sergio Luís Barbosa da Silva³, Ronise Rafaelle Mendonça¹, Arlesson Antônio de Almeida Souza¹, Jeremias Vitorio Pinto Feitosa¹, Nelton Cavalcante da Luz¹, Walber Roberto Guimarães Torres¹, Lucas Silva Rocha¹, Alessandra Rodrigues Gomes¹.

¹INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas 1754, São José dos Campos, 12227-010 Brasil, {alcione.pinheiro01;ritacssiamf;jeremiasvitorio;neltonluz}@gmail.com; {ronisearraes;arlessonsouza;walber.torres}@hotmail.com; lucasrocha_94@outlook.com; alessandra.gomes@inpe.br; ²IEC - Instituto Evandro Chagas, BR-316, Km 7, s/n - Levilândia - 67030-000 - Ananindeua - PA, Brasil, ricardojpsg@gmail.com; ³UFPA -Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa,01-Guamá, Belém-PA, 66075-110, Brasil, sergio.2011geo@gmail.com

RESUMO

Na região amazônica, grandes projetos hidrelétricos se estabelecem ocasionando impactos ambientais e doenças transmitidas por vetores. O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial da malária e o desmatamento na UHE Belo Monte, no período de 2010-2019. Foram utilizadas as bases cartográficas do IBGE, dados de malária do SIVEP-Malária, imagem de satélite e dados de desmatamento do INPE. Os municípios mais afetados foram Altamira e Vitória do Xingu, com 6.335 e 584 casos de malária respectivamente. Vitória do Xingu não registrou casos de malária nos anos de 2016, 2017 e 2019. A área desmatada foi de 11.740,7 km². Altamira e Vitoria do Xingu, tiveram um pico de incremento de desmatamento de 575,4 km² e 51,8 km², respectivamente. A ocorrência do desmatamento e o aumento de casos de malária na conclusão da usina sugere o acompanhamento pela Vigilância Epidemiológica.

Palavras-chave— Malária, UHE Belo Monte, Epidemiologia, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento.

ABSTRACT

In the Amazon region, large hydroelectric projects are established, causing environmental impacts and vector diseases. The objective of this study was to analyze the spatial distribution of malaria and its deforestation at UHE Belo Monte, in the period between 2010-2019. Cartographic databases from IBGE, malaria data from SIVEP-Malaria, satellite image and deforestation data from INPE were used. The most affected counties were Altamira and Vitória do Xingu, with 6,335 and 584 malaria cases respectively. Vitória do Xingu did not register any cases of malaria in 2016, 2017 and 2019. The deforested area was 11,740.7 km². Altamira and Vitoria do Xingu, had a peak increase in deforestation of 575.4 km² and 51.8 km², respectively. The

occurrence of deforestation and its increase in malaria cases at the conclusion of the plant suggests monitoring by the Epidemiological Surveillance.

Key words — Malaria, Belo Monte, Epidemiology, Remote Sensing, Geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

A malária é uma doença de expressividade e com risco de vida com quadro febril agudo causada por parasitas do gênero *Plasmodium*, sendo transmitida pela picada do mosquito *Anopheles* fêmea infectada. Em 2020, em todo o mundo cerca de 241 milhões de casos da doença foram confirmados e a estimativa de óbitos por malária foi de 627.000 infectados [1].

No Brasil a ocorrência do agravo é predominante na região Amazônica. Em 2019, 31 municípios pertencentes à região foram classificados como de alto risco, entre eles o estado do Pará. O Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária (PNCM) considera tais áreas como prioritárias e estratégias são realizadas de acordo com a dinâmica de transmissão e com as características locais onde ocorre a doença [2].

A implementação de grandes empreendimentos hidrelétricos abrange várias etapas entre elas a construção e formações de lagos, ocasionando impactos positivos ou negativos em decorrência da migração desordenada e do desmatamento. Essas alterações ambientais poderão influenciar no processo saúde-doença da população [3]. A utilização de geotecnologias e sensoriamento remoto viabiliza a realização de análises espaciais para a identificação ou predição de áreas de risco, através da integração de dados ambientais, sociais e epidemiológicos [4].

Desta forma, o objetivo do trabalho foi analisar a distribuição espacial da malária e o desmatamento na Área de Influência Direta (AID) da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, no período de 2010-2019, contribuindo para

extração de informações e para as tomadas de decisões dos órgãos competentes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Área de Influência Direta - AID (Figura 1) são as áreas que foram ocupadas e sofreram interferências diretamente com a construção e implementação da Usina de Belo Monte. Os municípios localizados no Sudoeste Paraense que compõe a AID são Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio, onde foi construída a barragem, os vertedouros, as casas de força e o futuro reservatório, além dos canteiros, estradas, alojamentos entre outras obras que afetaram os municípios [5]. Foram selecionados Altamira e Vitória do Xingu devido serem os municípios que mais foram afetados com a implantação da usina. A vegetação existente na AID é floresta de terra firme, florestas de várzea (florestas aluviais) e vegetação encontrada em ambientes de pedrais [6].

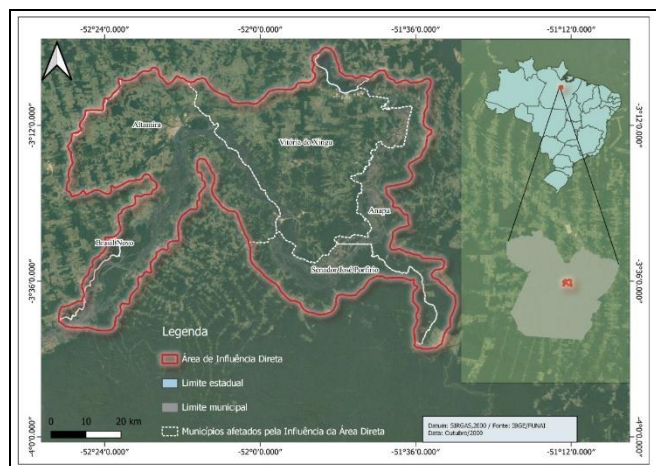


Figura 1. Mapa de localização da AID da UHE de Belo Monte.

2.2. Materiais

Foram adquiridos os dados de malária do Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica (SIVEP-MALÁRIA), da Secretária de Saúde do Estado do Pará referentes ao local provável de infecção dos casos de malária. O período de estudo foi entre os anos de 2010-2019. Foram obtidas as bases cartográficas de limites municipais e estaduais, sede, localidades e estradas do município do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e imagens do LandSat-8/OLI nas órbitas pontos 225/062, 225/063, 226/062 e 226/063 fornecidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Foram obtidos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) as imagens de satélite CBERS/CCD e os dados de Desmatamento do Projeto PRODES, referente aos anos de 2010-2019.

2.3. Métodos

Os dados epidemiológicos da malária obtidos do SIVEP-MALÁRIA foram depurados para filtrar o conjunto de variáveis utilizadas na execução das análises e foi criado um Banco de Dados Geográfico (BDGEO) no *Software* Excel 2019. A identificação dos pacientes foram geocodificados para garantir a privacidade dos indivíduos.

Foi realizado o georreferenciamento dos casos e o BDGEO foi importado para o software ArcGis 10 junto com as imagens de satélites para o processamento dos dados e para a análise da distribuição espacial dos casos da doença.

Foi realizada a construção da tabela dinâmica no *Software* Excel 2019 para a caracterização e análise ambiental do desmatamento e seu incremento, no período de 2010-2019. Utilizou-se o software ArcGis 10 para construir as expressões visuais utilizando as informações de desmatamento. Estas foram apresentadas sobre a forma de arquivos vetoriais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Altamira registrou-se 6.335 casos de infecção no período de construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. No ano de 2010, antes do início das obras, foram confirmados 1.849 casos do agravo por local provável de infecção. Observa-se que no primeiro período de 2010-2015, referente ao início da construção da Usina, Altamira apresentou 5.557 casos de malária. Em 2011 com a implantação do Programa de Ação e Controle da Malária (PACM), a redução foi de 83% (2012 para 2013), de 58% (2013 para 2014) e apresentando 41 casos de malária no ano de 2015 uma redução de 68%. Com o andamento da construção e com a implementação da Casa de Força Principal em 2016, os casos da doença sofreram uma variação com um aumento de 85% (2016 para 2017), de 337% (2017 para 2018) e no ano de conclusão em 2019 da UHE ocorreu um aumento de 245% em relação ao ano anterior, sendo os últimos anos que antecederam a conclusão da Usina de Belo Monte.

Vitória do Xingu registrou a ocorrência de 584 casos de malária no período de estudo. Em 2010, ano anterior a implementação do PACM, foi registrado 202 casos da doença. Já em 2011 com a execução do PACM registrou-se uma redução de 69,93% (2012 para 2013), de 66,66% (2013 para 2014) e no ano de 2015 foi registrado apenas 01 caso do agravo. No período de 2016-2019, anos de término do empreendimento registrou-se apenas 01 caso em 2018. As ações executadas entre SESP e Norte Energia na AID contemplou um Plano de Estrutura dos Serviços de Saúde, Monitoramento e Fortalecimento da Vigilância em Saúde e o PACM, ressalta-se que o período de 2011-2015 o objetivo do Programa mostrou-se eficiente para o município de Vitória do Xingu. No entanto, para Altamira não foi satisfatório, pois ocorreu um aumento de casos após o período de ação do PACM. Devido à explosão populacional,

é necessário o contínuo monitoramento epidemiológico na região [7].

A Figura 2 mostra a distribuição espacial dos casos de malária na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte nos municípios de Altamira e Vitória do Xingu, no período de 2010-2019.

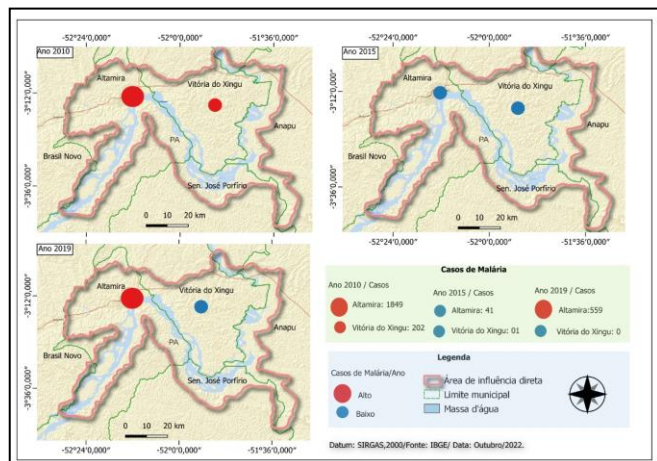


Figura 2. Mapa dos casos de malária na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte, no período de 2010-2019, nos municípios de Altamira e Vitória do Xingu.

No período de 2010 a 2019 observou-se que a retirada da vegetação na área de estudo aumentou, consolidando um desmatamento total de 11.740,7 km² durante a construção e implementação da UHE de Belo Monte. Em 2010, antes do início das obras Altamira apresentou um desmatamento de 6.726 km², correspondendo 4,22% da área territorial do município e o incremento de 196,1 km² em relação ao ano anterior. Vitória do Xingu consolidou um desmatamento de 1.843 km² comprometendo 58,77% de sua área e o incremento de 9,8 km². Devido as grandes alterações ambientais na AID com o início das obras em 2011, e posteriormente, a implementação da casa de força principal, do reservatório, da casa de força complementar, do canteiro de obras, dos vertedouros, das barragens e canais de derivação para a conclusão da obra. O desmatamento intenso na região foi confirmado no ano de 2019 com a conclusão da Hidrelétrica de Belo Monte, sendo registrado em Altamira 9.737,3 km² com incremento de 575,4 km² e em Vitória do Xingu foi detectado um desmatamento de 2.003,4 km², apresentando um acréscimo de 7.3 km². Na AID formada pelos locais das obras principais (por exemplo, infraestrutura de apoio, locais de inundação,

barragem principal, canais de derivação, reservatórios e trecho do Xingu), áreas que segundo o levantamento realizado pela Norte Energia o impacto ocasionou interferências diretas com a construção da Usina. O desmatamento nessa parte de Altamira e Vitória do Xingu tiveram registros expressivos com 88.75 km² e 149.73 km² de desmatamento respectivamente. Conforme pode ser observado nas Figuras 3, 4 e 5.

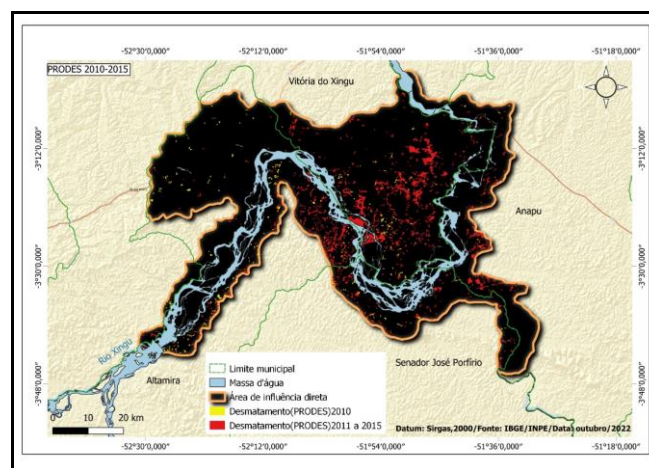


Figura 3. Mapa do desmatamento antes da implementação da Casa de Força Principal na AID da UHE Belo Monte, acumulado de 2011-2015.

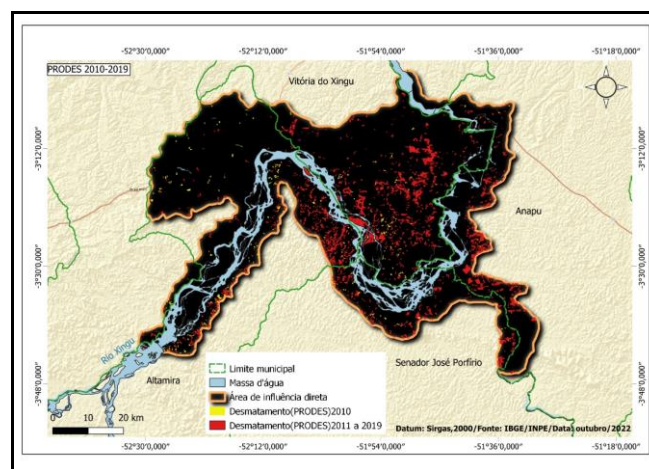


Figura 4. Mapa do desmatamento na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte, acumulado de 2011-2019. Obra concluída.

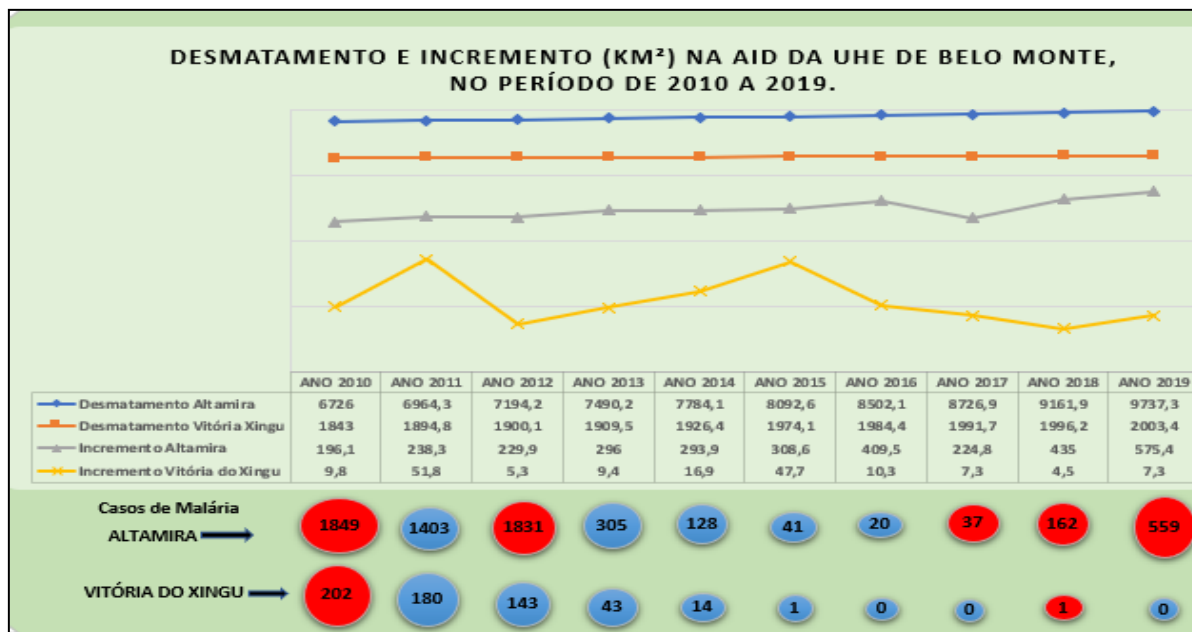


Figura 5. Gráfico do desmatamento, incremento e malária na AID da UHE Belo Monte, no período de 2010-2019.

Ao analisar a Figura 5, verificou-se que o desmatamento ocorreu de forma constante em todo o período de construção da usina, registrando alguns picos em anos alternados. Observa-se que em Altamira a partir de 2015 apresentou um crescimento no incremento, obtendo no ano de 2019 um acréscimo de 575,4 km². Ressalta-se que em Vitória do Xingu, os dados mostram picos de incremento no ano de 2011 e 2015, com 51,8 km² e 47,7 km², respectivamente. Com base nos dados de malária, Altamira apresentou uma crescente da doença nos últimos anos de estudo, obtendo 559 casos no ano de 2019. Em Vitória do Xingu não apresentou casos em 3 anos do período da pesquisa.

4. CONCLUSÕES

As informações geradas pelo Projeto PRODES na região de estudo, mostrou grande transformações ambientais na área de estudo e sugere forte relação entre o desmatamento e a ocorrência de casos de malária, sugerindo monitoramento e aplicação da metodologia em outros estados da Amazônia Legal brasileira para a compreensão do processo Saúde, Ambiente e Sociedade.

Uma vez que a construção de grandes empreendimentos como as Hidrelétricas vêm cercada de enormes impactos ambientais, que pode alterar o processo saúde-doença, o uso de geotecnologias poderá identificar onde há maior risco de ocorrer o agravo. Assim como, identificar as mudanças ambientais que podem estar influenciando a saúde da população, principalmente nos agravos relacionados a transmissão pelo mosquito *Anopheles*.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio do CNPq, através do Projeto Monitoramento dos biomas brasileiros por satélite - construção de novas capacidades, processo nº 444418/2018-0, apoiado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Processos individuais: 381869/2022-9; 351217/2022-3; 381354/2022-9; 381870/2022-7; 381866/2022-0; 381871/2022-3; 381862/2022-4.

5. REFERÊNCIAS

- [1] World Health Organization. World malaria report 2021. <Disponível em: who.int/publications/i/item/9789240040496>. Acesso em: 13 de outubro de 2022.
- [2] Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico. Secretaria de Vigilância em Saúde. Volume 51. nº17. Abr 2020.
- [3] Busato et al. Impacts on human health in the region of the implementation of hydropower enterprises: an integrative literature review. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde Hygeia v.16 p. 373 - 385, 2020.
- [4] Bonifácio, S.R.; Lopes, E.L. Mapping of health problems: an application of the georeferencing technique using the Google Earth software. International Journal of Health Management, v.2, n.1, p.1-16, 2019.
- [5] Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte Relatório de Impacto Ambiental – Rima, maio. 2009.
- [6] Salomão et al. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Orienta. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 2, n. 3, p. 57-153, set-dez. 2007.
- [7] Ministério Público – Saúde, Equipamentos de Saúde e Saúde Indígena 2015. < Disponível em: www2.mppa.mp.br> Acesso em 02 de outubro de 2022.