

Utilização de Sistema de Informações Geográficas para Análise da distribuição da malária na área de Influência direta da Usina de Belo Monte, Pará, no período de 2008 a 2012.

Alcione Ferreira Pinheiro¹
Gabriella Ferreira Damasceno Santiago²
Laryssa de Cássia Tork da Silva³
Arlesson Antônio de Almeida Souza⁴
Ricardo José de Paula Souza e Guimarães³
Nelson Veiga Gonçalves³

¹ Universidade Federal do Pará - UFPA
CEP: 66050-060- Belém - PA, Brasil
alcione.pinheiro01@gmail.com.br

² Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA
CEP: 66077-830 - Belém - PA, Brasil
gabia.ufra@gmail.com.br

³ Instituto Evandro Chagas – IEC
CEP: 67030-000 – Ananindeua – PA, Brasil
labgeoiec@gmail.com

⁴ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
CEP: 66077-830 – Belém – PA, Brasil
arlessonsouza@hotmail.com

Abstract: Female Anopheles mosquitoes infected by a Plasmodium protozoan transmits Malaria. Para's State of Brazil presents risk factors such as disordered occupation, inadequate infrastructure, favorable environmental conditions for transmitters vectors and large migration flows linked to major development projects. This fact contributes to the incidence of malaria due to the major environmental changes occurring with its implementation. This study presents a spatial distribution analysis of the regions with malaria cases in the direct area of influence of the Belo Monte's hydroelectric plant, in the period 2008-2012, considering its environmental and epidemiological characteristics. The data used in this research is from SIVEP-Malaria / Brazil's Ministry of Health, Amazon Deforestation Monitoring Project of the Amazon / National Institute for Space Research and the georeferencing localities with positive malaria cases. To the analysis was used the Geographic Information System (GIS), which showed where probably risk factors for the disease will be established, also mapping the fauna Anopheles' vector breeding and localities with malaria incidence. In this context, deforestation has attracted attention for environmental and epidemiological relationship that is now established in the area. The population's living conditions of the study area allowed contact with risk factors, requiring preventive actions for controlling the disease studied.

Palavras-chave: Geoprocessing, Epidemiology, malaria, remote sensing, Geoprocessamento, Epidemiologia, malária, Sensoriamento Remoto.

1. Introdução

A malária está presente em quase todo o mundo, sendo tão antiga quanto à espécie humana, teve sua etiologia descoberta no final do século XIX. Ronald Ross em 1898 confirmou que o vetor transmissor da malária era o mosquito. Anteriormente, em 1880, Charles-Louis Alphonse Laveran foi o pioneiro a identificar o parasita no microscópio, Desowitz (1991).

A malária é caracterizada como uma doença parasitária, sistêmica, produzida por protozoários do gênero *Plasmodium* (ordem Haemosporidia), transmitida ao homem por vetores invertebrados do gênero *Anopheles*, da família Culicidae, subordem Nematocera, ordem Diptera e conhecida clinicamente por um quadro onde predomina a tríade sintomática: febre, calafrio e cefaleia, Brasil (2010).

As quatro espécies associadas à malária humana são: *Plasmodium malariae* (descoberto por Laveran em 1880, Grassi e Faletti em 1890), agente da febre quarta, muito encontrada no continente africano; *Plasmodium vivax* (descoberto por Grassi e Faletti, em 1890), responsável pela terçã benigna; *Plasmodium falciparum* (descoberto por Welch, em 1897), responsável pela terçã maligna; *Plasmodium ovale* (descoberto por Stephens, em 1922), causador de uma forma de terçã benigna, não encontrado no Brasil, existe principalmente no continente africano. Atualmente no Brasil, o *P.vivax* é responsável por cerca de 80% dos casos anuais, seguindo o *P. falciparum* com cerca de 20% e surgindo o *P. malariae* com menos de 1% .

O principal vetor transmissor da malária no Brasil é o *Anopheles Darlingi*. Este gênero compreende cerca de 400 espécies das quais apenas um número reduzido tem importância epidemiológica, Brasil (2006).

A transmissão da malária ocorre por meio da picada da fêmea infectada, baseia-se na existência de uma fonte infectada constituída de anofelinos infectados e de hospedeiros suscetíveis ao meio ambiente dos transmissores. Existem outros mecanismos raros de transmissão como: transfusão sanguínea, uso de seringas contaminadas, acidentes de laboratório e por ocasião do parto.

Atualmente a malária é um problema sério de saúde, pois o número absoluto de casos no ano de 2008, ainda foi superior a 300.000 pacientes em todo o país. Neste contexto, a situação epidemiológica da malária no Brasil é preocupante, pois seu risco não é uniforme. A Amazônia Legal é considerada área endêmica, sendo composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins e parte do Maranhão. Cerca de 99,8% dos casos registrados da doença de todo o país pertence a esta região, Brasil (2010).

O quadro da situação epidemiológica no território brasileiro voltou a se agravar, devido ao intenso processo de ocupação desordenado que se estabeleceu na região amazônica. Tendo em vista a dinâmica da ocupação estimulada pela oferta de oportunidades de emprego, relacionados à construção de rodovias, ferrovias e projetos de hidrelétricas, tais processos estimulam a imigração para a região aumentando o fluxo populacional e alterando os indicadores epidemiológicos, Tauil (2002).

O controle da malária na região amazônica, ainda é um desafio, uma vez que modificações nos fatores bióticos e abióticos do ambiente pode possibilitar a formação de criadouros de formas anofelinas imaturas, que juntamente com as condições inadequadas de proteção individual e coletiva, favorecem o risco de transmissão, Castro e Brás (2007).

Tendo em vista que é necessária a utilização de geotecnologias para gerar análise de dados ambientais que possibilitem identificar padrões de distribuição, tendências, além de identificar áreas de risco de doença em determinado espaço geográfico, tem se tornado necessário, para gerar informações de cenários epidemiológicos que se estabelecem relacionado a impactos ambientais. Tais como os que ocorrem relacionados a grandes projetos desenvolvimentistas, os quais vêm ocorrendo na Amazônia, Veiga et al. (2010).

Em ambientes onde a malária apresenta um papel importante de risco de transmissão, o monitoramento das condições ambientais e epidemiológicas, e de populações de mosquitos adultos é importante para o controle da doença. Novos recursos tecnológicos são necessários para compreensão deste processo, dentre as quais as técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que possibilita uma análise de um grande número de informações e a expressão visual dos resultados desta análise, Vasconcelos (2004).

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo analisar a distribuição dos casos de malária na área de influência direta da usina Hidrelétrica de Belo Monte, no período de 2008 a 2012, utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG).

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

Dentro da área de construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHBM) estão contidos quatro municípios da região sudoeste do Estado do Pará, a saber, Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio e Anapú. Para o desenvolvimento da pesquisa foram escolhidos somente os municípios de Altamira e Vitória do Xingu, devido os mesmos estar contidos dentro da área de influência direta da UHBM e são os que mais sofrerão mudanças no ambiente com a realização da obra e sua implantação, necessitando de monitoramento contínuo (Figura 1).

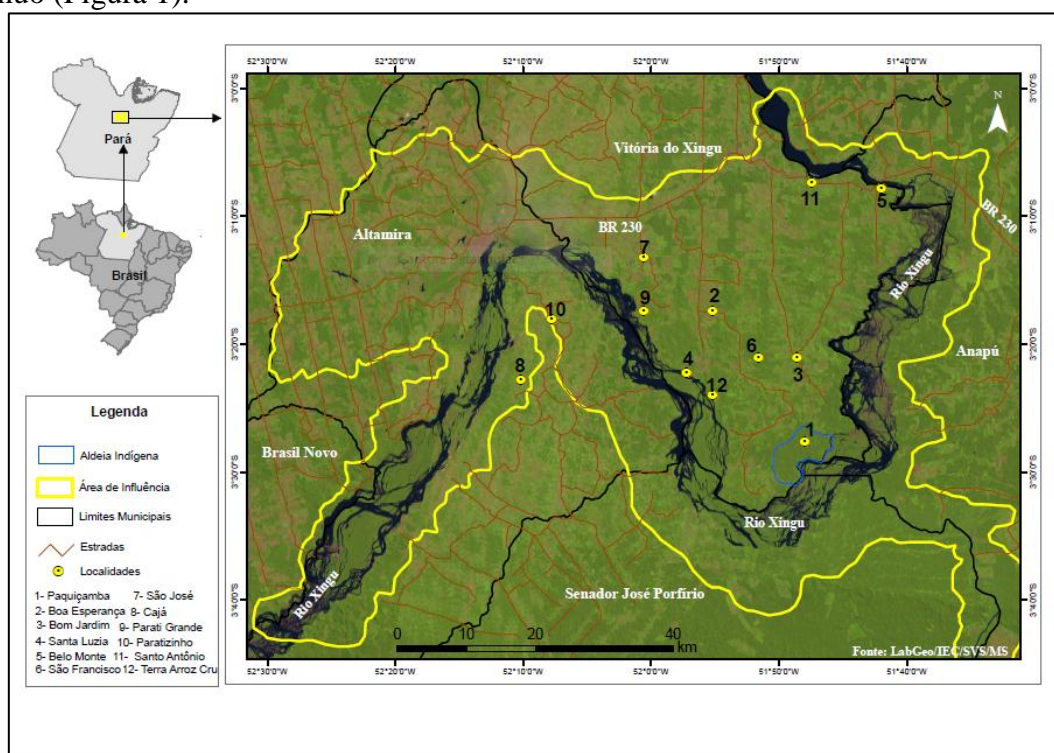


Figura1. Mapa de localização da área de influência direta da UHBM (área de estudo).

O Município de Vitória do Xingu recebe este título recentemente através da Lei 5.701 de 13 de dezembro de 1991, tornando-se uma das mais recentes cidades paraenses, estando localizada na parte central do Estado do Pará. O município encontra-se na margem esquerda do rio Xingu e na margem direita do Igarapé Tucuruí, onde também localiza a sede do município, possui a coordenada geográfica de 02° 52' 48'' de latitude Sul e 52° 00' 36'' de longitude Oeste, com uma população de 13. 431 habitantes.

O Município de Altamira está localizado na região Oeste do Estado do Pará, distante da Capital de Belém a 512 km em linha reta e 720 km pela via rodoviária BR 230-Transamazônica rota de Tucuruí Limita-se ao norte com o município de Vitória do Xingu, Brasil Novo, Medicilândia, Uruará, Placas e Rurópolis, a Leste com o Município de Senador José Porfírio e São Félix, ao Sul, limita-se com o Estado de Mato Grosso e a Oeste limita-se com o Município de Itaituba, Novo Progresso e Trairão, possui a coordenada geográfica 03° 12' 10'' de latitude Sul e 52° 12' 21'' de longitude Oeste, com uma população de 99.075 habitantes, IBGE (2010).

2.2. Materiais

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas bases de dados cartográficos de limites municipais, estradas, hidrografia e sedes dos municípios de Altamira e Vitória do Xingu disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); utilizadas imagens de satélite LandSat, sensor TM-5, na escala 1:250.000 nas órbitas pontos 225/62, 225/63, 226/62 e 226/63 e dados do Sistema de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia do PRODES, referente ao desmatamento do ano de 2008 e 2012 adquiridas gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); do Sistema de Informação e Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-Malária) do Ministério da Saúde, foi adquirido o resumo epidemiológico por local provável de infecção dos casos de malária na região do período de estudo que compreende entre os anos de 2008 a 2012 e utilizado o receptor do Sistema de Posicionamento Global (Garmin 76CSX) para realizar o georreferenciamento dos casos positivos de malária.

2.3. Método

Inicialmente para efeito de criação de referencial teórico conceitual foi realizado uma revisão da literatura sobre os seguintes temas: Epidemiologia, malária, características ambientais e socioeconômicas da área de estudo; Sistema de Informações Geográficas aplicado a Vigilância em Saúde Pública em bibliotecas físicas e eletrônicas científicas.

Foi utilizado os dados epidemiológicos secundários, contidos nas bases de dados epidemiológicas do Sistema de Informação e Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-Malária) do Ministério da Saúde (MS), informações na Secretaria Municipal de Saúde do município de Altamira e Vitória do Xingu, que foram depurados com o uso do Software TabWin 3.6 para tabulação dos dados para retirada de inconsistências, redundâncias e incompletudes e finalizar com a criação do arquivo DBF (Data Base File).

Seguindo a orientação do GUIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLOGICA (2011) a realização do trabalho de campo ocorreu a partir de expedições ao local de ocorrência de casos de malária, sendo a expedição dividida em: pré-campo e campo. O pré-campo foi a fase de preparo e planejamento de documentos e equipamentos necessários em campo; o campo propriamente dito consistiu na realização de reuniões técnicas com autoridades locais de saúde, o reconhecimento prévio das áreas a serem visitadas, construção de rotas de campo, georreferenciamento das localidades onde ocorreram os casos de malária, os locais com presença de criadouros com o uso do dispositivo receptor do Sistema de Posicionamento Global (Garmin 76CSX).

Para a análise temporal do desmatamento ocorrido na área de influência direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UIBM) foi utilizado os dados gerados pelo PRODES. Para a caracterização temporal inicial do desmatamento foram coletados e manipulados os shapefiles dos anos de 2008 e 2012. Exclui-se as classes floresta, hidrografia, nuvens e não floresta, permanecendo apenas a classe desmatamento para análise.

Para processamento dos dados foi utilizado o software ArcGis 10.1 este sistema foi utilizado por possibilitar que algumas operações possam ser executadas, tais como: interrelacionamento das bases cartográficas e às imagens de satélite devidamente georreferenciadas, com composição colorida RGB, banco de dados geográficos, geração de Buffer, correlacionar as bases de dados vetoriais, plotagem dos pontos georreferenciados em campo e geração de mapas

Finalmente, foram criadas expressões visuais demonstrando a distribuição dos casos de malária no período de estudo, do desmatamento no ano de 2008 e 2012, da localização dos criadouros dentro da área de influência direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e a aplicação da função Buffer, que gerou polígonos no entorno dos criadouros a partir de uma distância definida.

3. Resultados e Discussão

A expressão visual mostra a distribuição dos casos de malária por localidade, no período de estudo, todas dentro da área de influência direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Sendo que as localidades georreferenciadas que apresentam maior concentração de casos positivo pertencem ao município de Vitória do Xingu.

Com a localização dos criadouros dentro da área de influência direta da UHBM foi possível analisar onde provavelmente vão se estabelecer fatores de risco para a doença, além do mapeamento dos criadouros de vetores da fauna anofelina. Estudos realizado mostram a forte relação entre variáveis ambientais e epidemiológicas, Veiga (2008).

Ao realizar a função buffer como elemento de referência os criadouros na área de estudo, é possível ter a possibilidade de expressar a dimensão de um fenômeno epidemiológico no espaço, conforme estudos realizados por Santos et al (2009), segundo Rey (1992) e Vasconcelos (2004) o raio de influência do vetor corresponde 2km. Observa-se que os criadouros estão próximos as localidades com casos de malária, onde estas estão com maior risco de transmissão da doença. Conforme Figura 2.

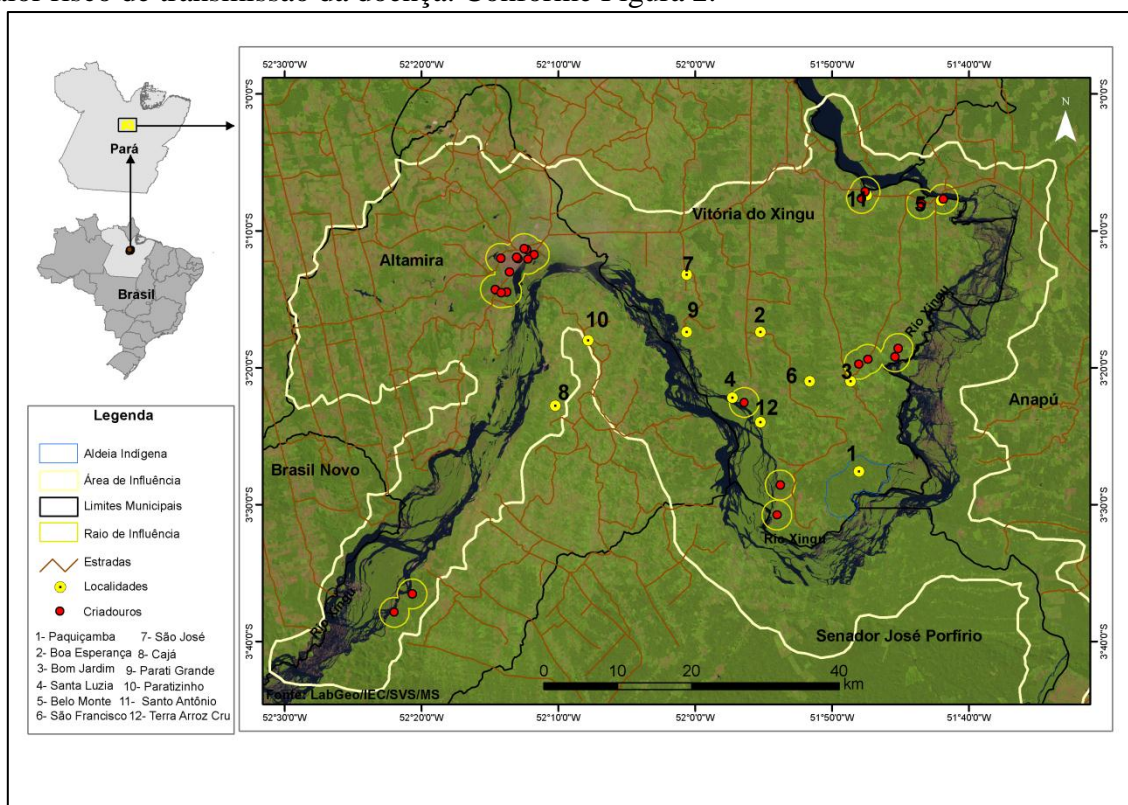


Figura 2. Mapa da distribuição das localidades com casos de malária, localização dos criadouros e buffer na área de estudo, no período de 2008 a 2012.

Conforme as análises dos dados ambientais obtidas através do Prodes que de acordo com a classificação da vegetação são monitoradas as classe de desmatamento, floresta, não floresta, hidrografia, nuvem e outros, todas referente ao ano de 2008 e 2012 da área de estudo. Observou-se que o desmatamento na área de influência direta no período estudado aumentou, sendo que no ano de 2008 foi de 11,35 km². Devido a grande modificação que está ocorrendo no ambiente e com o grande fluxo de pessoas os indicadores epidemiológicos podem sofrer alterações, necessitando que seja realizado o monitoramento na área de estudo.

No ano de 2008 o desmatamento ocorreu com mais intensidade no município de Vitória do Xingu, onde foi registrado um desmatamento de 8.45 km² e o município de Altamira apresentou um nível de desmatamento de 2.91 km².

No ano de 2012. Observou-se que houve um acréscimo no desmatamento na área de influência direta no período estudado, sendo que no ano de 2008 o desmatamento foi de 11,35 km². E no ano de 2012 foi adicionado mais 6,90 km² de degradação ambiental devido as obras do empreendimento, as modificações se estabelecem no ambiente, fazendo que novos indicadores epidemiológicos possam surgir, necessitando que seja realizado o monitoramento contínuo na área de estudo.

Pode ser observado que no ano de 2012 o desmatamento apresenta-se contínuo com mais intensidade no município de Vitória do Xingu, onde foi registrado um acréscimo de 5,02 km² de desmatamento e o município de Altamira apresentou um acréscimo de 1,88 km² de desmatamento despertando a atenção para a relação ambiental e epidemiológica que ora se estabelece na área. Vasconcelos et al (2006). Conforme pode ser observado na Figura 3 e 4.

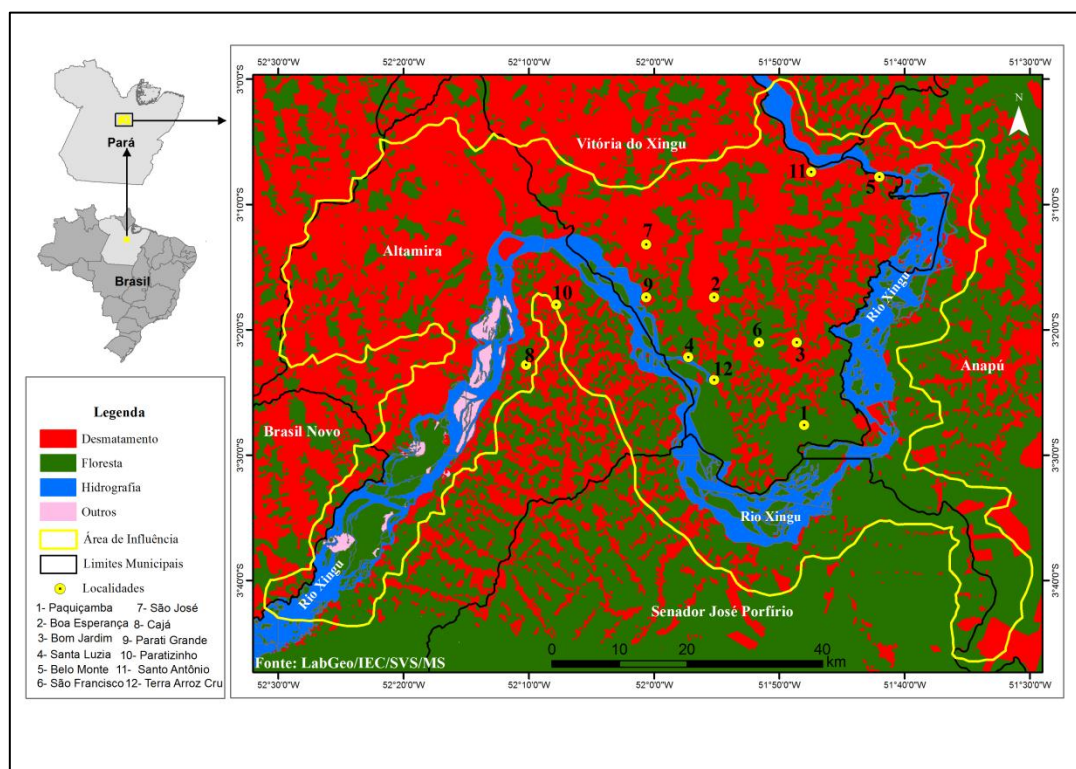


Figura 3. Mapa da classificação ambiental no ano de 2008, na área de influência direta da UHBM.

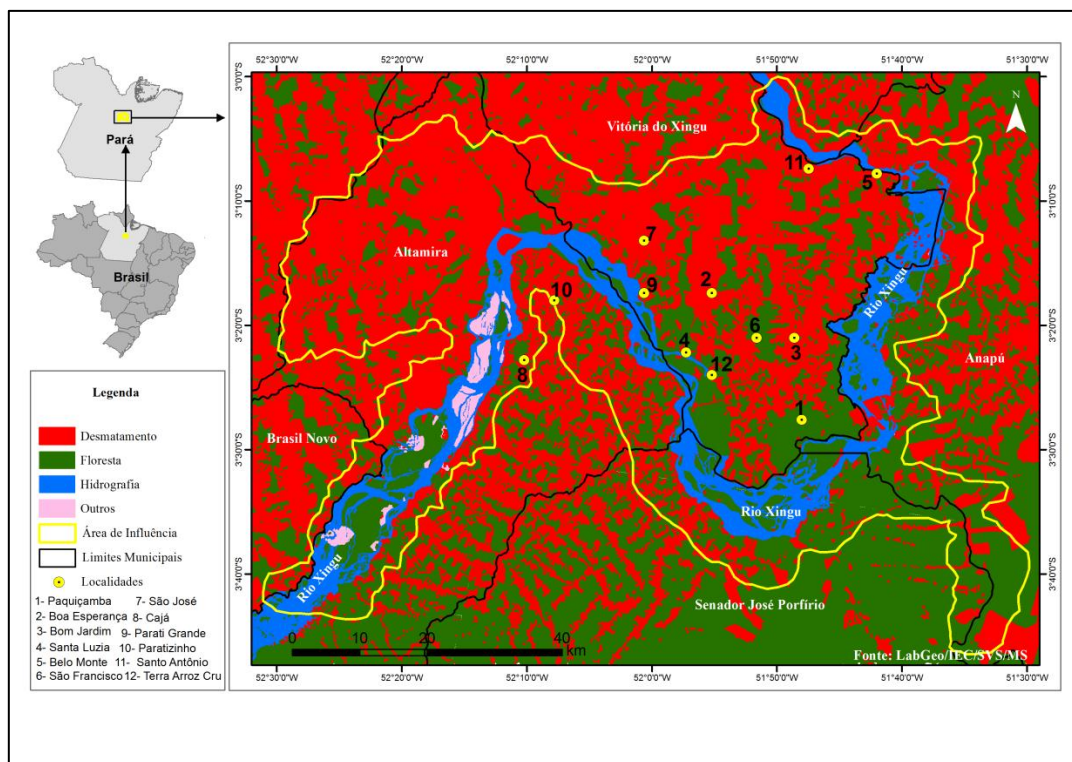


Figura 4. Mapa da classificação ambiental no ano de 2012, na área de influência direta da UHBM.

Finalmente, de acordo com o resumo epidemiológico por local provável de infecção dos casos de malária na região do período de estudo que compreende entre os anos de 2008 a 2012 foi desenvolvida uma série temporal com os dados epidemiológicos para que se pudesse analisar a incidência dos casos de malária, nas localidades estudadas, pertencente ao município de Vitória do Xingu e Altamira. Observa-se que as localidades com maior expressividade foi Bom Jardim com 231 casos e Terra Arroz Cru com 147 casos. Conforme mostra a Figura 5.

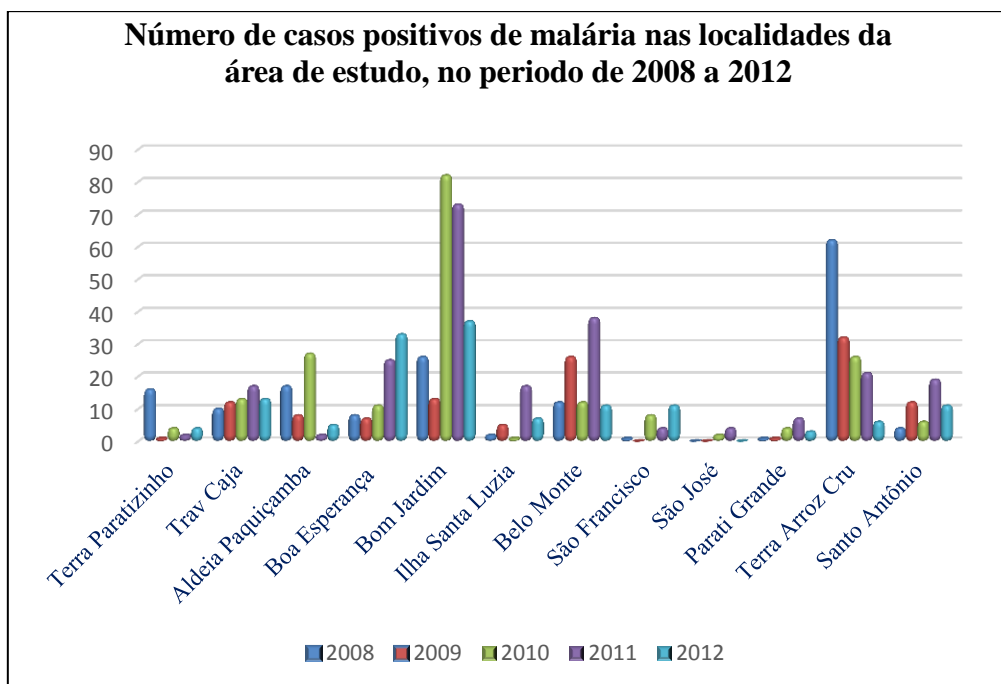


Figura 4. Série temporal dos casos de malária, na área de influência direta da UHBM

4. Conclusões

A utilização das geotecnologias desenvolvidas foram uteis para a compreensão dos processos ecoepidemiológicos, que ora se estabelecem na área da futura Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Os dados gerados podem ser utilizados para apoiar tomadas de decisões na área da saúde pública.

A partir das análises geradas foi possível verificar onde possivelmente deverão se estabelecer fatores de risco para a malária, além do seu dimensionamento, como localização de criadouros de vetores da fauna anofelina, e devido à alteração espacial das coleções hídricas criadouros artificiais poderá surgir. Foi observado ainda que as condições ambientais e as formas de ocupação humana deverão influenciar na alteração dos indicadores epidemiológico na área de estudo.

Referências Bibliográficas

Brasil. Ministério Da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Ações de controle da malária: manual para profissionais de saúde na atenção básica** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.52 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

Brasil. Ministério Da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia prático de tratamento da malária no Brasil / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

Castro, M. C., Bras B. H. S. **Meio ambiente e saúde: metodologia para análise espacial da ocorrência de malária em projetos de assentamento**, Est. Pop., São Paulo, v. 24, n. 2, p. 247-262, jul./dez. 2007

Desowitz, R. S. **The malaria capers: more tales of parasites and people, research and reality**. New York: W.W. Norton, 1991.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE de recuperação automática**. 2010, Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 de outubro de 2014.

REY, L. **Bases da Parasitologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

Santos, V.; ET AL. Fatores socioambientais associados à distribuição espacial de malária no assentamento Vale do Amanhecer, Município de Juruena, Estado de Mato Grosso, 2005. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 42(1):47-53, jan-fev, 2009.

Tauil, Pedro Luiz, 2002. **Avaliação de uma nova estratégia de controle da malária na Amazônia**. Tese de Doutorado. Medicina Tropical. Universidade de Brasília.

Veiga, N.; ET AL. Análise Espaço-Temporal da Incidência da Malária nos Municípios de Bragança e Augusto Corrêa no período de janeiro de 2001 a Fevereiro de 2008.. IN: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – PE. **Anais..**

Veiga, N. G. ; Costa, S. B. N. ; Souza Junior, A. S. ; Goncalves, M. S. V. . Environmental Factors Spacial Analysis of the Malaria Impact in the Belo Monte Dam Influence Area, at Pará State, Brazil, in 2010 and 2011. In: XVth International Medical Geography Symposium, 2013, Michigan/ USA. **Anal**s of the XVth International Medical Geography Symposium. Michigan/ USA: Elsiwier. p. 145.

Vasconcellos, C.H ; Novo, E. M .L.M. ; Donalisio, M. R. Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira, **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22(3):517-526, mar, 2006

Vasconcelos, C.H. **Aplicação de sensoriamento remoto e geoprocessamento para analisar a distribuição da malária na região do reservatório de tucuruí – pa**. São Carlos , 2004. 157f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2004.