

Determinação e espacialização dos níveis de exposição do homem ao vetor da malária em Manaus (AM) por mediação da paisagem

Jaidson Nandi Becker
Maria Isabel Sobral Escada
Antonio Miguel Vieira Monteiro

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
jaidson.becker@inpe.br, {isabel, miguel}@dpi.inpe.br

Abstract: The epidemiological risk several times come from the relationship between human and the environment. In a endemic region of malaria such as Amazon, the different ways of using and organizing the environment imply in different levels of human exposure to the vector. Thus, the landscape can be used as an indication, of the presence of vectors and the hosts of malaria due to the association of them with some types of land cover and their spatial arrangements. The main objective of this study is to generate a gradient map of human exposure to malaria vector based on the landscape analysis, using TerraClass 2010 data, represented by cells of 16 km² in the Manaus municipality (AM). The landscape in this work is considerate as a mediator element for the determination and spatialization of human exposure levels to malaria vector. The gradient map resultant of the analysis was compared with the malaria infection data from SIVEP-Malaria 2010, also represented by cells map. The results showed good adherence between the exposure map and the malaria infection data, indicating that landscape is a promising mediator for generation and spacialization of human exposure levels to the malaria vector.

Keywords: host, vector, exposure, landscape.

1. Introdução

As doenças transmitidas por vetores constituem ainda hoje uma das principais causas de mortalidade e morbidade existentes no planeta e, entre elas, a malária se destaca. Estima-se que em 2015 houveram 214 milhões de casos e 430.000 mortes causadas pela doença no mundo (WHO, 2015).

No Brasil o quadro epidemiológico da malária também é preocupante. A doença permanece entre as principais endemias parasitárias brasileiras. Embora em declínio desde 2004, os números ainda são significativos. Em 2014 foram notificados no país 144.111 casos, 1.853 internações e 38 óbitos atribuídos à doença (BRASIL, 2015).

Aproximadamente 99,7% dos casos nacionais concentram-se na Região Amazônica. A Amazônia possui condições ambientais propícias à proliferação do vetor da doença que, associadas ao processo atual de urbanização, criam oportunidades que favorecem a exposição do homem ao vetor (SAWYER, 1992; MONTE-MÓR, 2005; BRASIL, 2010).

Nas ultimas décadas um cenário de intensificação na ocupação humana e de mudanças significativas nos padrões de uso e cobertura da terra tem ocorrido sobre a região Amazônica, ao mesmo tempo em que há comunidades indígenas e grupos tradicionais, há também uma ampla expansão de empreendimentos socioeconômicos transformando a configuração territorial e moldando o urbano em meio à floresta (AB`SABER, 2004; MONTE-MÓR, 2005; CARDOSO e LIMA, 2006; SATLER e MONTE-MÓR, 2009).

É pela relação com o ambiente que o homem se coloca em situação de risco epidemiológico, pois o homem modifica e constrói o ambiente conforme suas necessidades sociais, econômicas e culturais. Em uma região endêmica à malária como a Amazônia, diferentes formas de uso e organização do ambiente implicam em diferentes níveis de exposição do homem ao vetor e, conseqüentemente, de transmissão da doença.

Nos estudos sobre malária, questões relacionadas com o uso e cobertura da terra e o comportamento humano estão entre os principais determinantes e condicionantes do

estabelecimento, persistência e transmissão da doença (BARBIERI, 2005; CASTRO e SINGER, 2005; ALMEIDA, 2009; BARCELLOS et al., 2009, WESOLOWSKI et al., 2010).

Conforme Lambin et al. (2010) a paisagem pode ser utilizada como uma indicação (associação) da presença de vetores e hospedeiros da malária. Ainda segundo Lambin et al., áreas de borda (transição de paisagem) apresentam maior probabilidade de contato entre espécies (vetores e hospedeiros).

Neste contexto, este estudo fez uso da paisagem como elemento mediador para a determinação e espacialização de um mapa de gradiente relacionado com os níveis de exposição do homem (hospedeiro) aos mosquitos transmissores da malária (vetor) no município de Manaus (AM) para o ano de 2010.

2. Área de estudo

Manaus é a capital do Estado do Amazonas e esta entre os municípios mais populosos da Região, conforme censo realizado pelo IBGE em 2010 o município possuía na época 1.802.014 habitantes.

Inserido em região endêmica, Manaus teve notificado 176.644 infecções por malária nos últimos 10 anos (2006 a 2010), o que sozinho corresponde a 6,02% de todas as infecções registradas no Brasil (2.935.385) para o mesmo período (SIVEP-Malária, 2016).

Em 2010, ano dos dados de análise deste estudo, foram notificadas 15.651 infecções por malária para Manaus, o que resultou em um Índice Parasitário Anual (IPA) de 8,68 casos por 1.000 habitantes, valor considerado como de baixo risco de transmissão da doença, segundo as diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2010).

3. Método

Neste estudo a exposição foi considerada como sendo o contato do homem com o vetor da malária. Seguindo este entendimento, a paisagem será utilizada como indicador da presença do hospedeiro e do vetor no ambiente.

Para a análise da paisagem foram utilizados dados de uso e cobertura da terra referentes ao ano 2010 (Figura 1) produzidos pelo Projeto TerraClass (EMBRAPA e INPE, 2016).

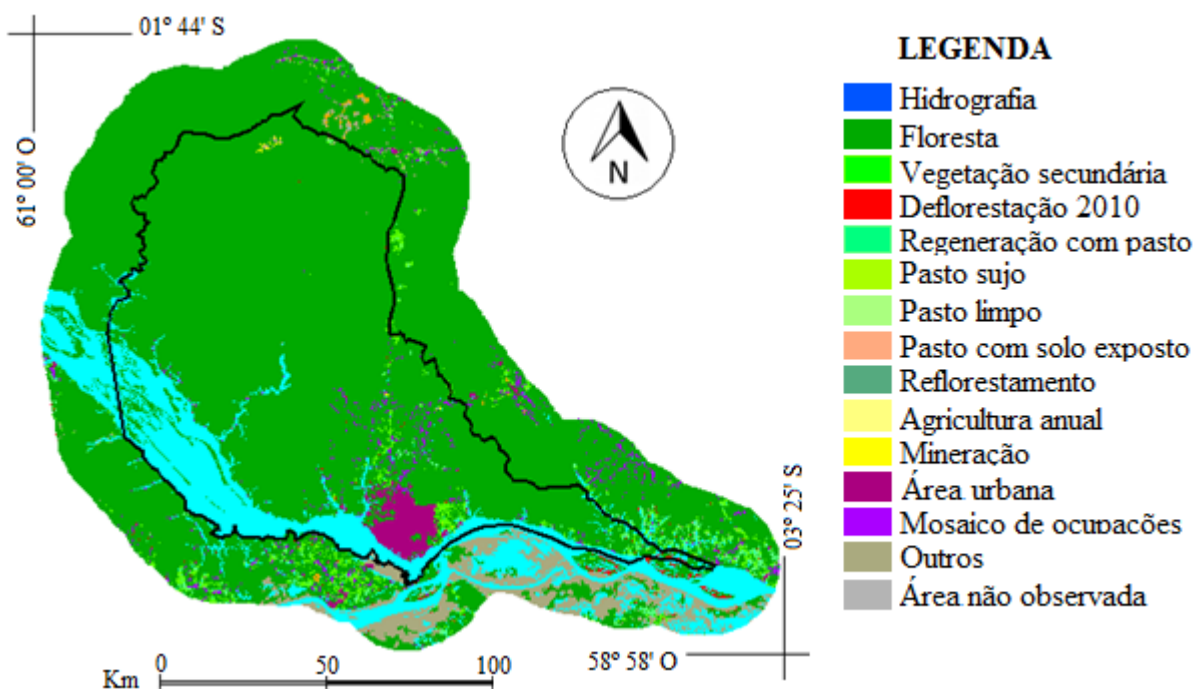


Figura 1. Uso e cobertura da terra em Manaus 2010 - fonte: EMBRAPA e INPE, 2016.

Para a representação da paisagem, uma grade regular com células de 4x4 km foi criada para captura e análise dos padrões de uso e cobertura da terra. As classes de uso e cobertura da terra do TerraClass foram associadas a provável ocorrência de hospedeiros e vetores através um quadro de regras para atribuição de pesos relativo a importância das classes com à exposição do homem ao vetor da malária (Tabela 1). A tabela 1 apresenta a lógica de associação da paisagem à provável presença de hospedeiros e vetores, baseada em limiares de área.

Para a classificação considerou-se o habitat do vetor e as categorias de uso e cobertura da terra associadas à presença humana, indicando de forma indireta o nível de exposição do homem ao vetor da malária. Sabe-se que existem cerca de 60 espécies de vetores da malária no Brasil, sendo o *Anopheles darlingi* o principal vetor da doença no país. O *Anopheles darlingi* cria-se em águas de baixo fluxo, profundas, límpidas, sombreadas e com pouco aporte de matéria orgânica e sais (SOUZA et al, 2004; FORATTINI, 2003).

Quanto ao homem, na Amazônia existe uma ampla diversidade de formas sócio-espaciais tais como cidades, indústrias, projetos de assentamentos, aldeias indígenas, vilas ribeirinhas, comunidades tradicionais, áreas de exploração madeireira, fazendas e áreas de mineração, que espalham-se por toda a região, moldando e transformando a configuração do território (MONTE-MÓR, 2005; CARDOSO e LIMA, 2006). Essas diferentes formas de organização do espaço, se relacionam com as classes de uso e cobertura da terra presentes no TerraClass e indicam maior ou menor presença do homem.

Para a determinação do nível de exposição do homem ao vetor da malária, primeiramente calculou-se dois parâmetros baseados na aplicação das regras estabelecidas na Tabela 1: (a) o maior valor encontrado na célula para a provável presença de hospedeiro e (b) o maior valor encontrado na célula para a provável presença de vetor. Destes dois parâmetros, o de menor valor foi considerado como o nível de exposição. Assim, os níveis de exposição do homem ao vetor da malária foi classificado em cinco níveis: (1) muito baixo, (2) baixo, (3) médio, (4) alto e (5) muito alto, gerando um gradiente representado pela grade celular.

Tabela 1. Regras para atribuição de pesos na avaliação da importância das classes de uso e cobertura com relação à exposição do homem ao vetor da malária.

Classe TerraClass	Presença hospedeiro	Presença vetor
Hidrografia	se área = 0; 0 se área > 0; 1	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2 se área ≥ 0.05%; 3
Floresta	se área = 0; 0 se área > 0; 1	se área = 0; 0 se área < 0.1%; 3
Vegetação secundária		se área < 0.2%; 4 se área ≥ 0.2%; 5
Desflorestamento	se área = 0; 0 se área > 0; 2	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2
Reflorestamento		se área < 0.1%; 3 se área ≥ 0.1%; 4
Regeneração com pasto	se área = 0; 0 se área > 0; 2	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2
Pasto sujo		se área ≥ 0.05%; 3
Pasto limpo	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2 se área ≥ 0.05%; 3	se área = 0; 0
Pasto com solo exposto		se área > 0; 2

Agricultura anual		
Mineração	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2 se área < 0.1%; 3 se área ≥ 0.1%; 4	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2 se área < 0.1%; 3 se área ≥ 0.1%; 4
Área urbana	se área = 0; 0 se área < 0.1%; 3 se área < 0.2%; 4 se área ≥ 0.2%; 5	se área = 0; 0 se área > 0; 1
Mosaico de ocupações	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2 se área < 0.1%; 3 se área ≥ 0.1%; 4	se área = 0; 0 se área < 0.05%; 2 se área ≥ 0.05%; 3
Outros	se área = 0; 0	se área = 0; 0
Área não observada	se área > 0; 1	se área > 0; 1

4. Resultados

A Figura 2 mostra os resultados obtidos a partir da análise da paisagem, que gerou os níveis de exposição do homem ao vetor da malária em Manaus para o ano de 2010, conforme o método proposto.

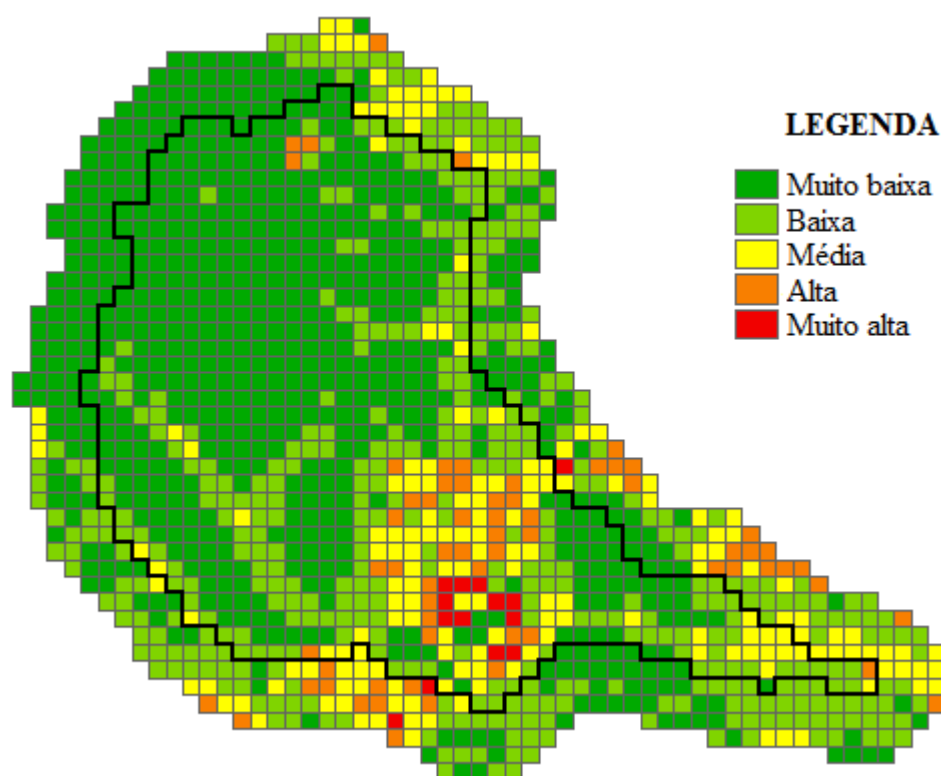


Figura 2. Gradiente de exposição do homem ao vetor da malária em Manaus no ano de 2010.

Os níveis de exposição para Manaus em 2010 resultaram em 471 células como muito baixa, 217 com baixa, 87 com média, 34 com alta e 11 células com muito alta exposição.

A Figura 3 mostra, juntamente com o mapa de gradiente de exposição ao fundo, as células em que ocorreram infecções por malária em 2010 conforme dados disponibilizados pelo Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica para a Malária (SIVEP-Malária, 2016).

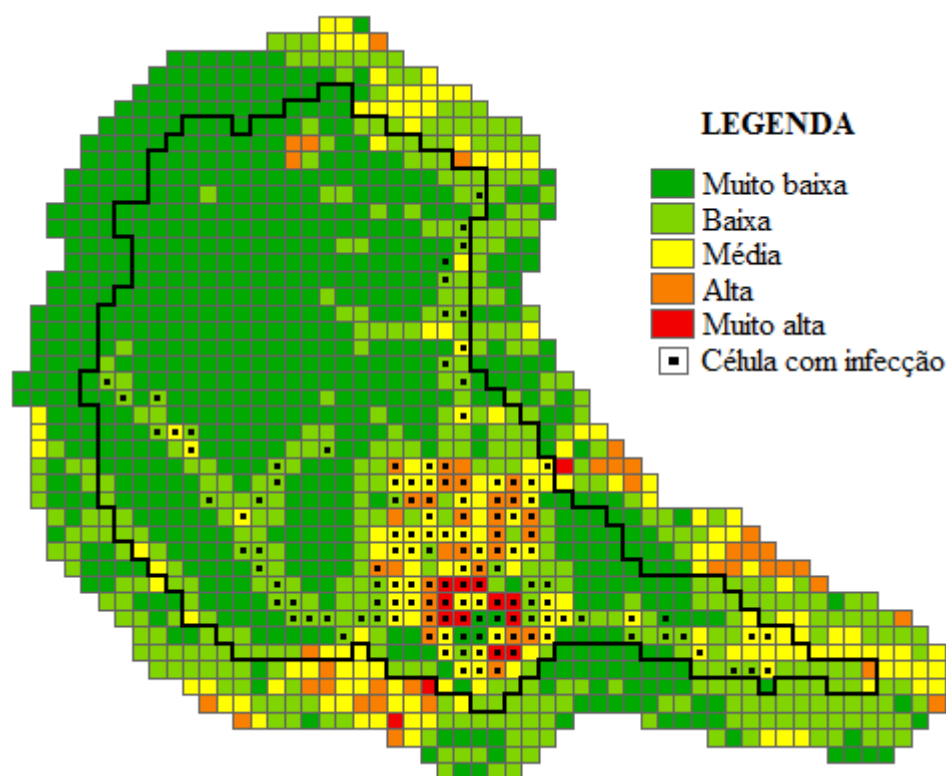


Figura 3. Níveis de exposição e células com infecção por malária em 2010.

A Tabela 2 evidencia uma relação entre os níveis de exposição das células e as infecções, na qual se observa que as células com muito baixa exposição tiveram o menor percentual de presença da ocorrência de infecções (0,85%), e que este valor vai gradualmente aumentando até chegar a 100% nas células com níveis de exposição muito alta.

Tabela 2. Número de células segundo níveis de exposição e a ocorrência de infecção.

Nível de exposição	Número de Células	Número de células com infecção	Percentual de células com infecção
1 - Muito baixa	471	4	0,85
2 - Baixa	217	40	18,43
3 - Média	87	47	54,02
4 - Alta	34	22	64,71
5 - Muito alta	11	11	100,00

5. Considerações finais

O estudo apresentou resultados promissores, considerando a simplicidade do método proposto e das análises. Este trabalho, antes de tudo, explora uma abordagem, baseada em limiares de área, para verificar a possibilidade do uso da paisagem como elemento mediador para a determinação e espacialização dos níveis de exposição do homem ao vetor da malária.

Métricas de paisagem mais elaboradas, com algoritmos mais robustos, utilizando técnicas mais refinadas como a mineração de dados espaciais, que considerem atributos de forma, de borda e de composição da paisagem, não apenas atributos e limiares de área como utilizado nesse trabalho, devem fornecer parâmetros mais completos para a classificação dessas paisagens quanto ao gradiente de exposição, desta forma, gerando melhores resultados. Além

disso, o emprego de outros dados contextuais, adicionados aos dados de uso e cobertura da terra, podem ser utilizados para melhorar o mapeamento da exposição.

Referências Bibliográficas

- AB`SABER, A .N. **Amazônia: do discurso a práxis**. São Paulo: Edusp, 2004.
- ALMEIDA, R. D. **O uso de geotecnologias para o mapeamento da malária no Município de Vitória/ES**. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, n. 5, 2009.
- BARBIERI, A. F. **Uso do solo e prevalência de malária em uma região da Amazônia brasileira**. Caderno de Geografia, n. 24. Belo Horizonte/MG, 2005.
- BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C. et al. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, 2009.
- BRASIL. **Boletim epidemiológico**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, vol. 46, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância epidemiológica**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica, 7ª edição. Brasília/DF, 2010.
- CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F. **Tipologias e Padrões de Ocupação Urbana na Amazônia Oriental: para que e para quem?** In: CARDOSO, A. C. D. (Ed.). O rural e o urbano na Amazônia: diferentes olhares em perspectivas. EDUFPA, Belém, 2006.
- CASTRO, M. C.; SINGER B. H. **Land use choices in the tropical forest frontier: the potential role of malaria**. Annual Meeting of the Population Association of America, Philadelphia, PA, 2005.
- FORATTINI, O. P. **Culicidologia médica**. Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 2003.
- LAMBIN, E. F. TRAN, A. VANWAMBEKE, S. O. LINARD, C. SOTI, V. **Pathogenic landscapes: Interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts**. International Journal of Health Geographics, 2010.
- MONTE-MÓR, R.L. **What is the urban in the contemporary world?** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, n. 21, 2005.
- Projeto TerraClass. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php>. Acesso em: agosto 2016.
- SATLER, D.; MONTE-MÓR, R. L. **As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrio na Amazônia brasileira**. Nova Economia, Belo Horizonte, 2009.
- SAWYER, D. R. **Malaria and the environment**. Brasília, Instituto Sociedade População e Natureza, 1992.
- Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica para a Malária. Disponível em: <http://200.214.130.44/sivep_malaria/>. Acesso em: agosto 2016.
- SOUZA, J. M. et al. In: Veronesi, R.; Focaccia, R. **Tratado de Infectologia**. Atheneu, 2ª edição. Rio de Janeiro/RJ, 2004.
- WESOŁOWSKI, A. EAGLE, N. TATEM, A. J. SMITH, D. L. NOOR, A. M. SNOW, R. W. BUCKEE, C. O. **Quantifying the Impact of Human Mobility on Malaria**. Science, 2010.
- WHO. **World malaria report**. World Health Organization Library, 2015.