



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
CURSO DE BACHARELADO EM MEDICINA**

Gustavo Sales de Oliveira Lopes

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA MALÁRIA NOS MUNICÍPIOS DA
ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO
MONTE NA REGIÃO DO XINGU- PARÁ NO PERÍODO DE 2006 A 2022**

**ALTAMIRA
2023**

Gustavo Sales de Oliveira Lopes

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA MALÁRIA NOS MUNICÍPIOS DA
ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO
MONTE NA REGIÃO DO XINGU – PARÁ NO PERÍODO DE 2006 A 2022**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina da UFPA, Campus Universitário de Altamira, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Medicina.

Orientador: Prof. Me. Osvaldo Correia Damasceno.

**ALTAMIRA
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
FACULDADE DE MEDICINA**

Gustavo Sales de Oliveira Lopes

**Perfil epidemiológico da malária nos municípios da área de
influência da usina hidrelétrica de Belo Monte na região do Xingu-
Pará no período de 2006 a 2022**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do grau de
Bacharelado em Medicina pela
Universidade Federal do Pará

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Conceito: _____

Banca Examinadora

Prof. Msc. Osvaldo Correia Damasceno /UFPA

Prof. Dr. Lagerson Mauad Freitas / UFPA

Prof. Kaio Vinícios Paiva Albarado / UFPA

ALTAMIRA
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

S163p Sales de Oliveira Lopes, Gustavo.
PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA MALÁRIA NOS MUNICÍPIOS
DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA USINA HIDRELÉTRICA
DE BELO MONTE NA REGIÃO DO XINGU – PARÁ NO
PERÍODO DE 2006 A 2022 / Gustavo
Sales de Oliveira Lopes. — 2023.
44 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Me. Osvaldo Correia Damasceno
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de
Altamira, Faculdade de Medicina, Altamira, 2023.

1. Malária. 2. Epidemiologia. 3. Hidrelétrica de Belo
Monte. I. Título.

CDD 614.532

Dedico este trabalho de conclusão de curso em primeiro lugar ao meu Senhor Deus, a minha amada Debora, meu pai Clidenor, minha mãe Dulcilene e meu irmão Matheus por todo incentivo que me deram ao longo de toda minha formação pessoal e acadêmica.

GUSTAVO SALES DE
OLIVERIA LOPES.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu Senhor Deus pelo dom da vida e por ter me colocado neste curso de medicina em Altamira.

Agradeço a minha amada Debora, meu pai Clidenor, minha mãe Dulcilene e meu irmão Matheus por todo o suporte. Sendo base fundamental de apoio sentimental, moral e financeiro.

Agradeço ao meu orientador Me Osvaldo Correa Damasceno por ter aceitado meu convite para me orientar, ao professor Dr. Lagerson Mauad Freitas e ao professor Kaio Vinícios Paiva Albarado por aceitarem o convite para comporem a banca de minha avaliação e ao professor Dr. Denis Ferreira por suas contribuições e orientação e a elaboração de mapas para este trabalho juntamente com o laboratório LEPIGEO, todos de forma brilhante trouxeram grandes ensinamentos, elogios e criticas construtivas.

Por último agradeço a todos os professores que tive durante a minha jornada neste curso e a universidade UFPA, por cada contribuição na construção da minha formação como futuro profissional médico.

RESUMO

Introdução: A malária é uma doença infecciosa causada pelo protozoário *plasmodium sp.* e transmitida através do vetor *anopheles*, acometendo cerca de 247 milhões de pessoas ao redor do mundo. Essa doença tem altas taxas de incidência em regiões tropicais, como é o caso dos municípios da região do Xingu, existem alguns fatores que podem influenciar no aumento dessas taxas, como por exemplo a construção de uma usina hidrelétrica. A análise epidemiológica dessa doença em um determinado local ajuda o poder governamental a prover serviços de promoção de saúde, cuidados com a população e a desenvolver planos de ação/melhoria no controle da doença. **Objetivo:** Analisar o perfil epidemiológico da malária nos municípios da área de influência da usina hidrelétrica de Belo Monte na região do Xingu-Pará no período de 2006 a 2022. **Método:** Trata-se de um estudo ecológico, descritivo, de abordagem quantitativa. Os dados foram obtidos do Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica (SIVEP–MALÁRIA), sob gestão da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde tendo como variáveis a incidência da malária, percentual de casos por espécie, aglomerado, número de internações e óbitos por malária nos municípios da área de influência direta da UHE de Belo Monte. **Resultado:** Foi observada quedas expressivas no número de casos de malária, redução na porcentagem de malária falciparum, redução nas internações por malária e não foi observado óbitos. Ocorreu aumento nos casos no aglomerado indígena. **Discussão:** A queda no número de casos se deu por conta da implementação sistemática do programa de ação para controle da malária (PACM) na região da AID. Os povos indígenas são uma população vulnerável e malária que ainda observa aumento no número de casos e requer uma maior atenção nas medidas de controle da doença. **Conclusão:** A implementação adequada e sistemática de um plano de controle da malária por parte da gestão em saúde traz como resultados quedas significativas da malária, porém essas medidas precisam ser mais efetivas quando aplicadas na população indígena.

Palavras-chave: Malária, Epidemiologia, Hidrelétrica de Belo Monte.

ABSTRACT

Introduction: Malaria is an infectious disease caused by the protozoan *Plasmodium* sp. and transmitted through the anopheles vector, affecting about 247 million people around the world. This disease has high incidence rates in tropical regions, such as the municipalities in the Xingu region, and there are some factors that can influence the increase in these rates, such as the construction of a hydroelectric plant. Therefore, the epidemiological analysis of this disease in a given location helps the government to provide health promotion services, care for the population and to develop plans of action/improvement in controlling the disease. **Objective:** To analyze the epidemiological profile of malaria in the municipalities in the area of influence of the Belo Monte hydroelectric power plant in the Xingu-Pará region from 2006 to 2022. **Method:** Data were obtained directly from the Epidemiological Surveillance Information System (SIVEP– MALARIA), which is part of the automated information system of the Health Surveillance Secretariat (SVS) of the Ministry of Health, having as variables the incidence of malaria, percentage of cases by species, cluster, number of hospitalizations and deaths from malaria in the municipalities of the area of direct influence of the Belo Monte HPP. **Result:** Significant drops were observed in the number of malaria cases, a reduction in the percentage of falciparum malaria, a reduction in hospitalizations for malaria and no deaths were observed. There was an increase in cases in the indigenous cluster. **Discussion:** The drop in the number of cases was due to the systematic implementation of the malaria control action program (PACM) in the IDA region. Indigenous peoples are a vulnerable population with malaria that is still seeing an increase in the number of cases and requires greater attention in disease control measures. **Conclusion:** The adequate and systematic implementation of a malaria control plan by health management results in significant drops in malaria, but these measures need to be more effective when applied to the indigenous population.

Keywords: Malaria, Epidemiology, Belo Monte Dam.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2. OBJETIVOS	12
2.1 GERAL	12
2.2 ESPECÍFICOS	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 HISTÓRICO DA MALÁRIA.....	13
3.2 MALÁRIA.....	14
3.2.1 Agente causador.....	14
3.2.2. Mosquitos transmissores da malária.....	14
3.2.3 Ciclo biológico.....	15
3.3 DIAGNÓSTICO DA MALÁRIA.....	18
3.4 TRATAMENTO.....	19
3.5 VIGILÂNCIA, CONTROLE E PREVENÇÃO DA MALÁRIA.....	20
3.6 UHE DE BELO MONTE.....	21
4. METODOLOGIA.....	23
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	23
4.2 PERÍODO DE ESTUDO	23
4.3 TIPO DE PESQUISA E ABORDAGEM	24
4.4 COLETA DE DADOS	24
4.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	24
4.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS.....	25
5. RESULTADOS.....	26
5.1 NÚMERO DE CASOS DE MALÁRIA NA AID ENTRE 2006-2022.....	26

5.2 MALÁRIA FALCIPARUM NA AID.....	28
5.3 A MALÁRIA NOS AGLOMERADOS DOS MUNICÍPIOS DA AID.....	29
5.4 INTERNAÇÕES E ÓBITOS POR MALÁRIA NA AID.....	32
5.5. GEOEPIDEMIOLOGIA DA MALÁRIA NA AID BELO MONTE.....	33
6. DISCUSSÃO	35
7. CONCLUSÃO.....	40
8. REFERÊNCIAS.....	41
ANEXO A	45

1. INTRODUÇÃO

Na Região Amazônica tem sido instalado grandes empreendimentos, sendo construído em Altamira a maior usina hidrelétrica totalmente nacional. Esses empreendimentos levam a uma intensa migração de pessoas para as áreas de instalação, trazendo impactos negativos como aumento de acidentes, doenças psicossociais, violência, infecção sexualmente transmissível e doenças transmitidas por vetores, inclusive a malária. (COUTO, 2018).

Foi construída no Rio Xingu, no Pará, a Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte, localizada no município de Vitória do Xingu, levando a intensas transformações no território.

Entre os municípios diretamente impactados, Altamira é o mais populoso da Região Xingu, tendo uma população estimada em 117.320 habitantes e uma área de 159.533,306 km², seguido do município de Anapu com, 29.312 habitantes e 11.895,270 km² de território e Vitória do Xingu com 15.421 habitantes e 3.089,537 km² de território, Brasil Novo com 14.883 habitantes e 6.362,575 km² de território e Senador José Porfírio com 11.305 habitantes e 14.419,916 km² de território. Somado, toda a região na área de influência da UHE possui uma população de 188.241 habitantes vivendo em uma área de 195.464,604 km² (IBGE, 2021).

O aumento do fluxo migratório, o deslocamento compulsório de famílias em áreas urbana e rural, o desmatamento e perda de biodiversidade tem impacto negativo na saúde podendo ocorrer aumento de insetos vetores e doenças como a malária (LIMA, 2021).

Para controlar a malária na AID de Belo Monte, foi elaborado e implementado dentro do Plano Básico Ambiental (PBA) um Plano de Ação para o Controle da Malária, com objetivo de mitigar os efeitos da hidrelétrica na doença.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Considerando as alterações ambientais e sociais ocorridas na dinâmica de implantação de grandes empreendimentos na Amazônia, é necessário entender

como a presença da UHE de Belo Monte afetou o perfil epidemiológico da malária nos municípios da AID de Belo Monte no período de 2006 a 2022?

1.2 JUSTIFICATIVA

A malária é uma doença de alta prevalência nos municípios da região amazônica e é importante conhecer como ela surge, se manifesta e como tratá-la pois se não tratada pode levar ao óbito.

O número de casos de malária em uma determinada região é variável ano a ano, mas pode sofrer variações drásticas a depender do surgimento de determinados fatores, a instalação de uma usina hidrelétrica afeta o curso de um rio fazendo com que surja uma represa que é um ambiente muito propício para a reprodução e multiplicação de vetores como o anófeles, causador da malária.

Portanto, é importante analisar como a construção da UHE de Belo Monte afetou a epidemiologia da malária nos municípios que sofreram influência direta da usina, pois esse estudo traz uma análise de como prevenir e combater um aumento no número de casos da malária.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a situação da malária nos municípios da área de influência direta (AID) da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHE), no período de 2006 a 2022.

2.2 ESPECÍFICOS

- Apresentar a incidência de malária na AID da UHE de Belo Monte;
- Demonstrar o percentual de casos de malária por espécie parasitária, número de internações e óbitos;
- Descrever aspectos epidemiológicos da malária nas áreas urbana, indígena, garimpo e assentamentos;
- Apresentar através de espacialização temporal, utilizando mapas, os indicadores da malária nos municípios da AID Belo Monte.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRICO DA MALÁRIA.

A Malária é uma doença antiga e que assola a humanidade a milhares de anos. Seus primeiros registros foram encontrados em escritos chineses que datam de cerca de 2700 a.C. descritos pelo imperador chinês Nei Ching que relatava mortes por febres prolongadas. Em meados do século V o pai da medicina Hipócrates foi o primeiro homem a caracterizar a clínica do paciente com malária, apresentando um quadro intermitente de febre diferentemente da febre contínua de outras doenças infecciosas. (FRANÇA: SANTOS; FIGUEROA-VILLAR, 2008).

Com o avançar da ciência e da medicina durante os séculos XIX e XX em 1880 Charles Louis Alphonse Laveran descobriu, pela primeira vez, o protozoário *Oscillaria malariae* recebendo o prêmio Nobel de medicina em 1907, pois até aquele momento os cientistas acreditavam que a malária era causada por uma bactéria. Posteriormente em 1890 os cientistas Giovanni Grassi e Raimundo Filetti descobriram e identificaram duas espécies de parasitas causadores de malária: *Plasmodium vivax* e *Plasmodium malariae*. Alguns anos depois em 1897 foi descoberto o *Plasmodium falciparum* por William Welch. Por fim em 1922, John William Watson, descreveu a quarta espécie de plasmódio mais comum, o *Plasmodium ovale* (COX, 2010).

Na América a malária foi trazida nos porões dos barcos de tráfegos negreiros em meados de 1560, estando o plasmódio dentro dos anofelinos e também na forma de hipnozoítos no fígado humano (MOLINA-CRUZ; BARILLAS-MURY, 2014). As medidas de combate à malária no Brasil só surgiram no início do século XX, o uso de mosquiteiros e administração de quinino foram algumas delas, implementadas pelos médicos Carlos Chagas, Oswaldo Cruz e Arthur Neiva. Em 1942 o então presidente da república Getúlio Vargas criou o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), na década de 70 foi criado a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM), órgãos responsáveis pelo combate à malária, função está hoje coordenada pelo Ministério da Saúde e executada pelos municípios (ROCHA et al. 2006) (SOUZA et al. 2021).

3.2 MALÁRIA

3.2.1 Agente causador

A malária é uma doença infecciosa causada pelo protozoário do gênero *Plasmodium* tendo algumas espécies causadoras: *P. vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* e *P. knowlesi*. A transmissão da doença ocorre através da picada de mosquito fêmea do gênero *Anopheles* que abriga o protozoário, mas pode ocasionalmente ocorrer também por transmissão vertical de uma gestante infectada para seu feto, contaminação por seringa infectada e através da transfusão sanguínea (BRASIL, 2021; SOUZA et al., 2013)

No Brasil três espécies são as responsáveis por causar infecção nos humanos: *P. vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae*, sendo mais prevalente o *P. vivax* responsável por cerca de 90% dos casos, enquanto o *P. falciparum* é menos comum, porém é o que causa quadro clínico mais grave. O *P. ovale* ocorre somente no continente africano enquanto o *P. knowlesi* é exclusivo do sudoeste asiático (BRASIL, 2022).

3.2.2. Mosquitos transmissores da malária

O mosquito que transmite a malária é inseto pertencente ao filo *Arthropoda*, da ordem *Diptera*, da família *Culicidae* e do gênero *Anopheles* podendo ser chamado de anofelino. Somente os mosquitos fêmeos tem a capacidade de transmitirem a doença por serem hematófagos enquanto os machos se alimentam de fluidos de flores e plantas (MIOTO; GALHARDI; AMARANTE, 2012).

O anofelino possui como habitat um ambiente quente, úmido, onde tenha água limpa, de baixa correnteza e com sombra. O mosquito fêmeo irá colocar seus ovos na água que depois se tornam lavas, posteriormente pupa e por fim se tornam mosquitos adultos. Portanto o *Anopheles* possui dois ciclos de vida: um aquático e o outro aéreo. Esses mosquitos são popularmente conhecidos como carapanã, muriçoca, mosquito-prego, suvela e pernilongo a depender de como são chamados em cada região do país e além disso possuem hábitos noturnos, em que é o momento que picam o ser humano (BRASIL, 2006).

No mundo são reconhecidas cerca de 430 espécies de anofelinos, mas somente 40 possuem a capacidade de serem vetores, isto é, serem hospedeiras de alguma espécie patogênica da malária e fazer parte do ciclo de transmissão da doença (SUCEN, 2023).

Os vetores primários ou principais no Brasil são cinco: *Anopheles darlingi*, *Anopheles albitarsis*, *Anopheles aquasalis*, *Anopheles bellator* e *Anopheles cruzii*. O principal desses é o *Anopheles darlingi* sendo mais prevalente em áreas de baixa altitude como próximo a rios e no interior de florestas. O *Anopheles albitarsis* é mais raro nas florestas enquanto os *Anopheles aquasalis*, *bellator* e *cruzii* são mais encontrados no litoral sendo o primeiro destes mais prevalente na região nordeste do país enquanto os dois últimos mais frequentes no litoral do sul e sudeste (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

3.2.3 Ciclo biológico.

O plasmodium é um parasita intracelular obrigatório tendo dois hospedeiros principais, o mosquito anofelino e o ser humano. Ele possui duas formas de reprodução uma sexuada que ocorre dentro do mosquito denominada de esporogonia e outra assexuada que ocorre dentro do ser humano chamada de esquizogonia. Esta última ocorre em dois locais diferentes no fígado (esquizogonia tecidual) e nos eritrócitos (esquizogonia eritrocitária) (NEVES, 2016).

Este processo de reprodução sexuada no mosquito tem uma duração média de 10 a 20 dias e que varia conforme a espécie de plasmódio, permitindo que o anofelino transmita a doença durante 1 a 2 meses (NOGUEIRA; ROSÁRIO, 2010) Além disso, alguns fatores são necessários para que a esporogonia ocorra com sucesso, são eles: uma temperatura inferior a 30°C e um aumento do pH por conta de baixa pressão de dióxido de carbono dentro do sistema digestório do mosquito (SIDEN, 1998).

O mosquito *Anopheles* ao picar um ser humano contaminado com a malária, suga o seu sangue e com isso leva para dentro de seu organismo os gametócitos masculino e feminino que irão se reproduzir dentro do sistema digestivo do artrópode. Como resultado dessa reprodução sexuada surge o zigoto que se desenvolve em oocineto, posteriormente se tornando um oocisto

local eles passam pelo espaço de Disse e vencem as células de Kupffer (macrófagos do fígado) e com a ajuda de duas proteínas superficiais: a *thrombospondin-related adhesive protein* (TRAP) e a *circumsporozoite protein* (CSP) os esporozoítas irão penetrar nos hepatócitos e se desenvolverão neles (SALOMÃO, 2017; NEVES, 2016).

Dentro dos hepatócitos os esporozoítas irão se diferenciar em trofozoítos que passarão pelo processo de reprodução assexuada (esquizogonia) dando origem ao esquizonte que é uma estrutura semelhante a um saco cheio de núcleos que posteriormente irá dar origem aos merozoítos completando assim o ciclo pré-eritrocítico, exo-eritrocítico ou esquizogonia tecidual que dura em média 7 dias para as espécies do *P. falciparum* e *P. vivax* e 14 dias para o *P. malariae* (NEVES, 2016).

Ao final do ciclo pré-eritrocítico os merozoítos liberados a partir do esquizonte serão transportados do parênquima hepático até os vasos sanguíneos sinusoidais dentro de uma vesícula chamada merossomo que se romperá ao chegar nesses vasos permitindo assim que os merozoítos se espalhem por toda a circulação sanguínea e deem continuidade a esquizogonia que agora será chamada de esquizogonia eritrocitária. (NEVES, 2016).

A esquizogonia eritrocitária tem início quando uma vez os merozoítos estando presentes na corrente sanguínea eles irão se ligar em proteínas presentes na superfície das hemácias que permitem que eles as invadam e se multipliquem dentro delas. É a partir dessa fase da esquizogonia que a pessoa infectada começa a manifestar os sintomas clínicos da malária por causa da parasitemia e da resposta imunológica do hospedeiro contra o parasita (MILNER, 2018; COWMAN, 2017).

Uma vez o merozoíto estando dentro da hemácia ele irá se diferenciar em trofozoíto jovem que ao se desenvolver se torna maduro. Posteriormente o trofozoíto sofre um processo de várias divisões de núcleo dando origem ao esquizonte hemático que se desenvolve e forma diversos merozoítos que serão liberados na corrente sanguínea com o rompimento da hemácia. Esses merozoítos irão infectar outras hemácias dando continuidade ao ciclo que irá se repetir (BRASIL, 2017).

Durante a esquizogonia tecidual os esquizontes se rompem e liberam os merozoítos na corrente sanguínea, porém nas espécies *P. vivax* e *P. ovale*

alguns desses esquizontes ficam latentes dentro do parênquima hepático sendo denominados de hipnozoítas. Um paciente com malária após ser tratado pode ter recidiva da doença dentro de um período de 3 a 9 semanas ou até alguns anos, caso em seu organismo tenha os hipnozoítas, pois eles estavam latentes e podem se reativar (SALOMÃO, 2017; BRASIL, 2022).

Durante a esquizogonia sanguínea alguns trofozoítos começam a se diferenciar em células sexuais, os gametócitos masculino e feminino. Quando ocorrer o repasto sanguíneo os gametócitos serão ingeridos pelo anófeles seguindo seu desenvolvimento sexuado dentro do veto, assim dando continuidade ao ciclo da doença (CDC, 2020).

3.3 DIAGNÓSTICO DA MALÁRIA.

A principais formas de diagnosticar a malária: através do exame da gota espessa e delgada (diagnóstico microscópico), teste rápido e formas moleculares. O método da microscopia é considerado padrão-ouro e consiste na coloração do plasmódio presente no sangue de pacientes infectados (BRASIL, 2022).

O exame microscópico pode ser feito com dois tipos de amostra de sangue: o esfregaço de sangue delgado, que consiste na extensão sanguínea formando uma única camada de sangue na lâmina e sendo corado pela técnica de Giemsa; e o esfregaço espesso (gota espessa) que se compõe de várias camadas de sangue que não são espalhadas na lâmina e é corado pela técnica de Walker (BRASIL, 2009).

Com a visualização do plasmódio na lâmina é dado o diagnóstico de malária, utilizando as duas amostras de sangue (espessa e delgada) é possível identificar a espécie do protozoário a partir da análise de suas características morfológicas apresentadas na lâmina. Além disso, é necessário a quantificação da parasitemia e a análise das células presentes no sangue, os leucócitos, plaquetas e os eritrócitos que estão estendidos na gota delgada e presente somente seus resquícios na gota espessa (BRASIL, 2009).

O teste rápido da malária é um método diagnóstico que realiza a detecção de antígenos do parasita no sangue e é útil em situações em que se tem dificuldade de usar o método da microscopia, como em áreas longínquas e de

difícil acesso e onde não há a disponibilidade de um microscopista treinado. Tem como vantagens o diagnóstico ser dado em até 15 minutos, não necessitar de pessoas treinado e a ter a capacidade de diferenciação do *P. falciparum* das demais espécies. Como desvantagens pode ter muitos resultados falso negativos, e resultados positivos em um paciente já tratado (BRASIL, 2022).

O teste molecular que pode ser utilizado é o PCR (reação em cadeia de polimerase) que é um teste com alta sensibilidade e especificidade para o diagnóstico da malária pois detecta a doença mesmo o paciente tendo baixa parasitemia. Entretanto não é um exame rotineiro por ter um custo elevado, necessitar ser realizado em laboratórios com muita infraestrutura e a demora para sair o resultado do exame (BRASIL, 2022).

3.4 TRATAMENTO

O tratamento da malária tem como objetivos: interromper a esquizogonia sanguínea e assim trazer a cura clínica, erradicar os hipnozoítos nas infecções causadas por *P. vivax* e *P. ovale* para evitar a recaída da doença, e eliminar os gametócitos presentes no sangue pra assim impedir a transmissão da doença (SALOMÃO, 2017).

Para dar início ao tratamento é necessário a identificação da espécie de plasmódio pois isso determinará quais medicamentos serão utilizados. Para tratar a malária causada pelo *P. vivax* e *P. ovale* o tratamento é feito com o uso de cloroquina que agirá matando o plasmódio presente no sangue e com o uso da primaquina que eliminará os hipnozoítos, assim diminuindo as chances de recorrência da doença (BRASIL, 2021).

A duração do tratamento para essas espécies é de 3 dias com uso de cloroquina e primaquina e mais 4 dias somente com a primaquina, totalizando 7 dias. As gestantes não podem fazer uso da primaquina e por isso serão tratadas somente com o uso de cloroquina que será prescrita por 3 dias para erradicação do plasmódio sanguíneo e dose semanal até o aleitamento como tratamento profilático (BRASIL, 2021).

O tratamento para a espécie *P. malariae* é semelhante ao do *vivax* e *ovale*, com exceção que não será prescrito a primaquina pois nessa espécie não há o aparecimento de hipnozoítas (SALOMÃO, 2017).

O paciente infectado com o *P. falciparum* recebe um esquema terapêutico diferente daqueles utilizados para outras espécies de plasmódio. Será prescrito artemeter + lumefantrina ou artesunato + mefloquina durante 3 dias com uso de primaquina no primeiro dia. O uso da primaquina nesse contexto garante a destruição do gametócitos maduros presentes na corrente sanguínea. Caso o paciente tenha uma infecção mista com *P. vivax* ou *P. ovale* será adicionado primaquina por mais 4 dias no tratamento (SALOMÃO, 2017).

A maioria dos casos de malária grave são causadas pelo *P. falciparum*, mas o paciente pode ter a doença agravada também pelo *P. vivax*, nesses casos o paciente de ser internado, receber artesunato IV ou IM nas primeiras 24 horas e após receber o tratamento via oral, além da necessidade de suporte clínico (BRASIL, 2021).

3.5 VIGILÂNCIA, CONTROLE E PREVENÇÃO DA MALÁRIA.

A vigilância da malária tem por objetivos: mensurar a morbidade e a mortalidade da doença em uma determinada população circunscrita em uma região, identificando a presença de epidemias e tomando medidas de prevenção de recorrência da malária (BRASIL, 2006).

Ao ser observado casos de malária em uma determinada região é necessário classificar esses casos. Pode ser um caso suspeito quando o paciente apresenta sinais e sintomas característicos da malária, mas não sendo realizado o teste diagnóstico que quando realizado se confirmar a doença se torna um caso confirmado, se negativo é um caso descartado (BRASIL, 2022).

Um caso de malária também pode ser classificado conforme o modo ou local de infecção, podendo ser caso índice: aquele primeiro caso que desencadeou outros; importado: aquele adquirido fora do local onde foi diagnosticado ou induzido: transmitido por transfusão sanguínea. Além disso, o paciente pode ser classificado como recidiva quando ele tem a doença novamente ou recaída quando as formas hipnozoítas se ativam e geram novamente a malária (BRASIL, 2022).

Duas a três vezes ao ano é necessário a medição de indicadores de vigilância entomológica, ou seja, a vigilância dos vetores que servirão para a análise de como está a situação epidemiológica da malária em uma determinada

região. É importante determinar a densidade larvária em locais que servem de criadouro para o mosquito, a estimativa da população de fêmeas anofelinas fazendo uma comparação entre as fêmeas paridas e as não paridas, quanto mais paridas maior a longevidade desta população (BRASIL, 2006).

É importante observar o horário em que há a maior quantidade de mosquitos em atividade e a coleta de desses mosquitos intradomicílio para analisar qual inseticida é sensível para combater cada tipo de anofelino. A análise do clima é necessária pois nos períodos chuvosos ocorre o aumento da reprodução e da disseminação desses mosquitos (BRASIL, 2006).

O Brasil tem adotado diversas medidas de controle da malária visando a sua erradicação até o ano de 2035 conforme pactuado com a OMS através da estratégia técnica global e do plano nacional de saúde. Nesse sentido são preconizadas as seguintes medidas de controle: uso de telas, mosquiteiros, inseticidas, nebulização, uso de calças e camisas de manga longa para proteger áreas vulneráveis a picada do mosquito e evitar frequentar a beira de rios no período do entardecer até o amanhecer horário de maior circulação do anófeles (BRASIL, 2006).

3.6 UHE DE BELO MONTE

A UHE de Belo monte é considerada a terceira maior usina hidrelétrica do mundo tendo uma potência instalada de 11.233 MW e foi criada com o intuito de aumentar a oferta de energia para o Brasil em decorrência do crescente aumento da demanda energética (BRASIL, 2010).

A idealização da construção da usina deu início em 1975 com os estudos de inventário, em 1980 os estudos de viabilidade que foram por vários momentos refeitos e revisados sendo concluídos somente em 2002, em 2005 começa a revisão dos estudos de inventário tendo conclusão em 2008 e em 2011 é emitida a licença ambiental do Ibama e se dá início as obras da UHE de Belo Monte (BRASIL, 2010; NORTE ENERGIA, 2023).

O processo de idealização e construção da UHE de Belo Monte foi longo em decorrência de seguidos conflitos, protestos e controvérsias entre os interesses daqueles que queriam implementar a usina e parte da população que seriam afetados negativamente com esta obra. Ao longo de décadas os povos

indígenas, organizações não governamentais (ONG's), povos ribeirinhos entre outros lutaram verazmente contra a construção dessa usina hidrelétrica que traria diversos impactos socioambientais, econômicos e de saúde pública tais como, o acúmulo de mercúrio do rio Xingú e na sua fauna, aumento na incidência e prevalência de doenças sexualmente transmissíveis e causadas por vetores, além do impacto econômico para aqueles que vivem da pesca de peixes do rio Xingú (FLEURY, 2013).

A empresa Norte Energia, responsável pela construção e administração da UHE de Belo Monte criou um programa de ações de controle da malária em vista que a implementação deste empreendimento causaria o aumento na incidência de doenças causadas por vetores sendo a principal a malária (NORTE ENERGIA, 2020).

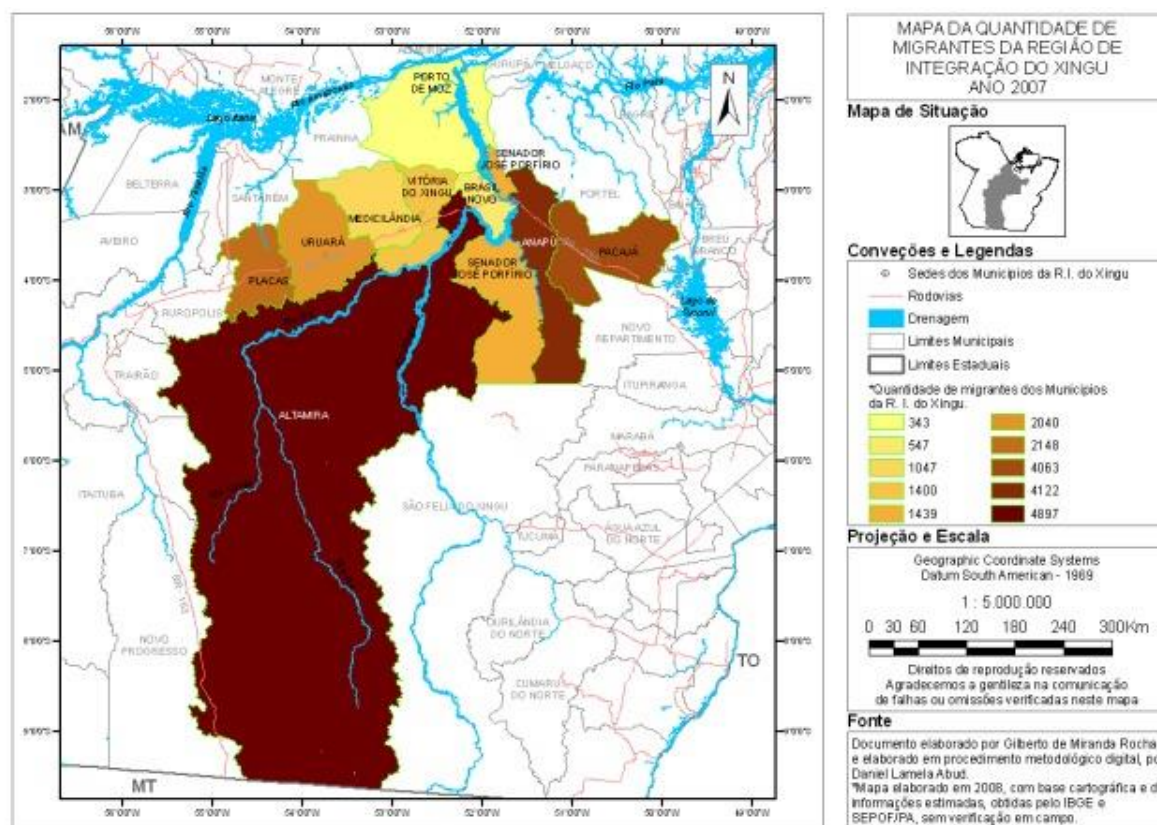
O processo de construção de uma usina hidrelétrica como a de Belo Monte pode aumentar o número de casos de malária em decorrência de diversos fatores como: desmatamentos, migração, formação dos reservatórios de água e das poças no trecho de vazão reduzida, além de mudanças no regime hidrológico e da qualidade da água em vários trechos do rio Xingu. Atrelado a isso, existem as deficiências da saúde pública dos municípios no processo de assistência e vigilância em saúde (NORTE ENERGIA, 2020).

O Ministério da Saúde juntamente com as secretarias de saúde dos municípios da AID da UHE de Belo Monte e a Norte Energia se reuniram para planejar a execução do programa de controle da malária e ficou acordado que a empresa Norte Energia daria o suporte e incentivo financeiro para que os municípios contratassem pessoal, comprassem materiais e realizassem a adequada vigilância epidemiológica da doença para que assim conseguissem combater a malária trazendo uma redução nos índices da mesma (NORTE ENERGIA, 2020).

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

Figura 2: Mapa dos municípios da região do Xingu



Fonte: BRASIL, 2010

Os municípios estudados foram aqueles presentes na AID da UHE, sendo eles: Altamira, Anapú, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingú; Localizados na região do Xingú, no estado do Pará.

4.2 PERÍODO DE ESTUDO

O presente estudo considerou o período de 2006 a 2022, período de instalação, construção e pós-construção da UHE Belo Monte.

4.3 TIPO DE PESQUISA E ABORDAGEM

Trata-se de um ecológico, retrospectivo e quantitativo utilizando-se do levantamento de dados secundários. Buscou entender as alterações epidemiológicas da malária nos municípios da AID da UHE de Belo Monte.

4.4 COLETA DE DADOS

Constituíram os dados deste estudo as notificações de malária dos municípios de Altamira, Anapú, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingú no período entre 2006-2022. Os dados foram obtidos diretamente do Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica (SIVEP–MALÁRIA), que integra o sistema de informação automatizado da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde. A autorização de utilização dos dados obtidos no referido sistema foi obtida através do termo de anuência (Anexo A) expedido pelo Diretor de Endemias do 10º Centro Regional de Saúde – 10º CRS/SESPA, Altamira.

4.5 VARIÁVEIS DE ESTUDO

O estudo apresentará as seguintes variáveis, conforme os eixos de estudo:

- Incidência de malária (IPA).
- Percentual de casos por espécie parasitária.
- Número e percentual de casos de malária por aglomerado (indígena, urbana, garimpo, assentamento e acampamento).
- Número de internações por malária,
- Número de óbitos por malária.

Foram descritos como frequência de ocorrência em termos percentuais, mediana e quartis. Os dados foram tabulados e organizados em planilhas de processamento do Programa Excel do pacote Microsoft office 2019, e apresentados em tabelas e gráficos. Foi demonstrado a linha de tendência de

todos os gráficos deste estudo (1,2,3 e 4), calculado o valor de R e demonstrado a sua fórmula pelo Programa Excel do pacote Microsoft office 2019.

O valor de R demonstra a correlação do eixo X com o eixo Y de um gráfico. Pode ser classificado como: R: 0-0,25: correlação pequena ou nula, R: 0,25-0,5: correlação fraca, R: 0,50-0,75 correlação moderada e R: 0,75-1 correlação forte ou perfeita (VIEIRA, 2008).

A incidência anual de malária (IPA) será calculado pela

$$\text{IPA} = \text{No de casos} / \text{Pop.} \times 1.000$$

$$\% F = \text{No casos de F} / \text{Total de casos};$$

Foram confeccionados mapas temáticos, com os indicadores malariométricos, a partir de vetores geográficos dos limites territoriais dos municípios dados pelo IBGE. Também será utilizado o Sistema de Informação Geográfico, construídos a partir das coordenadas obtido pela rede NAVSTAR com um Sistema de Posicionamento Global (GPS), sendo extraídos os dados por meio do software livre *EasyGPS* e processados através do *OpenGis Qgis 2.18.17*.

A construção dos mapas foi realizada em parceria com o Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento em Saúde (LAPIGEO) da Faculdade de Medicina, Campus Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará.

4.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O estudo ocorrerá com dados secundários, não sendo necessário aprovação em Comitê de Ética e Pesquisa (CEP). Mesmo sendo de base de dados secundária, os preceitos éticos serão considerados em todo o processo de construção do trabalho.

5. RESULTADOS

5.1 Número de casos de malária na AID entre 2006-2022

Entre os anos de 2006 a 2022 foram notificados um total de casos de malária de 41.092 casos nos cinco municípios da AID (Altamira, Anapu, Brasil Novo, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu). Altamira e Anapu foram os municípios que tiveram um maior número de casos respectivamente de 18.987 e 11.791 notificações.

Durante a série histórica de 2006 a 2022 observa-se que a maior parte dos casos de malária ocorreram durante os 7 primeiros anos, após ocorreu uma queda expressiva no número de casos que veio a subir um pouco no último ano.

Conforme demonstra a tabela 1: em 2006 e 2007 foram registrados números expressivos de casos de malária em Altamira, 3.158 e 3168 respectivamente sendo os maiores valores da série história no município. Pode-se destacar o IPA de Anapu em 2006, 2007 e 2011, 300,7, 207,6 e 154,7 respectivamente, significando um alto índice parasitário. O município de Senador José Porfírio apresentou valores de IPA elevados nos anos de 2006, 2007 e 2011, respectivamente de 138,9, 114,6 e 100,9.

Vale destacar que durante os anos de 2014 a 2019 não foram registrados nenhum caso de malária no município de Brasil Novo.

Anos	Altamira			Anapu			Brasil Novo			Senador José Porfírio			Vitória do Xingu			AID		
	N. Casos	IPA	%F	N. Casos	IPA	%F	N. Casos	IPA	%F	N. Casos	IPA	%F	N. Casos	IPA	%F	N. Casos	IPA	%F
2006	3158	37,4	15,5	2069	300,7	23,8	495	23,9	22,8	1544	138,9	15,8	404	39	13,9	7670	57,5	18,2
2007	3168	36,5	20,8	1240	207,6	21,9	271	12,3	15,1	1084	114,6	32,6	425	42,2	22,1	6188	46,0	22,9
2008	1685	17,4	11,8	707	36,4	12,4	190	9,7	22,1	557	38,2	20,5	205	20,9	5,9	3344	20,9	13,6
2009	1742	17,6	14,6	726	35,5	8,8	166	8,4	7,8	586	40,6	5,3	184	19	15,2	3404	20,9	11,5
2010	1849	17,6	9,5	1668	81,4	6,5	207	11,5	14	827	63,6	16,6	202	15	13,9	4753	28,0	10,0
2011	1403	13,9	6,2	3310	154,7	3	87	5,6	17,2	1295	100,9	2,2	180	13,2	6,7	6275	38,2	3,9
2012	1831	17,9	3,3	1506	67,8	5,2	93	5,2	3,2	732	57,9	3,8	143	10,4	2,1	4305	25,5	4,0
2013	305	2,9	3,9	235	10	6,4	6	0,4	0	195	15,8	1	43	3,1	2,3	784	4,6	3,8
2014	128	1,2	2,3	200	8,2	9	0	0	0	60	5	0	14	1	0	402	2,3	5,2
2015	41	0,4	2,4	31	1,2	0	0	0	0	6	0,5	0	1	0,1	0	79	0,5	1,3
2016	20	0,2	10	54	2,1	0	0	0	0	3	0,3	0	0	0	0	77	0,4	2,6
2017	37	0,3	2,7	7	0,3	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0	0	45	0,3	2,2
2018	162	1,4	0,6	3	0,1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0	166	0,9	0,6
2019	559	4,9	0,7	1	0	100	0	0	0	16	1,4	12,5	0	0	0	576	3,1	1,2
2020	824	7,1	0,2	6	0,2	0	3	0,2	66,7	62	5,4	3,2	0	0	0	895	4,8	0,7
2021	633	5,5	0,8	4	0,1	0	1	0,1	0	7	0,6	14,3	0	0	0	645	3,5	0,9
2022	1442	12,3	0,8	24	0,8	0	1	0,1	0	13	1,1	30,8	4	0,3	0	1484	7,8	0,2

Tabela 1: Dados da malária nos municípios e na AID.

Fonte: Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária

Conforme o gráfico 1, o ano de 2006 registrou um total de 7.670 casos na AID Belo Monte, sendo o maior número de casos de malária na série histórica, seguido de 6.188 casos no ano de 2007. Nos dois anos seguintes ocorreram diminuição no número de casos, seguido de aumento nos anos de 2010 e 2011. Porém a partir de 2012 o número de casos notificados tivera quedas importantes até o ano de 2017 quando o total de casos ficou a baixo de 50 indivíduos infectados. A partir de 2018 a 2022 ocorre pequenos aumentos nos números de casos.

No ano de 2006 foi registrado um alto valor de IPA de 57,5, de 2007 a 2012 os valores do IPA de cada ano mantiveram a região classificada como risco médio de transmissão. A partir de 2013 até o último ano desta série histórica o IPA esteve baixo nos municípios da AID.

O gráfico 1 também demonstra a linha exponencial de casos de malária. É uma linha que mostra a tendência de queda no número de casos de malária com o passar dos anos. A outra linha exponencial do gráfico mostra a tendência de queda do IPA ao longo dos anos. Ambas as linhas são representadas no gráfico por suas fórmulas e o valor de $R = 0,88$ e $R' = 0,84$ respectivamente representando o número de casos e o IPA. Esses valores acima de 0,75 demonstram forte correlação dos dados.

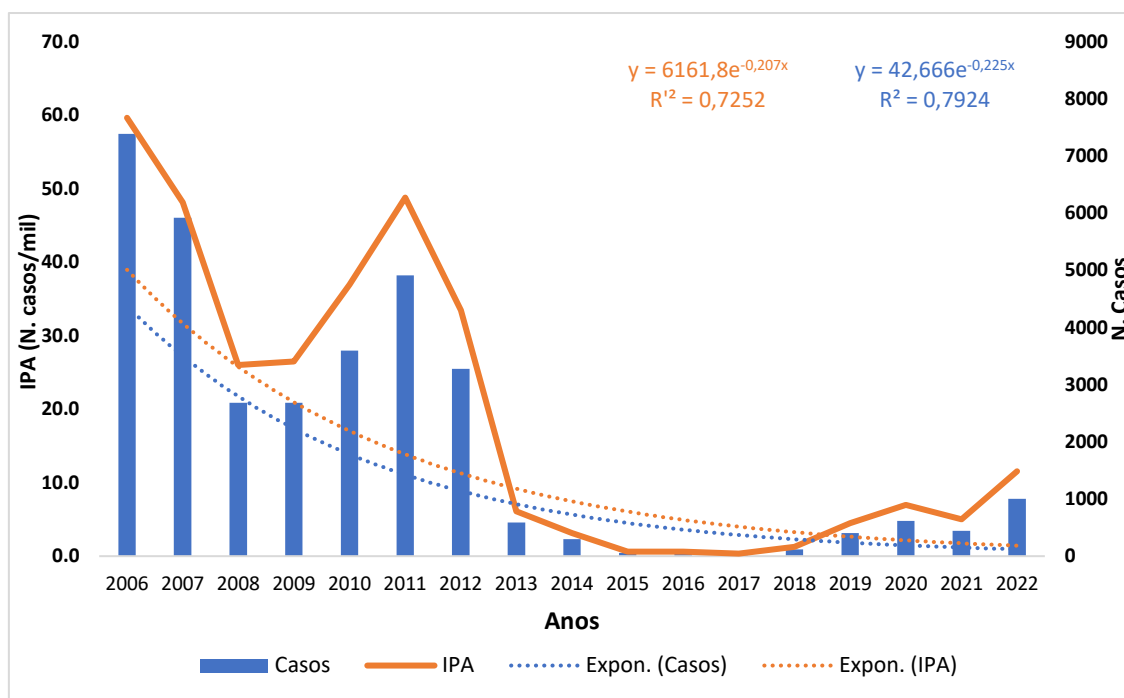


Gráfico 1 – Número de casos de malária e o IPA da AID ao longo dos anos de 2006 – 2022 com o R² da curva do IPA e do número de casos na série histórica.

Fonte: Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária

5.2 Malária falciparum na AID.

Quanto a proporção de malária por *plasmodium falciparum*, apresentamos as considerações do gráfico 2. Na série histórica a porcentagem de casos de malária causada pelo *P. falciparum* era alta nos primeiros anos, havendo uma queda abrupta nos 6 primeiros anos, havendo uma estabilização seguida de pequeno aumento em 2014 e redução da porcentagem de casos de malária falciparum de 2015 a 2022.

Existe uma forte tendência de queda da porcentagem de malária falciparum ao longo do tempo fato este evidenciado pelo valor de $R = 0,95$.

No gráfico 2 observa-se a área retangular que destaca o período da construção da UHE de Belo Monte. Neste período nota-se a queda na porcentagem de casos de malária falciparum em comparação aos anos anteriores (2006-2010). A porcentagem de falciparum permaneceu em queda até o fim da série histórica no ano de 2022.

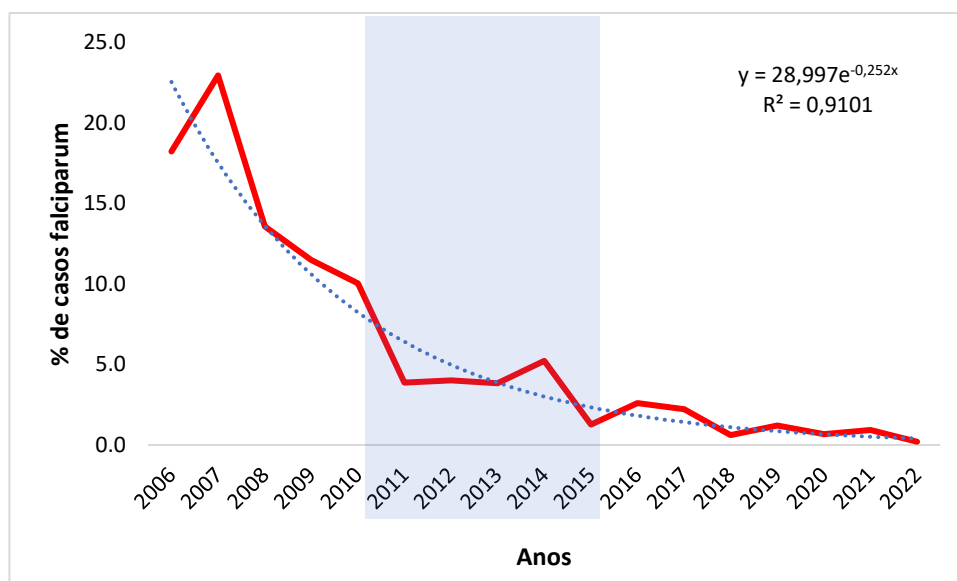


Gráfico 2 – Porcentagem de casos de malária causada pelo *P. falciparum* na AID de Belo Monte, na série histórica de 2006 – 2022. *Nota: Área do retângulo destacada no gráfico representa o período de construção.

Fonte: Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária

5.3 A malária nos aglomerados dos municípios da AID.

Ao longo da série histórica 2006-2022, os casos de malária ficaram concentrados no aglomerado rural, que não está categorizada em aglomerados especiais, que são importantes para o estudo: indígena, garimpo, urbano, assentamento e acampamento, vê-se que a malária se concentrou mais nos aglomerados indígena, garimpo e urbano, sendo registrado poucos casos nos aglomerados assentamento e acampamento, principalmente a partir do ano de 2013 a 2022 onde houve quedas significativas no número de casos (Tabela 2).

	Número de casos por aglomerado						% por aglomerado					Total	
	Indígena	Garimpo	Urbano	Assenta- mento	Acampa- mento	Rural/ Outro	%Ind	%Gar	%Urb	%Assent	%Acamp		%Rura l/Outro
2006	756	499	1616	296	9	4494	9,9	6,5	21,1	3,9	0,1	58,6	7670
2007	909	661	1312	124	12	3170	14,7	10,7	21,2	2,0	0,2	51,2	6188
2008	578	224	519	45	6	1972	17,3	6,7	15,5	1,3	0,2	59,0	3344
2009	501	229	531	70	3	2070	14,7	6,7	15,6	2,1	0,1	60,8	3404
2010	638	233	367	225	18	3272	13,4	4,9	7,7	4,7	0,4	68,8	4753
2011	914	201	385	1172	74	3529	14,6	3,2	6,1	18,7	1,2	56,2	6275
2012	663	321	753	386	37	2145	15,4	7,5	17,5	9,0	0,9	49,8	4305
2013	273	148	63	55	6	239	34,8	18,9	8,0	7,0	0,8	30,5	784
2014	143	121	17	33	8	80	35,6	30,1	4,2	8,2	2,0	19,9	402
2015	40	9	3	6	0	21	50,6	11,4	3,8	7,6	0,0	26,6	79
2016	6	55	2	0	0	14	7,8	71,4	2,6	0,0	0,0	18,2	77
2017	23	5	1	4	0	12	51,1	11,1	2,2	8,9	0,0	26,7	45
2018	61	2	8	4	0	91	36,7	1,2	4,8	2,4	0,0	54,8	166
2019	350	27	3	2	0	194	60,8	4,7	0,5	0,3	0,0	33,7	576
2020	612	137	2	0	0	144	68,4	15,3	0,2	0,0	0,0	16,1	895
2021	373	98	1	0	0	173	57,8	15,2	0,2	0,0	0,0	26,8	645
2022	1121	129	26	2	0	206	75,5	8,7	1,8	0,1	0,0	13,9	1484

Tabela 2: Número e percentual de casos de malária por aglomerado na AID no período de 2006-2022.

Fonte: Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária

Em 2006 e 2007 observa-se que o aglomerado urbano era o maior responsável pelo número total de casos de malária na AID, posteriormente, de 2008 até 2022 a malária no aglomerado indígena fica em primeiro lugar no número de casos, com exceção do ano de 2016 que a malária no garimpo ultrapassou a indígena, conforme observado no gráfico 3.

Em azul está a linha que representa a porcentagem de casos de malária indígena de 2006-2022 e a linha de tendência exponencial representada por sua fórmula e o valor de $R = 0,87$, demonstrando uma forte tendência de aumento no número de casos de malária no aglomerado indígena ao longo do tempo (Gráfico 3).

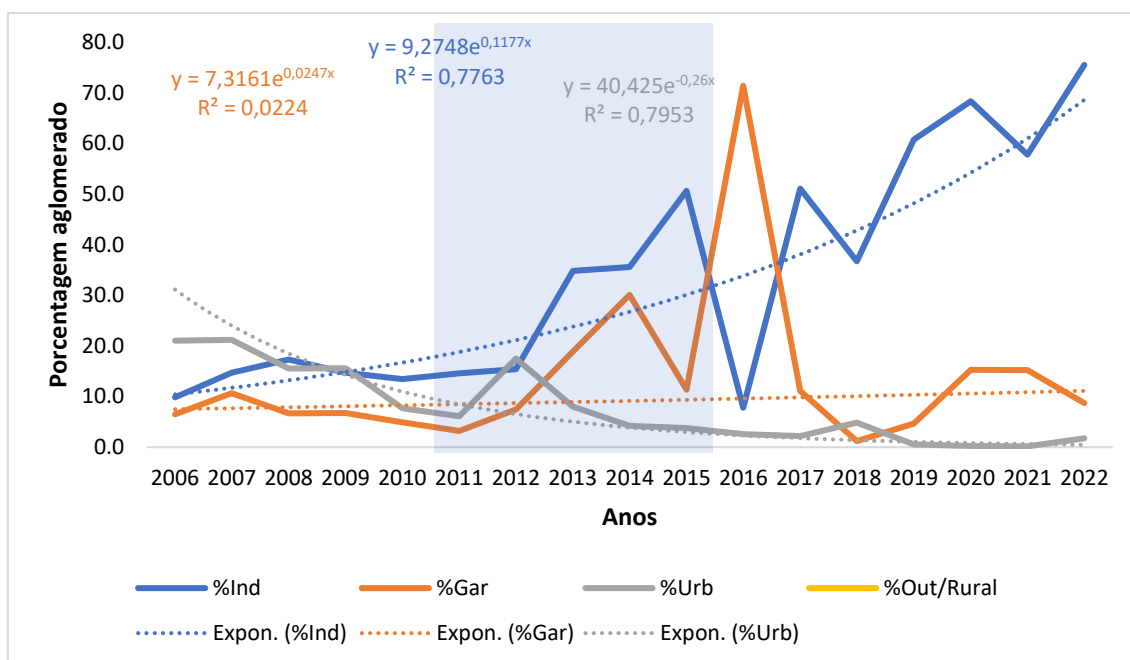


Gráfico 3: Porcentagem de casos de malária nos aglomerados da AID nos anos de 2006-2022.
 *Nota: Área do retângulo destacada no gráfico representa o período de construção da UHE de Belo Monte.

Fonte: Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária

Na linha de casos de malária no garimpo vê-se momentos de aumento no número de casos em 2014, 2016 e 2020, porém esses aumentos não expressão uma tendência de aumento no número de casos de malária com o tempo, porque a linha exponencial de tendência e o valor de $R = 0,15$ mostra uma correlação pequena ou nula de que ocorra um aumento no número de casos de malária com o passar dos anos. A linha de tendência mostra uma estabilização no número de casos com o tempo (Gráfico 3).

Observa-se uma diminuição no número de casos de malária urbana ao longo do tempo, evidenciado pela linha exponencial, sua formula e o valor de $R = 0,89$ que mostra uma forte tendência de diminuição no número de casos de malária com o passar dos anos (Gráfico 3).

5.4 Internações e óbitos por malária na AID.

O número de internações em decorrência da malária diminuiu de forma abrupta entre 2011-2013 chegando ao ponto de não ter havido nenhum paciente internado por conta da malária nos anos de 2015 e 2016 seguido de um leve aumento de 2017 até 2022 (Gráfico 4). Esse gráfico seguiu a tendência do gráfico 1 de diminuição seguida de leve aumento no número de casos de malária.

Esse período de maior queda no número de internações por malária se deu no período de construção da UHE de Belo Monte como pode-se observar no retângulo em destaque (gráfico 4).

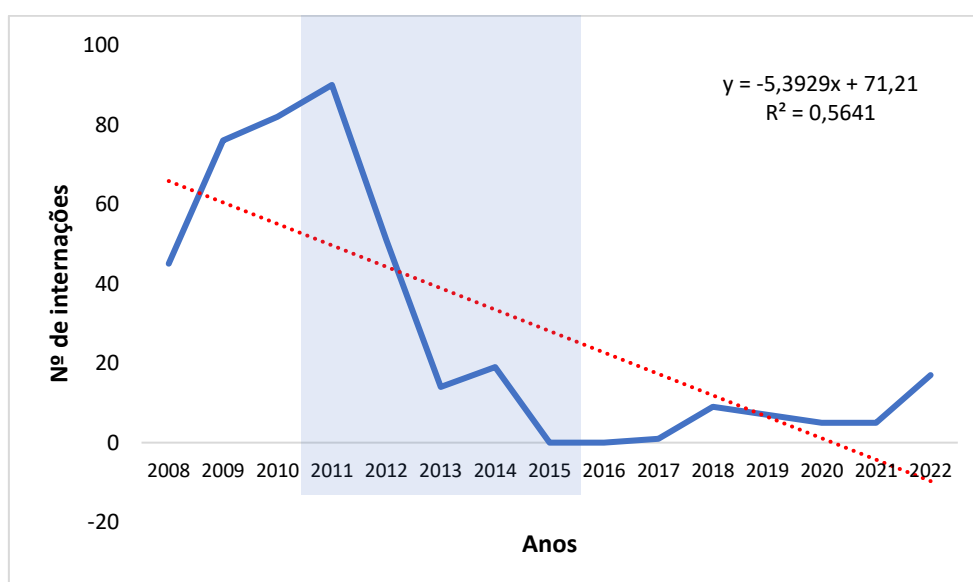


Gráfico 4: Número de internações por malária na AID, na série história de 2008-2022.

*Nota: A área do retângulo destacada no gráfico representa o período de construção da UHE de Belo Monte.

Fonte: Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária

A linha vermelha é a linha de tendência linear demonstrada pela fórmula em destaque no gráfico e pelo valor de $R = 0,74$ que mostra uma correlação moderada entre o número de internações por malária com o passar do tempo.

Entre os anos de 2008 a 2022 não foram registrados nenhum óbito por malária nos municípios da AID.

5.5. Geopidemiologia da malária na AID Belo Monte.

Conforme a figura 3, os municípios da AID de Belo Monte apresentaram valores de IPA bastante variados sendo considerados um IPA baixo em Vitória do Xingu, IPA médio em Brasil Novo e Altamira e alto valor de IPA em Senador José Porfírio e Anapu.

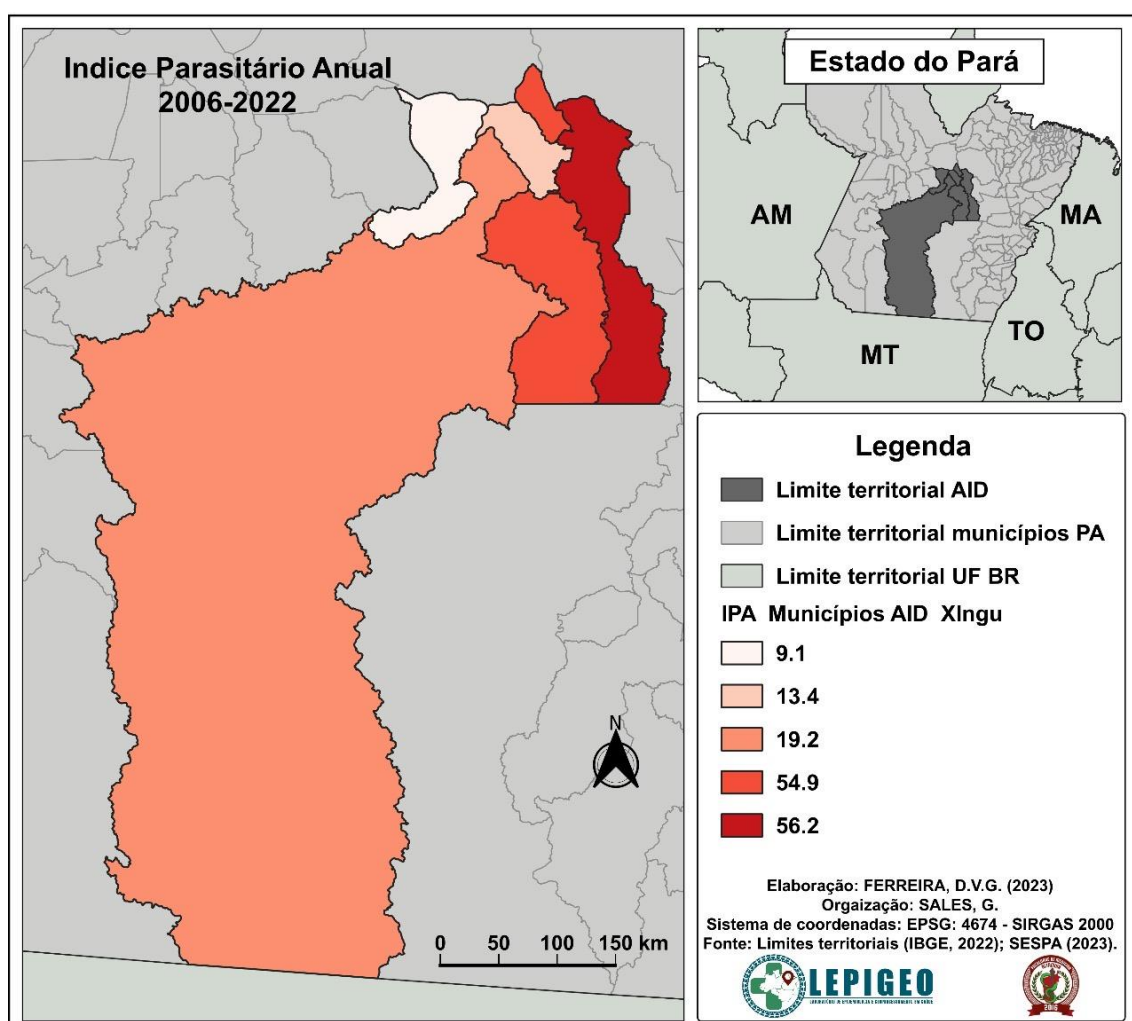


Figura 3: Média do Índice Parasitário Anual (IPA) na série histórica de 2006 a 2022 nos municípios da AID de Belo Monte

Os municípios presentes na AID de Belo Monte apresentaram diferentes médias de porcentagem de malária falciparum, conforme a figura 4. A menor porcentagem foi observada em Altamira, 9,7% e o maior valor em Vitória do Xingu.

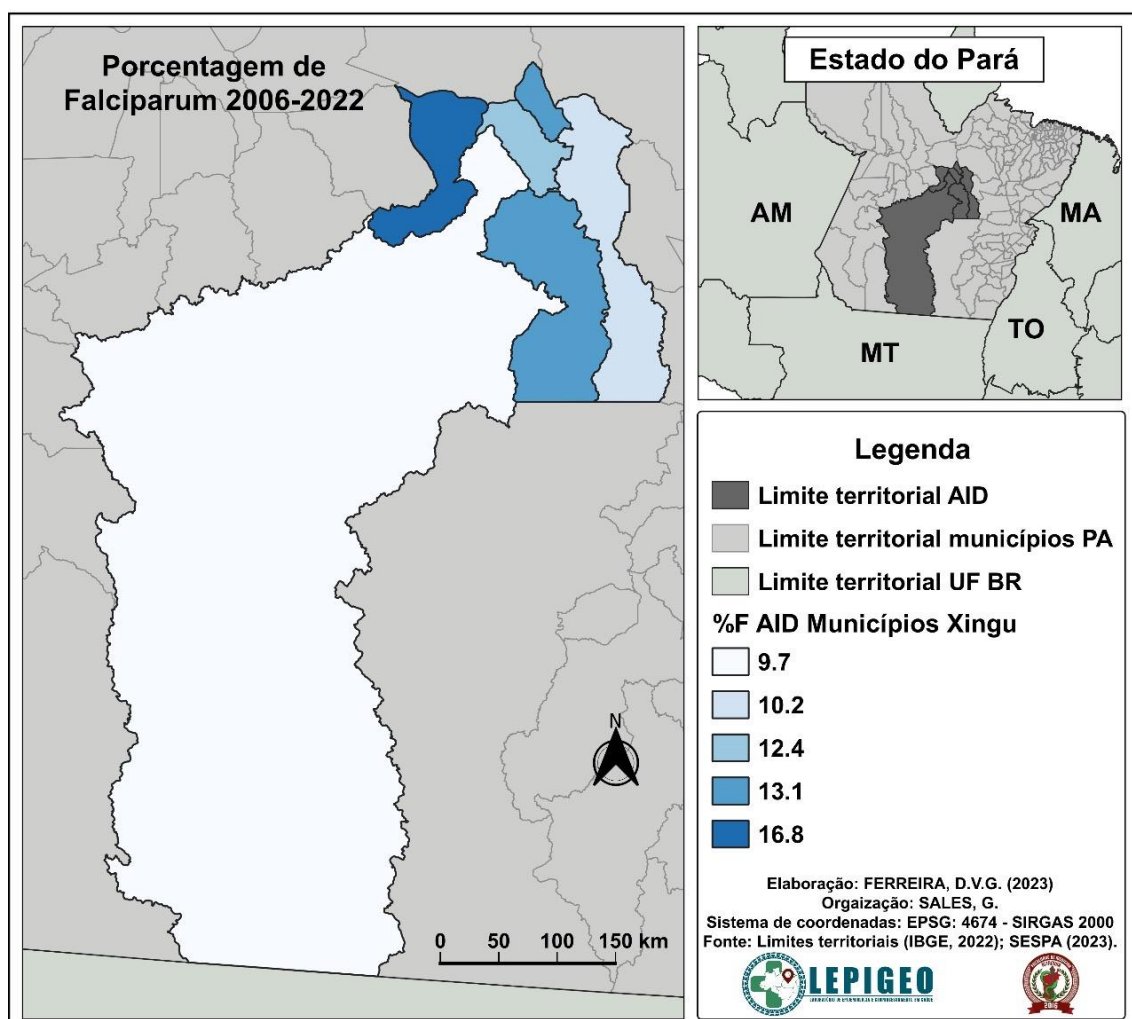


Figura 4: Média da porcentagem de malária falciparum nos municípios da AID de Belo Monte na série histórica de 2006 a 2022.

6. DISCUSSÃO

Os municípios presentes na AID da UHE de Belo Monte estão localizados em uma região endêmica de transmissão da malária possuindo todas as condições ambientais, geográficas, políticas e culturais para o desenvolvimento e reprodução do mosquito anófeles e a assim a propagação da doença (BRAZ et al. 2014).

No mundo foram registradas as maiores quantidades de casos de malária em 1999 e 2005 ao longo da série histórica de 1961 a 2015, entretanto a partir do ano de 2006 o número de notificações caiu consideravelmente ano a ano. Essa redução se deve muito por conta da instituição do tratamento da malária falciparum com os medicamentos derivados da artemisinina a partir do ano de 2006 e outras medidas como a distribuição de mosquiteiros para as famílias vivendo em regiões de alta transmissão da malária (SIQUEIRA, 2016). Esse padrão de redução mundial de casos de malária foi observado também na AID durante os anos de 2006-2022 como demonstram o gráfico 1.

A partir do ano de 2015 a malária no mundo teve crescimento até o ano de 2019 seguido de queda em 2020 e 2021. Na AID ocorreu um padrão diferente permanecendo a diminuição de casos até 2018 quando os casos começaram a aumentar até o ano de 2022 (OMS, 2022).

No estado do Pará dentre os anos de 2010 até 2014 ocorreu uma redução no número de casos de malária de aproximadamente 91%. A região da AID seguiu essa tendência de queda, porém ocorreu a partir de 2011 até 2017 sendo uma redução também expressiva de quase 100%. Além disso, no Pará os casos diminuíram 58% de 2018 a 2021 em consoante a AID teve aumento de casos de 80% até 2021 seguida de uma pequena queda e aumento em 2022 (SIVEP-MALÁRIA, 2022).

A diminuição no número de casos de malária no Brasil e no estado do Pará entre 2010 e 2018 demonstram uma eficiência do estado e dos municípios em questão em realizarem a prevenção, o combate e o controle da malária, através do diagnóstico assertivo e tratamento adequado para os indivíduos

infectados pelo plasmodium. Essa eficiência é atribuída em grande parte a correta execução do programa nacional de prevenção e controle da malária (PNCM) instituído pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2021; BRASIL 2018). Essa redução também foi observada nos municípios da AID.

A empresa Norte Energia, responsável pela execução e administração da UHE de Belo Monte criou o programa de ação para controle da malária (PACM) em 2011 visando a redução do número de casos de malária na AID Belo Monte, sabendo que a instalação de uma usina hidrelétrica ocasiona um aumento significativo de doenças transmitidas por vetores como é o caso da malária (NORTE ENERGIA, 2020).

Este plano tinha como metas, que foram realizadas, a educação em saúde para os profissionais de saúde e a população, compra de equipamentos e materiais de laboratório para o diagnóstico da malária, equipamentos para borrifação e nebulização de inseticidas, mosquiteiros, a contratação de pessoal e a sua qualificação para diagnosticar e tratar a malária (NORTE ENERGIA, 2020). Este plano foi executado juntamente com o ministério da saúde, secretaria do estado de saúde e as secretarias municipais dos municípios da AID, através do programa nacional de prevenção e controle da malária (PNCM).

No início dos anos 2000 surge a terapia combinada usando os derivados da artemisinina (arteméter e artesunato) que começam a ser implantadas no Brasil em 2005, a partir de então com os novos esquemas terapêuticos para tratar a malária causada pelo *P. falciparum* o tratamento dessa forma da malária se torna mais efetivo diminuindo assim vertiginosamente o número de casos de malária *falciparum*, conseqüentemente diminuindo a porcentagem de casos, como observado no gráfico 2 (OMS, 2011).

Alguns países do mundo como a Índia, permanecem com altas proporções de malária *falciparum*, chegando a quase 50% dos casos serem causados por malária *falciparum* ou mista. Essa alta incidência do plasmodium *falciparum* se deve a mutações e a evolução genética que o plasmodium desenvolveu em decorrência da resistência de alguns medicamentos utilizados no tratamento da malária, como a cloroquina, sulfadoxina e pirimetamina (KHAN, 2023).

A implementação sistemática de planos de controle da malária visando um diagnóstico efetivo através da identificação da espécie parasitaria e o

tratamento adequado reduzem o número de casos de malária de modo geral, mas principalmente da malária falciparum. Isso se deve porque mesmo com a realização de um tratamento adequado da malária vivax, essa forma contém os hipnozoítas que muitas vezes persistem no organismo do hospedeiro fazendo com que haja a recorrência da malária, entretanto a forma falciparum não tem hipnozoita, dessa maneira o tratamento adequado tende a diminuir a incidência dessa forma de malária, como observado na AID de Belo Monte (LAPOUBLE, 2015).

É sabido que a mobilidade humana de uma determinada região para outra influencia para o aumento da incidência de malária, fato este muito frequente no processo de ocupação da Amazônia na primeira metade do século XX, em que uma grande quantidade de indivíduos que nunca haviam entrado em contato com o plasmodium começam a ser infectados e servirem como hospedeiros para o vetor anófeles. Esse processo era esperado durante a construção da UHE de Belo Monte por conta da grande migração de pessoas, mas nos resultados deste trabalho observamos reduções importantes no número de casos. Essa redução se deu por conta da implementação de planos de controle da malária que priorizaram a combate a esta doença (CASTRO, 2006; JOHANSEN, 2020).

Conforme os índices de malária decrescem, existe também uma tendência dos órgãos e dos gestores de saúde em diminuir a vigilância em saúde da malária, tendo uma menor preocupação no controle e combate dessa doença. Por isso é de suma importância manter as medidas de controle e combate à malária mesmo quando ocorre uma baixa incidência da doença para que o número de casos não volte a crescer (WANGDI, 2015).

As usinas hidrelétricas que são construídas em região endêmica de malária são obrigadas por lei, através de resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a criarem e implementarem um plano de controle e combate da malária para que assim possam receber o licenciamento ambiental. Observa-se que a implementação desses planos como o caso do PACM acarretaram em reduções significativas no número de casos de malária na região da AID (CONAMA, 1997).

Nesse sentido, se faz necessário que os outros municípios do país presentes em regiões endêmicas de malária recebam os mesmos incentivos de controle da malária, conforme já preconiza o PNCM, para que assim possam

verificar reduções importantes na incidência dessa doença, diminuindo morbidade e mortalidade pela malária (LADISLAU, 2016).

O número de casos de malária foram diminuindo de forma significativa nessa série histórica nos municípios da AID, porém observamos um aumento constante no número de casos de malária indígena. Os povos indígenas da região da AID, por morarem muitas vezes em região endêmica de floresta amazônica ficam mais suscetíveis a infecção por malária. Além desse fator geográfico existem fatores sociais, culturais, biológicos (imunidade de grupo) e políticos que favorecem uma maior prevalência da malária no aglomerado indígena (MENDES, 2020).

A dificuldade de acesso às regiões indígenas por parte das equipes de saúde, a grande mobilidade dos povos indígenas por extenso território e a constante invasão de garimpeiros nos territórios indígenas são fatores importantes que dificultam o controle da malária indígena, favorecendo um aumento no número de casos como observado no gráfico 3 (PEITER, 2007; MENDES 2020).

A malária no aglomerado indígena historicamente, tem se demonstrado ter altas taxas de incidência e elevados índices parasitários nos últimos anos, na região sudoeste do Pará onde estão presentes os municípios da AID. Baixo nível de desenvolvimento socioeconômico associado a hábitos de vida como a caça os levam a uma maior exposição a malária (CALDAS, 2021).

Quando contaminados, a população indígena fica mais vulnerável por sofrer uma rápida disseminação da doença nas aldeias. Uma vez afetados por essa doença sofrem também da dificuldade de acesso aos serviços de saúde, muitas vezes tendo o diagnóstico com a identificação da espécie parasitaria, e conseqüentemente o tratamento adequado postergado (CALDAS, 2021).

Os povos indígenas possuem políticas de saúde especiais por se tratarem de uma população etnicamente diferente dos povos não indígenas, tendo suas peculiaridades. Muitas ações de planejamento e implementação de planos de controle da malária indígena quando executadas de forma isolada pelas equipes especializadas em saúde indígena não tem sido efetivas no combate a malária.

Por isso é importante o planejamento de ações conjuntas das equipes de saúde indígena com outras equipes de combate a malária dos municípios para uma maior efetividade no controle desta doença (MENDES, 2018).

Com o passar dos anos o controle da malária com o diagnóstico e o tratamento corretos e realizados em tempo oportuno tem contribuído significativamente para a redução no número de internações por malária, e de suas complicações como o óbito. Portanto, o correto controle da malária diminui a morbidade e mortalidade da malária. (BRASIL, 2021).

7. CONCLUSÃO

Durante os primeiros anos da série histórica foram observados uma grande quantidade de notificações e valores altos de IPA, porém a partir de 2011 o número de casos de malária diminuiu vertiginosamente, voltando a subir somente em 2018, porém não retornou aos mesmos patamares anteriores a 2011. Da mesma forma a porcentagem de malária falciparum e o número de indivíduos internados por malária diminuíram de forma significativa, além de não ter sido registrado nenhum óbito por malária.

A partir de 2018 até 2022 o número de casos de malária voltou a aumentar, devendo-se em maior parte ao crescimento da malária no aglomerado indígena, que ainda mantém proporcionalmente maior número de casos. No decorrer dos anos a malária urbana sofreu queda importante, enquanto a malária no garimpo sofreu oscilações, porém mantém uma tendência de queda.

A diminuição de casos de malária na AID durante a série histórica de 2006-2022 se deu, como demonstrado nesse estudo, por conta da sistemática aplicação das medidas de combate e controle da malária implementadas através do PACM que foi baseado no PNCM, por parte dos municípios em parceria também com o estado do Pará e o Ministério da Saúde. O PACM foi um plano criado e executado com a motivação de evitar um impacto negativo durante a instalação da UHE de Belo Monte. Este fato mostra que qualquer município do país que sofre endemicamente com a malária pode ter seu número de casos reduzido quando existe um esforço dos gestores de saúde em aplicar um plano de controle da malária, reduzindo a morbidade e a mortalidade por esta doença. Essas medidas não tiveram resultados tão intensas quando aplicadas no combate à malária indígena que ainda mantém uma maior proporção dos casos da doença.

Portanto, conclui-se que a malária na AID teve uma redução importante no número de casos, apresentando uma diminuição maior do que a observada no mundo no mesmo período, por conta da aplicação de medidas de controle que devem permanecer sendo aplicadas de forma sistemática para que a malária não volte a crescer como observado na última década. Além disso, esse combate a malária precisa ser intensificado no aglomerado indígena.

8. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância em saúde**. Brasília, 2022. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf. Acesso em: mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de diagnóstico laboratorial da malária**. 2º Ed. Brasília, 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_diagnostico_laboratorial_malaria_2ed.pdf. Acesso em: mar. 2023.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. **Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu**. Decreto nº 7.340, de 21 de outubro de 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/arquivos/xinguinternet.pdf>. Acesso em: abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Ações de Controle da Malária**: manual para profissionais de saúde na atenção básica. Brasília, DF, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/acoes_controle_malaria_manual.pdf. Acesso em: abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**: volume único. 2ª ed. Brasília, 2017. Disponível em: https://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/volume-unico-2017.pdf. Acesso em: abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema nacional de epidemiologia (CENEPI) e Sistema de informação de malária (SISMAL)**. Brasília, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Malária 2021. **Boletim epidemiológico**, n. Esp., 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Guia de supervisão local dos postos de diagnóstico e tratamento de malária na região amazônica brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária - PNCM**. Brasília: Ministério da Saúde, 2003

BRAZ. R, Guimarães R, Carvalho Júnior O, Tauil P. Dependência espacial das epidemias de malária em municípios da Amazônia Brasileira. **Rev Bras de Epidemiologia** 17: 615–628, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária - PNCM. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2003.

CALDAS, Rosinelle Janayna Coêlho, et al. “Padrão espacial da malária em populações indígena e não indígena no estado do Pará”. **Cogitare enfermagem**, vol. 26, 2021.

CASTRO, Marcia Caldas de, et al. “Malaria risk on the Amazon frontier”. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, vol. 103, n° 7, 2006.

CONAMA–Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO DO CONAMA No 237, de 19 de dezembro de 1997. 1997 pp. 1–11. Disponível em:
https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA237_191297.pdf

CONSOLI, Rotraut A. G. B.; OLIVEIRA Ricardo Lourenço. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, 1998.

COWMAN, Alan F. et al. The molecular basis of erythrocyte invasion by malaria parasites. **Cell host & microbe**, v. 22, n. 2, p. 232-245, 2017.

COX, Francis EG. History of the discovery of the malaria parasites and their vectors. **Parasites & vectors**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2010.

JOHANSEN, Igor C., et al. Mobilidade humana e risco de malária urbana no principal foco de transmissão da Amazônia brasileira. **PLOS ONE**, organizado por Luzia Helena Carvalho, vol 15, 2020.

FLEURY, Lorena Cândido; ALMEIDA, Jalcione. A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: conflito ambiental e o dilema do desenvolvimento. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, p. 141-156, 2013.

FRANÇA, Tanos CC; SANTOS, Marta G. dos; FIGUEROA-VILLAR, José D. Malária: aspectos históricos e quimioterapia. **Química Nova**, v. 31, p. 1271-1278, 2008.

HOCHMAN, Bernardo et al. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, p. 2-9, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da população estimada**. 2021. Disponível em:
[https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=estimativa%20de%20popula%C3%A7%C3%A3o&searchphrase=all&start=60#:~:text=O%20IBGE%20divulga%20hoje%20as,\(6%2C8](https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=estimativa%20de%20popula%C3%A7%C3%A3o&searchphrase=all&start=60#:~:text=O%20IBGE%20divulga%20hoje%20as,(6%2C8). Acesso em: abr. 2023.

LADISLAU, José Lázaro de Brito, et al. “O controle da malária, em área de construção de hidrelétricas no ecossistema amazônico, pode ter êxito?” **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, vol. 7, 2016.

LAPOUBLE OMM, Santelli ACFS, Muniz-Junqueira MI. Situação epidemiológica da malária na região amazônica brasileira, 2003 a 2012. **Rev Panam Salud Publica**. 2015.

MENDES, Ana Paula Martins, et al. “Malária entre povos indígenas na fronteira Brasil-Guiana Francesa, entre 2007 e 2016: um estudo descritivo*.”. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, vol. 29, nº 2, maio de 2020.

MENDES AM, Leite MS, Langdon EJ, Grisotti M. The challenge of providing primary healthcare care to indigenous peoples in Brazil. **Rev Panam Salud Publica**, 2018.

MILNER, Danny A. Malaria pathogenesis. **Cold Spring Harbor perspectives in medicine**, v. 8, n. 1, p. a025569, 2018.

MIOTO, Leide Daiana; GALHARDI, Ligia Carla Faccin; AMARANTE, Marla Karine. Aspectos parasitológicos e imunológicos da malária. **Biosaúde**, v. 14, n. 1, p. 42-55, 2012.

MOLINA-CRUZ, Alvaro; BARILLAS-MURY, Carolina. The remarkable journey of adaptation of the Plasmodium falciparum malaria parasite to New World anopheline mosquitoes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 109, p. 662-667, 2014.

NEVES, David Pereira et.al. Parasitologia Humana. 13^o ed. Rio de Janeiro: **Atheneu**, 2016.

NORTE ENERGIA, S. A. A história de Belo Monte- Cronologia. 2018. Disponível em: A história de Belo Monte – Cronologia – Norte Energia (norteenergiasa.com.br). Acesso em: mai 2023.

NORTE ENERGIA. Usina hidrelétrica Belo Monte. Programa da norte energia combate malária no Sudoeste paraense. Belo Monte, 2020. Disponível em: <https://www.norteenergiasa.com.br/pt-br/imprensa/releases/programa-da-norte-energia-combate-malaria-no-sudoeste-paraense-100760>. Acesso em: mai 2023.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Antimalarial Drug Combination Therapy**. Report of a WHO Technical Consultation Geneva: OMS; 2001.

SALOMÃO, Reinaldo. Infectologia: Bases clínicas e tratamento. São Paulo: **Gen**, 2017.

SIQUEIRA, A. M. et al. Plasmodium vivax Landscape in Brazil: Scenario and Challenges. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 95, n. 6, suplemento, p. 87–96, 2016.

SIVEP-MALÁRIA. Sistema de informação de vigilância epidemiológica – notificação de casos de malária, **Ministério da Saúde**, 2022.

NOGUEIRA, Fátima; ROSÁRIO, Virgílio Estólio do. Methods for assessment of antimalarial activity in the different phases of the Plasmodium life cycle. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 1, n. 3, p. 109-124, 2010.

PEITER, Paulo Cesar. “Condiciones de vida, situación de la salud y disponibilidad de servicios de salud em la frontera de Brasil: um enfoque gerográfico”. **Cadernos de Saúde Pública**, vol 23, nº 2, 2007.

PREVENTION, CDC – Centers for Disease Control and. CDC - Malaria – About Malaria – Biology. 2020. Disponível em: <https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/index.html>. Acesso em: mai 2023.

KHAN, Nikhat, et al. “How can the complex epidemiology of malária in India impacts its elimination?” **Trends in parasitology**, vol. 39, 2023.

ROCHA, Maria de Nazaré Almeida; FERREIRA, Eleonora AP; SOUZA, José Maria de. Aspecto histórico da malária. **Revista Paraense de Medicina**, v. 20, n. 3, p. 81-82, 2006.

SINDEN, Robert E. Gametocytes and sexual development. **Malaria: parasite biology, pathogenesis and protection**, p. 25-48, 1998.


DE SOUZA, Brandon Vidal. Histórico dos aspectos epidemiológicos e análise de intervenções de saúde pública efetivas no controle da malária no Brasil. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, p. 1521-1533, 2021.

DE SOUZA, Wanderley. **Protozoologia médica**. Editora Rubio, 2013.

VIEIRA, Sonia. **Introdução à bioestatística**. 4º Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

WANGDI, Kinley, et al. Malária Transfronteiriça: Um Grande Obstáculo para a Eliminação da Malária. **Avanços em Parasitologia**. 2015.

ANEXO A – Autorização de acesso ao banco e dados da pesquisa.

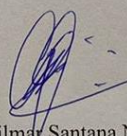


GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE PÚBLICA
SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE
10º CENTRO REGIONAL DE SAÚDE
DIVISÃO TÉCNICA

Ofício Nº 834/D.T/10º CRS/ SESP
Altamira-PA, 25 de maio de 2023.

Em resposta ao ofício N°01/2023, informo que o 10º Centro Regional de Saúde (10º CRS/SESPA), aceita o fornecimento dos dados do projeto do Acadêmico: Gustavo Sales de Oliveira Lopes, matrícula 201876740070, sob orientação do Prof. Me. Osvaldo Correia Damasceno, cujo cenário será os municípios de abrangência da Região Xingu, com a pesquisa com tema: “Perfil Epidemiológico da Malária nos Municípios da Área de Influência Direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, na Região Xingu, Pará, no período de 2006 a 2022” em estudo no Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Medicina (FAMED), Campus Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará (UFPA).

Atenciosamente


Gilmar Santana Nunes
Diretor do 10º CRS/SESPA
Port. Nº 1.219/2023-10º CRS/SESPA de 11/03/2023

Dr. Gilmar Santana Nunes
Diretor do 10º Centro Regional de Saúde
(10º CRS/SESPA)

Rua 7 de Setembro, 2047-B. Centro – Fone: (091) 515-1877 Fax: (091) 515-2358 CEP: 68371-000 –
Altamira Pará