

## Análise do cenário epidemiológico da malária no município de Melgaço-PA a partir da aplicação do geoprocessamento

Laryssa de Cássia Tork da Silva<sup>1</sup>  
Alcione Ferreira Pinheiro<sup>2</sup>  
Luis Henrique Rocha Guimarães<sup>1</sup>  
Clístenes Pamplona Catete<sup>1</sup>  
Nelson Fernando Lisboa Soffiatti<sup>1</sup>  
Nelson Veiga Gonçalves<sup>3</sup>  
Ricardo José de Paula Souza e Guimarães<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Evandro Chagas – IEC/ Laboratório de Geoprocessamento  
CEP: 67030-000- Ananindeua - PA, Brasil  
labgeo@iec.pa.gov.br

<sup>2</sup>Centro Regional da Amazônia – CRA/INPE/FUNCATE  
Av. Perimetral, 2651- CEP 66077-830 - Belém - PA, Brasil  
alcione.pinheiro@funcate.org.br

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Pará – UEPA/ Laboratório de Geoprocessamento  
CEP: 66050-540 - Belém - PA, Brasil  
nelsonveiga2009@gmail.com

**Abstract.** In recent years, geotechnologies have become important tools for analyzing the epidemiological distribution of events. Thus, based on the use of geoprocessing, this study aims to promote a spatiotemporal analysis of malaria in Melgaço-PA between 2009 and 2013. First, the epidemiological summary was debugged by the probable location of the infection of malaria cases in the System Epidemiological Surveillance of Malaria (Malaria-Sivep). Following was held georeferencing of 23 localities, where 1,129 cases occurred, using a Global Positioning Receiver (GPS). Thereafter, the data were aggregated to the IBGE cartographic databases and the Landsat-TM images. Finally, visual expressions were created by applying the kernel density estimator for each year of the period studied. The most affected regions were the municipal seat and rural localities of the municipality, Ilha do Laguna and Cidade. It was not observed the existence of a definite pattern of distribution, because despite the existence of clusters, the cases were found in several areas of the county. However, most of the geo-referenced probable infection points were distributed at the margins of flooded areas, with steady water, which is favorable to the dissemination of anopheles vectors. This flooded area is habited by a low income population, predominantly living in wood dwellings, facilitating the entrance of mosquitos and therefore allowing the vector-man contact. This study allowed the dimensioning of the epidemiological scenario of this disease, indicating the location of housing, low conditions of living, and housing as main variables responsible for the risk of acquiring the disease.

**Palavras-chave:** geotechnology; kernel estimation; public health; epidemiology; geotecnologias; estimativa de kernel; saúde pública; epidemiologia.

### 1. Introdução

A malária é uma doença infecciosa febril aguda, que atinge mais de 40% da população em mais de 100 países. No Brasil, aproximadamente 99,5% dos casos laboratorialmente positivados, provêm da Amazônia. No ano de 2012, ocorreram 80.458 casos somente no Estado do Pará (DATASUS, 2012).

A transmissão ocorre através da picada da fêmea do mosquito *Anopheles*, infectada pelo *Plasmodium*. Todavia, o risco de transmissão da malária é heterogêneo nas regiões geográficas, pois a reprodução do mosquito está diretamente relacionada às condições ambientais, socioeconômicas, e culturais vigentes. Os criadouros naturais são encontrados principalmente em áreas alagadas e tranquilas, propícias à reprodução e rodeadas de vegetação. Já os criadouros artificiais são oriundos de áreas naturais antropizadas e

ecologicamente desequilibradas, que favorecem o desenvolvimento das larvas do vetor e a disseminação do agravo. Além disso, deve-se levar em consideração também as mudanças no meio ambiente de temperatura, umidade e pluviosidade; distância dos criadouros em relação aos domicílios; o poder aquisitivo da população afetada, etc. (BRASIL, 2006; SILVA, 2010).

Assis et al. (2011) realizaram a espacialização do risco da malária na região da Lábrea, no Estado do Amazonas, através da aplicação de um método multivariado, que possibilitou a geração de um coeficiente de incidência adaptado local, atuando como uma medida de risco da malária, facilitando as ações de controle específicas para as áreas mais críticas da região.

Gurgel (2003) destacou a importância do uso das geotecnologias ao promover análises epidemiológicas a respeito da dinâmica da malária realizando o cruzamento entre os dados de malária e NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) no Estado de Roraima.

As técnicas de geoprocessamento são encontradas também em diversos estudos no Estado do Pará na tentativa de contribuir no monitoramento de situações de risco e determinar áreas prioritárias para ações de saúde voltadas para o combate da malária. Fernandes (2006) e Vasconcelos (2006) contribuem com trabalhos realizados sobre a distribuição da malária e sua correlação com fatores ambientais e socioeconômicos no Pará e a utilização de geotecnologia para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira.

Semelhantemente, Santos et al. (2013) utilizaram-se destas ferramentas, para analisar a distribuição espacial da incidência da malária entre os municípios do Estado do Pará no ano de 2011. Neste trabalho, foi possível a verificação das áreas com elevada e baixa transmissão da doença, além de possibilitar a associação dessas taxas de incidência com fatores econômicos e socioambientais.

Nesse sentido, nos últimos anos, integrando uma diversidade de dados socioeconômicos, ambientais e geográficos, as geotecnologias tornaram-se uma importante ferramenta em trabalhos que visam à análise da distribuição epidemiológica da malária e de outros agravos em diversas regiões do mundo, possibilitando um rico arcabouço de metodologias e análises científicas que contribuem para a identificação das áreas endêmicas, compreensão da dinâmica de surtos, assimilação dos fatores de riscos e variáveis encadeadas, enfim, potencializando os instrumentos de combate à transmissão das doenças na Amazônia (GURGEL, 2003; VASCONCELOS, 2004).

Nesse sentido, este estudo objetiva promover uma análise espaço-temporal da distribuição dos casos de malária no município de Melgaço-PA entre os anos de 2009 a 2013, utilizando geoprocessamento.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1. Área de estudo**

O município de Melgaço, localizado no Estado do Pará, pertence à mesorregião do Marajó e à microrregião de Portel, fazendo fronteira com os municípios de Portel, Breves, Gurupá, Bagre e Porto de Moz. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas: 01° 48' 30" S e 50° 42' 45" W Gr (SEPOF, 2011) (Figura 1).

Segundo o Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE), estima-se que a população atual do município seja de 26.133 habitantes, concentrada, principalmente, na cidade e distribuída ao longo dos diversos rios da região. Entre as principais atividades econômicas destaca-se o extrativismo vegetal e agricultura de subsistência.

A vegetação predominante é a Floresta Densa dos baixos platôs e a Floresta Densa Aluvial com clima equatorial úmido, marcado por elevada umidade e alta pluviosidade (SEPOF, 2011), que favorecem a reprodução do mosquito da malária. O grau de antropização

da vegetação, todavia, ainda é considerado baixo, em torno de 2.34 % da área total do município (PRODES, 2013).

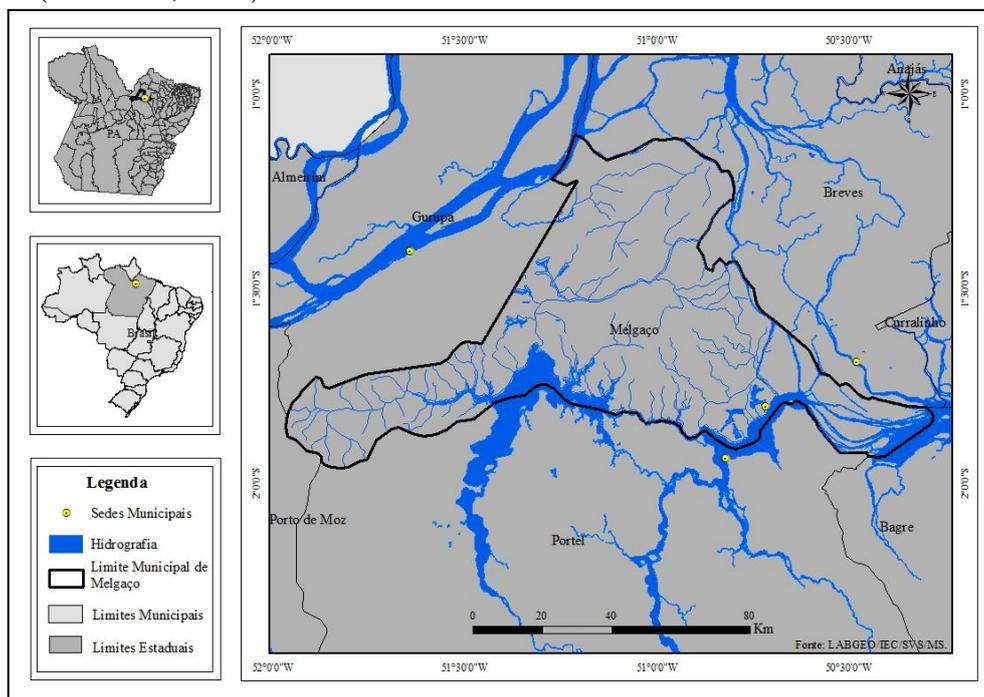


Figura1. Mapa de localização do município de Melgaço.

## 2.2. Materiais

Para a execução deste trabalho foram utilizadas imagens de satélite Landsat-TM 5 adquiridas gratuitamente no Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com as órbitas ponto 224/61, 224/62, 225/61, 225/62 e 226/61; bases cartográficas digitais do município de Melgaço disponibilizadas no site do IBGE; resumo epidemiológico por local provável de infecção dos casos de malária na região entre os anos de 2009 a 2013, obtido no Sistema de Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-Malária); e para o georreferenciamento do agravo foi utilizado o receptor do Sistema de Posicionamento Global (Garmin 76CSX).

## 2.3. Método

Inicialmente, o banco de dados dos casos de malária no município de Melgaço sofreu um processo de depuração com a supressão de inconsistências e a aplicação do critério de exclusão para as localidades onde ocorreram menos de 5 casos por ano e que apresentavam difícil acesso logístico.

Em seguida, foi realizada uma visita de campo para reconhecimento da área e do georreferenciamento dos casos de malária por localidade para a construção de um banco de dados geográfico (BDGEO). Os dados obtidos foram integrados às bases cartográficas e às imagens de satélite devidamente georreferenciadas, com composição colorida RGB, utilizando o software ArcGis/ TerraView. Posteriormente, foram criados mapas demonstrando a distribuição dos casos no período e a aplicação do estimador de densidade de Kernel para todos os anos do período estudado, com o objetivo de identificar padrões de comportamento da incidência do agravo no município e facilitar a compreensão da dinâmica da doença nos últimos anos.

O estimador de densidade de Kernel foi utilizado por ser um interpolador espacial que possibilita a estimação da intensidade de ocorrências dos eventos amostrados em uma determinada área, em relação a sua distância de uma posição referencial. Desta maneira, é



No ano seguinte, este número foi 40 vezes maior que no ano anterior, alcançando 20 localidades de Melgaço, com destaque para a formação de dois clusters, em especial, nas localidades de Cidade (Média concentração), com 70 casos, e de Ilha do Laguna (Alta concentração), com 116 casos, onde localiza-se um grande assentamento agroextrativista, que atrai centenas de trabalhadores, facilitando a transmissão, em função do aglomerado de pessoas. Na região leste do município, possivelmente, devido à dinâmica das atividades econômicas desenvolvidas, que exige o deslocamento dos moradores da sede, especialmente, pelos rios para locais com presença de criadouros, permitiu a descentralização dos casos e o início de um surto de malária na região.

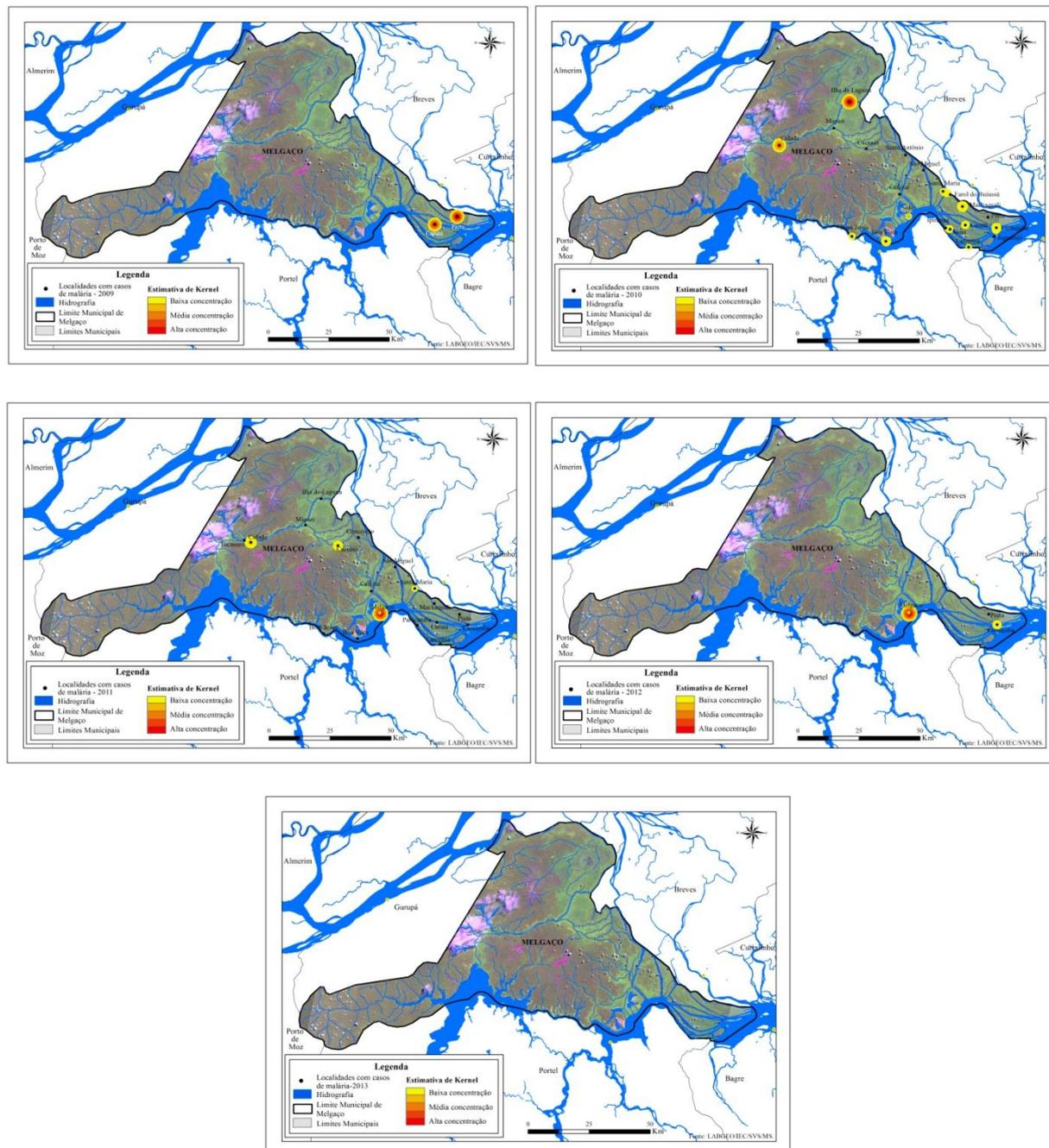


Figura 3. Mapas de Kernel com a densidade dos casos de malária no município de Melgaço por ano no período de 2009 a 2013.

Em 2011, as localidades de Farol do Buiussú, Ipiranga, Jaguarajó, Santo Antônio e Soiaí conseguiram liquidar o número de casos da doença. No entanto, neste ano, o agravo infestou 242 pessoas, possivelmente em razão da maior aglomeração de indivíduos expostos, somado às condições precárias de vida, moradia e saneamento da maioria da população da região. Cidade, Cacujó e Santa Maria também apresentaram um número significativo de casos, 87 e 45 casos, respectivamente. Mas a maior concentração de casos foi na sede de Melgaço, devido à maior densidade demográfica da área.

No ano de 2012, o número de infectados na área urbana de Melgaço caiu bastante, reduzindo-se a apenas 16 casos. Zerando, no último ano do período em análise, o quantitativo de localidades infectadas com mais de cinco casos. Possivelmente, em função da eficácia das ações de profilaxia e proteção à malária, desenvolvidas pelo serviço público de saúde e confirmados pela Secretaria de Saúde do Município com apoio da Regional de Saúde que recobre a área.

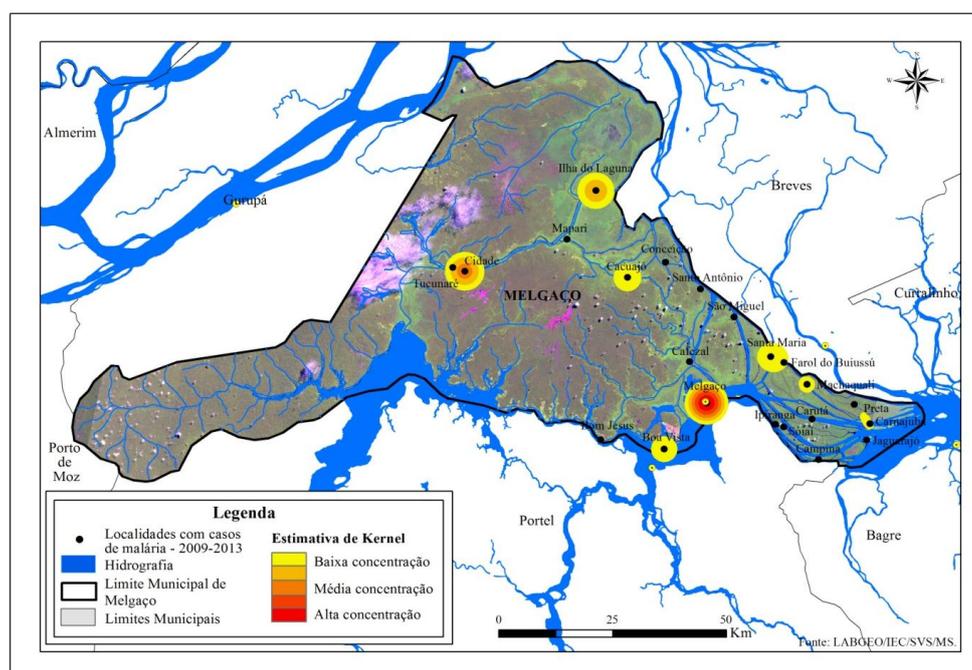


Figura 4. Mapa de Kernel com a densidade dos casos de malária no município de Melgaço no período de 2009 a 2013.

Contudo, no mapa apresentado na Figura 4, que corresponde ao processamento da estimativa de densidade de Kernel dos casos ocorridos entre 2009 e 2013, é possível observar que o maior número de casos ocorreu na área urbana, ou seja, na sede municipal de Melgaço (Alta concentração), e nas localidades rurais de Ilha do Laguna (Média concentração), Cidade (Média concentração), Cacujó (Baixa concentração), Santa Maria (Baixa concentração) e na comunidade extrativista Boa Vista (Baixa concentração). Não apresentando, no entanto, um padrão definido de distribuição na análise temporal, à medida que os casos encontram-se dispersos entre as localidades do município durante o período de estudo, apesar da existência de clusters.

Todavia, a maioria dos pontos de provável infecção georreferenciados encontrava-se distribuído, em especial, ao longo das baías do Melgaço e Portel, dos rios Laguna, Tajapuruzinho, Campina Grande, Soiaí e Mujirum e dos furos do Tajapuru e Buiussú. Ou seja, à beira de áreas alagadas, mansas e favoráveis à disseminação dos vetores anofelinos (Figura 5 e 6). Habitados por uma população de baixa renda e marcados pela presença de domicílios, geralmente de madeira, que facilitam a entrada dos mosquitos e,

consequentemente, o contato vetor-homem (Figura 7). Além das condições de temperatura, umidade, pluviosidade, tipo de vegetação e relevo, benéficas para contaminação.



Figura 5 e 6. Fotos das localidades georreferenciadas no município de Melgaço à beira de rios e furos.



Figura 7. Foto das precárias condições de vida e moradia da população de Melgaço, obtidas na visita de campo ao município.

#### 4. Conclusões

O uso do geoprocessamento permitiu a análise da distribuição das localidades com casos de malária referente ao surto ocorrido no município de Melgaço, possibilitando o dimensionamento do cenário epidemiológico do agravo e assinalando o local de moradia e as baixas condições de vida e habitação como principais variáveis responsáveis pelo risco de contaminação da doença.

Para que novos surtos sejam evitados, sugere-se: medidas de distribuição de mosquiteiros com inseticidas; desenvolvimento de projetos de orientação à população, buscando incentivar medidas de proteção; realização de estudos entomológicos periódicos em parceria com outras instituições de pesquisa científica; e, capacitação dos agentes de saúde na identificação dos casos e tratamento dos pacientes levando-se em consideração a espacialização de dados realizada.

Para o desenvolvimento de novos trabalhos recomenda-se o aprofundamento de estudos temporais que envolvam o cruzamento do cenário epidemiológico com dados pluviométricos e de temperatura da região. Além da investigação epidemiológica do agravo nos municípios que fazem fronteira com Melgaço, em especial os municípios de Breves, Currealinho, Bagre e Portel.

## Agradecimentos

À Secretaria de Saúde do Município de Melgaço pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- Assis, M. C.; Gavlak, A. A.; Monteiro, A. M. V. **Risco Potencial Local de Malária e sua Distribuição Espacial em Lábrea, Amazonas**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. Artigos, p.8405. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0463.pdf>>. Acesso em: out. 2016.
- 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. 52p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. Brasília, 2010. 448 p.
- Carvalho, M. S.; Câmara. Análise espacial de eventos In: G. Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, Embrapa, 2004.
- Datasus. Departamento de Informática do SUS. **Indicadores e Dados Básicos - Brasil – 2012/ IDB-2012**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/matriz.htm>>. Acesso: out. de 2016.
- Fernandes, W.R.S. **Estudo sobre a distribuição da malária no Pará e sua correlação com fatores ambientais e socioeconômicos**, Dissertação Programa de Pós Graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, 2006.
- Gurgel, H. C. **A utilização das geotecnologias em estudos epidemiológicos: o exemplo da relação entre a malária e o NDVI em Roraima**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 09., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1303 - 1310.. CD-ROM, On-line. Disponível em: < [http://mar.tecnico.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.14.31/doc/12\\_308.pdf](http://mar.tecnico.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.14.31/doc/12_308.pdf) >. Acesso em: out. 2016.
- Prodes. **Programa de Desflorestamento da Floresta Amazônica por satélite**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2013. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso em: outubro de 2016.
- Santos, C. A.; Silva, N. C. J. C.; Costa, S. V.; Macedo, M. R. A. **Mapeamento Espacial e Epidemiológico da Malária no Estado do Pará**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 1366. CD-ROM, On-line. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1366.pdf> >. Acesso em: out. 2016.
- Sepof. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Governo do Estado do Pará. **Estatística Municipal: Melgaço**. 2011.
- Silva, N. S. **Epidemiologia da malária: incidência, distribuição espacial e fatores de risco em uma coorte rural amazônica**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. Instituto de Ciências Biomédicas. Programa de Pós-Graduação em Parasitologia. São Paulo, 2010.
- Sivep-Malária/PA. **Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica – Notificação de Casos**. Disponível em: <[http://portalweb04.saude.gov.br/sivep\\_malaria/default.asp](http://portalweb04.saude.gov.br/sivep_malaria/default.asp)>. Acesso em junho de 2014.
- Vasconcelos, C.H.. **Aplicação de sensoriamento remoto e geoprocessamento para analisar a distribuição da malária na região da UHE de Tucuruí-Pará**. 2004. 156 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- Vasconcelos, 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): p. 517-526, 2006.