

Estudo de casos de malária em Roraima a partir de técnicas de análise espacial

Helen da Costa Gurgel^{1,3}

Jean-Marc Zaninetti²

Jean-Marie Fotsing³

¹ Institut de Recherche pour le Developpent (IRD) – US140 ESPACE
IRD Brésil - CP 7091 - Lago Sul, 71619 – 970, Brasília-DF, Brasil
helen.gurgel@gmail.com

² Laboratoire CEDETE, EA 1210, Université d'Orléans
UFR Lettres, Langues et Sciences Humaines
10, rue de Tours, BP 46527 F - 45065 Orléans cedex 2, França
jean-marc.zaninetti@univ-orleans.fr

³ Institut de Recherche pour le Developpent (IRD) – US 140 ESPACE
Centre IRD d'Orléans- 5, rue du carbone 45072 Orléans cedex, França
jean-marie.fotsing@orleans.ird.fr

Abstract. Malaria is one of the main problems of public health over the Amazon. The Brazilian Roraima State registers one of the worse levels of incidence in the region. As this illness is influenced by factors of different natures (environmental, social-economic, etc), the knowledge of space-time dynamics of the malaria cases can shed light on important information about the relationship between these factors. Spatial analysis applied to this type of study has demonstrated to be a powerful tool. We used a method of spatial analysis to identify epidemiological peaks based on the model of Poisson, so that we could analyze the evolution of the malaria cases observed in Roraima between 1998 and 2002, in 51 main localities of the state. The results had shown the spatial evolution of two strong epidemiological peaks. After relating these finding to the main events that occurred in the region, it was possible to identify the main environmental, and also the public policies factors that must be analyzed in more details to get a better plan for the malaria control.

Palavras-chave: spatial analysis, spatio-temporal dynamics, health, malaria, Amazon, análise espacial, dinâmica espaço-temporal, saúde, malária, Amazônia.

1. Introdução

A malária, assim como a AIDS e a tuberculose, fazem parte das doenças que registram o maior número de morbidade no mundo. Elas causam a cada ano e de maneira progressiva a morte de milhões de pessoas. Estas doenças são atualmente reconhecidas pela comunidade internacional como o principal problema de saúde pública que ameaça o desenvolvimento de diversos países (OMS, 2004 e TGF, 2005).

Atualmente, em torno de dois milhões de pessoas estão expostos ao risco de infecção malárica, ou seja, 40% da população mundial. Todos os anos, a malária contamina entre 150 e 300 milhões de pessoas, sendo que mais de um milhão e meio de mortes são atribuídas a cada ano a esta doença, cujas principais vítimas são crianças. De acordo com a OMS, atualmente na África morre uma pessoa a cada 15 segundos e cerca de 2.500 crianças de menos de cinco anos morrem cotidianamente. Nas regiões de florestas tropicais dos países da bacia amazônica, onde se registra mais de 91% dos casos de malária do continente americano, o Brasil conta com 53% do total de casos, seguido da Colômbia (14% dos casos) e do Peru (10%) (PAHO, 2006).

No Brasil, cerca de 600.000 casos são registrados por ano e 99,5% na região da Amazônia Legal. Os fatores que influenciam a dinâmica das doenças transmissíveis como a malária na

Amazônia são múltiplos, dentre eles podemos destacar: os fatores ambientais (vegetação, clima, hidrologia); os sócio-demográficos (migrações e densidade populacional); além dos biológicos (ciclo vital dos insetos vetores de agentes infecciosos) e dos médico-sociais (estado imunitário da população humana; efetividade dos sistemas locais de saúde e dos programas específicos de controle de doenças, etc) (PAHO, 2003 e SVS, 2005). Como esses fatores são dinâmicos e bastantes variáveis espacialmente, conhecer como se comporta a dinâmica dos casos de malária tanto a nível temporal como espacial numa determinada região se torna uma informação fundamental para compreender a relação entre os diversos fatores que influencia essa doença.

Atualmente uma das maneiras de analisar conjuntamente a dinâmica espaço-temporal de diversas doenças tem sido através de ferramentas de geotecnologias. Através do Sistema de Informações Geográfica (SIG), por exemplo, as informações de origens diversas podem ser armazenadas e integradas através de uma base de dados relacionais, o que permite ao utilizador de analisar e estabelecer relações entre as diversas variáveis ligadas ao contexto espacial e temporal. Pode-se elaborar e testar hipóteses, supervisionar e avaliar as intervenções, bem como desenvolver modelos preventivos para elaborar e programar operações de prevenção (Fotsing, 2003 e Zaninetti, 2005). Devido a estas características, as ferramentas de geotecnologias, em especial o SIG, podem tornar-se não somente um instrumento para a análise espacial dos dados, mas igualmente para o controle da informação, o que é extremamente útil para a tomada de decisão nos estudos de epidemiologia e de saúde (Camara e Monteiro, 2001 e Graham et al., 2004).

O estado de Roraima teve um aumento significativo de casos de malária nas últimas décadas, passando de cerca de 10.000 casos anuais no início da década de 70 para mais de 35.000 casos no final da década 90. Durante esse período fluxos migratórios súbitos e intensos marcaram a história desse estado, como o que se observou no período 1987-1990, ocasionado pela as atividades de garimpo de ouro no oeste do estado. Mais recentemente, os fluxos migratórios, oriundos principalmente da região nordeste do país, ocorreram em função da oferta de pequenas parcelas de terra, oferecidas por programas realizados pelo INCRA e pelo governo do estado, para assentamentos agrícolas, ocasionando diversas alterações em sua cobertura vegetal (Barbosa et al., 1997). Apesar de em seu território ocorrerem apenas cerca de 5% dos casos brasileiros de malária, Roraima apresenta um dos maiores número de casos por habitantes: em 2005 foram registrados 81,7 casos por 1.000 habitantes, ficando atrás apenas do Acre (85,3 casos por 1.000 habitantes). A fim de estudar a relação entre a dinâmica da malária e da dinâmica territorial de Roraima, além de analisar a potencialidade do uso das geotecnologias nesse tipo de estudo, o objetivo deste trabalho é de caracterizar a dinâmica espaço-temporal dos casos de malária em Roraima através de técnicas de análise espacial.

2. Dados e metodologia

A maior parte da série temporal de dados disponíveis sobre o número de casos de malária em Roraima é agrupada a nível estadual ou a nível municipal. Devido à extensão do estado (224.000 Km²) e dos seus municípios (entre 47.500 e 2.000 Km²) é difícil espacializar detalhadamente a ocorrência dos casos de malária. Os dados a um nível mais fino, como os de localidades, estão disponíveis apenas a partir de 1997. Eles estão armazenados em um banco de dados informatizado nomeado SISMAL (Sistema de Informação sobre a Malária), gerenciado pela a Fundação Nacional de Saúde. A partir de 2003 esse banco de dados foi alterado, e passou a se chamar SISVEP (Sistema de Vigilância Epidemiológica), e a ser administrado pela SVS-MS (Secretaria de Vigilância em Saúde - Ministério da Saúde). Essa mudança altera a organização da base de dados, e torna difícil o cruzamento das informações entre as duas bases distintas. Além disso, os dados do ano 1997 apresentam lacunas, como a

falta do número de exames realizados, por exemplo. Por estes motivos escolhemos utilizar os dados registrados entre 1998 e 2002 para realizar uma análise espacial ao nível de localidades. Como este período apresenta picos de fortes aumentos e de fortes diminuições do número de casos, foi possível analisar duas fases diferentes da evolução da malária em Roraima.

Devido ao grande número de localidades existentes na base de dados do SISMAL (1.422) e da dificuldade da obtenção da localização geográfica exata de todas, decidimos realizar as análises em 51 localidades, que representam cerca de 70% do número de casos de malária e de 80% da população de Roraima entre 1998 e 2002.

A análise dos dados foi realizada a partir do método denominado de análise espacial de “identificação dos picos epidemiológicos localizados”, que é baseada numa análise de risco que se fundamenta sobre o postulado que uma concentração espacial de um evento constitui um agregado apenas à condição que esta concentração não seja simplesmente proporcional à densidade da população de base subjacente, mas representa efetivamente uma frequência local claramente mais elevada do fenómeno analisado (Zaninetti, 2005 e Gurgel, 2006). Esta análise é baseada no modelo de Poisson e foi realizada através do programa SaTScanTM (Kulldorff et al., 2005).

3. Resultados e discussões

A seguir serão apresentados dois tipos de análises espaço-temporal que foram realizadas no conjunto de dados que havia disponíveis.

3.1. Evolução espacial da malária entre 1998 e 2002

A análise da evolução espacial da malária foi baseada no cálculo de incidência (número de casos mensais por 1.000 habitantes) de cada localidade utilizando interpolação ponderada a partir de uma vizinhança gaussiana de 120 Km. Os principais agregados de risco epidemiológico foram obtidos a partir do método de picos epidemiológicos localizados. A discretização da incidência foi realizada em oito classes homogêneas de igual intervalo com limites ajustados.

A partir dos resultados obtidos (**Figura 1**), é possível analisar a evolução espacial da malária entre 1998 e 2002 em Roraima. Durante este período dois fortes picos epidemiológicos são registrados. Para melhor perceber a evolução da doença, foi espacializado cinco grandes períodos de acordo com a intensidade da incidência mensal de casos. Analisando os mapas, pode-se constatar que:

a) O primeiro período, que se estende sobre os nove primeiros meses de 1998 (**Figura 1a**), tem uma incidência mensal média de 3,45 casos por 1.000 habitantes. Durante este período a incidência mais elevada é constatada no extremo noroeste do estado. Nesta região localizam-se as aldeias indígenas de Auaris e de Surucucu na reserva indígena Yanomami. A incidência na região chega a mais de 30 casos por 1.000 habitantes, dez vezes mais que a média do estado. Durante este ano, foi sinalizada a presença constante de garimpeiros na reserva, principalmente na região de Surucucu. Entre dezembro de 1997 e março de 1998, importantes incêndios florestais também foram registrados após a forte seca, sobretudo na região central do estado (Ab’Saber, 1998).

b) O segundo período (**Figura 1b**) estende-se de outubro de 1998 a maio de 1999. A incidência mensal média sobe para 6,45 casos por 1.000 habitantes. A maior incidência continua se localizando no extremo noroeste, principalmente na localidade de Auaris. A região central do estado registra um aumento fulgurante, tendo por epicentro a cidade de Caracaraí. É interessante observar que a epidemia acompanha a estrada BR-174 e atinge as localidades a oeste da capital Boa Vista.

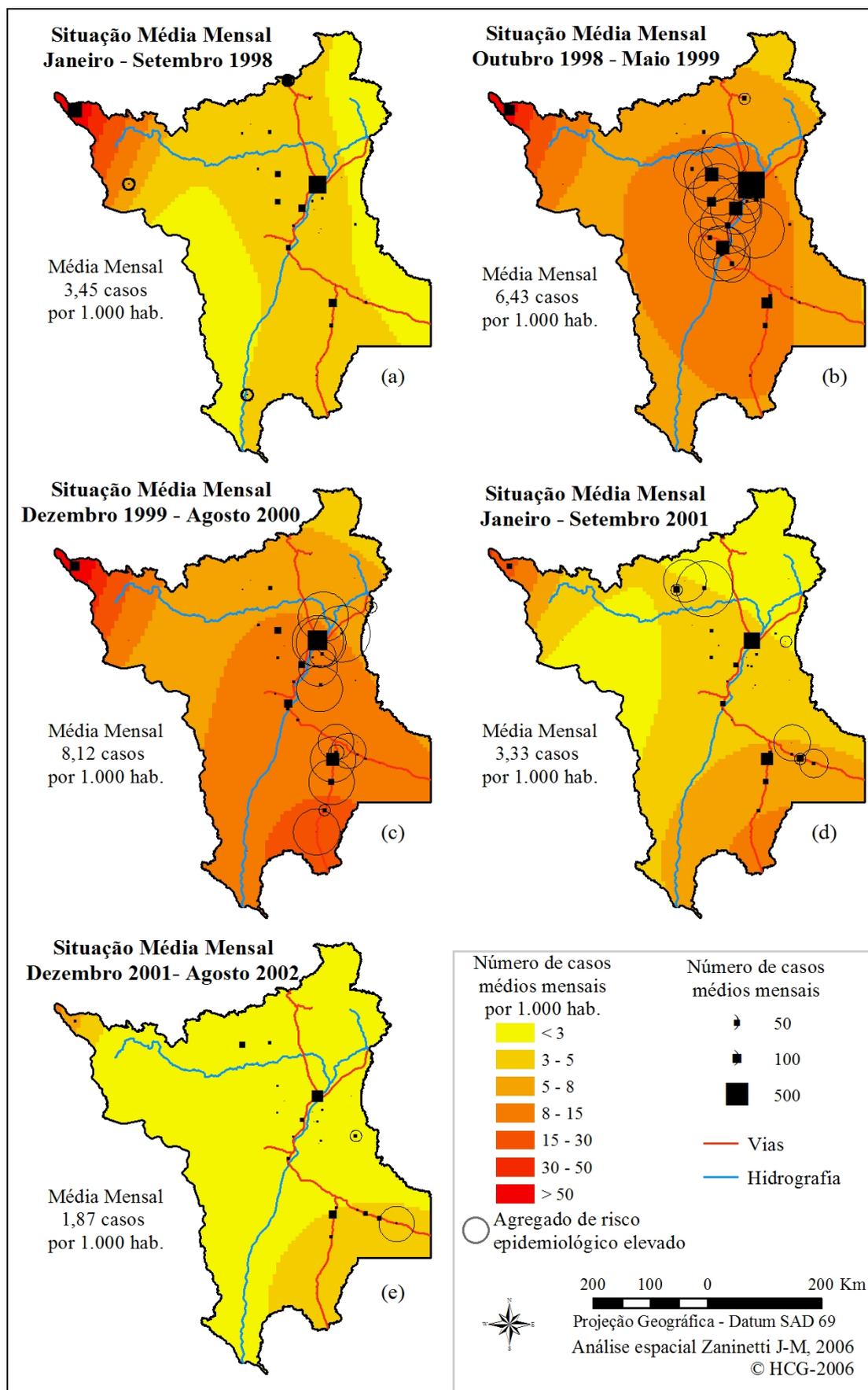


Figura 1 - Evolução espacial malária em Roraima entre 1998 e 2002

c) O terceiro período (**Figura 1c**), de dezembro de 1999 à agosto de 2000, registra o segundo e mais forte pico epidemiológico entre 1998 a 2002. A incidência média mensal aumenta para 8,12 casos por 1.000 habitantes. Contudo, a epidemia desloca-se para o sul e a região mais atingida torna-se o extremo sul do estado, tendo a cidade de Equador como epicentro. Esta região faz parte do município de Rorainópolis, onde se encontram várias colônias agrícolas, criadas nos anos 90. A região de Auaris, na reserva Yanomami, também continua a ser atingida fortemente pela doença. Os artigos de jornais da época mostram que garimpeiros continuavam presentes na região (O Globo, 21/09/2000 “*Garimpeiros invadem área Ianomâmi*”, artigo do jornalista Rubens Valente). Este ano é também marcado por uma pluviometria acima da média.

d) O quarto período (**Figura 1d**), de janeiro à setembro de 2001, é caracterizado por uma forte diminuição da ocorrência da malária. A incidência média mensal volta ao mesmo nível que em 1998: 3,33 casos por 1.000 habitantes. A região ao sul de Mucajaí registra uma diminuição considerável. No entanto, a malária está ainda bastante presente no extremo oeste e sul. Durante este ano inicia-se o programa de luta contra a malária (PIACM). Este programa é caracterizado, sobretudo pela descentralização das ações. A partir de 2000, ONGs começam a realizar um intenso trabalho de saúde junto a população Yanomami. Além disso, a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), em parceria com a polícia federal começam a retirar os garimpeiros da região (CCPY, 2001).

e) O último período (**Figura 1e**), entre dezembro de 2001 e agosto de 2002, apresenta uma forte queda nos casos de malária, a incidência média mensal chega ao seu nível mais baixo do período, 1,87 casos por 1.000 habitantes. Às incidências mais elevadas continuam no centro do sul do estado e na região de Auaris, e giram em torno de 5 casos por 1.000 habitantes. É importante assinalar que as precipitações registradas nessa região foram abaixo da média entre 2001 e 2002.

De maneira sucinta, constata-se que os momentos de mais forte incidência da malária produzem-se entre o fim de um ano e o início do ano seguinte. Além disso, os dois picos epidemiológicos desencadearam-se em três regiões distintas de Roraima: na região central, ao redor da capital Boa Vista; na região do sul, no município de Rorainópolis; e na região de Auaris extremo noroeste da reserva Yanomami, onde se registraram as mais elevadas taxas de incidência do estado e importantes eventos tanto sócias como ambientais ocorreram nessas regiões. Para uma melhor avaliação da dinâmica dos casos é interessante também saber quando se iniciam as epidemias e em quais localidades.

3.2. Evolução espacial e temporal do início dos picos epidemiológicos da malária nas principais localidades de Roraima entre 1998 e 2002

Na seção precedente observou-se que os picos epidemiológicos entre 1998 e 2002 não começaram de maneira homogênea e nem ao mesmo tempo em todas as localidades. Para melhor compreender esta diferença espacial e temporal, um mapa de evolução dos riscos foi realizado com a data do início da epidemia e a intensidade de agregado de risco epidemiológico de cada uma das cinquenta e uma localidades estudadas (**Figura 2**).

A partir deste mapa vêem que o primeiro desencadeamento epidemiológico aparece na região de Surucucu, na reserva de Yanomami, em junho de 1998, bem como em duas cidades no extremo sudoeste e nordeste, Pacaraima e Santa Maria do Boiaçu. Em outubro de 1998, a epidemia começa a aparecer nas localidades da região central de Roraima, em redor da cidade de Mucajaí. A epidemia ganha as localidades do lado ocidental de Boa Vista até dezembro de 1998. A partir de junho de 1999, uma nova onda de casos começa. Desta vez, atinge as cidades situadas no nordeste de Boa Vista. A capital de Roraima aparece assim como uma

ponte entre as localidades do oeste e do leste da região central. O que faz espalhar a malária por toda a parte central do estado entre 1998 e 1999.

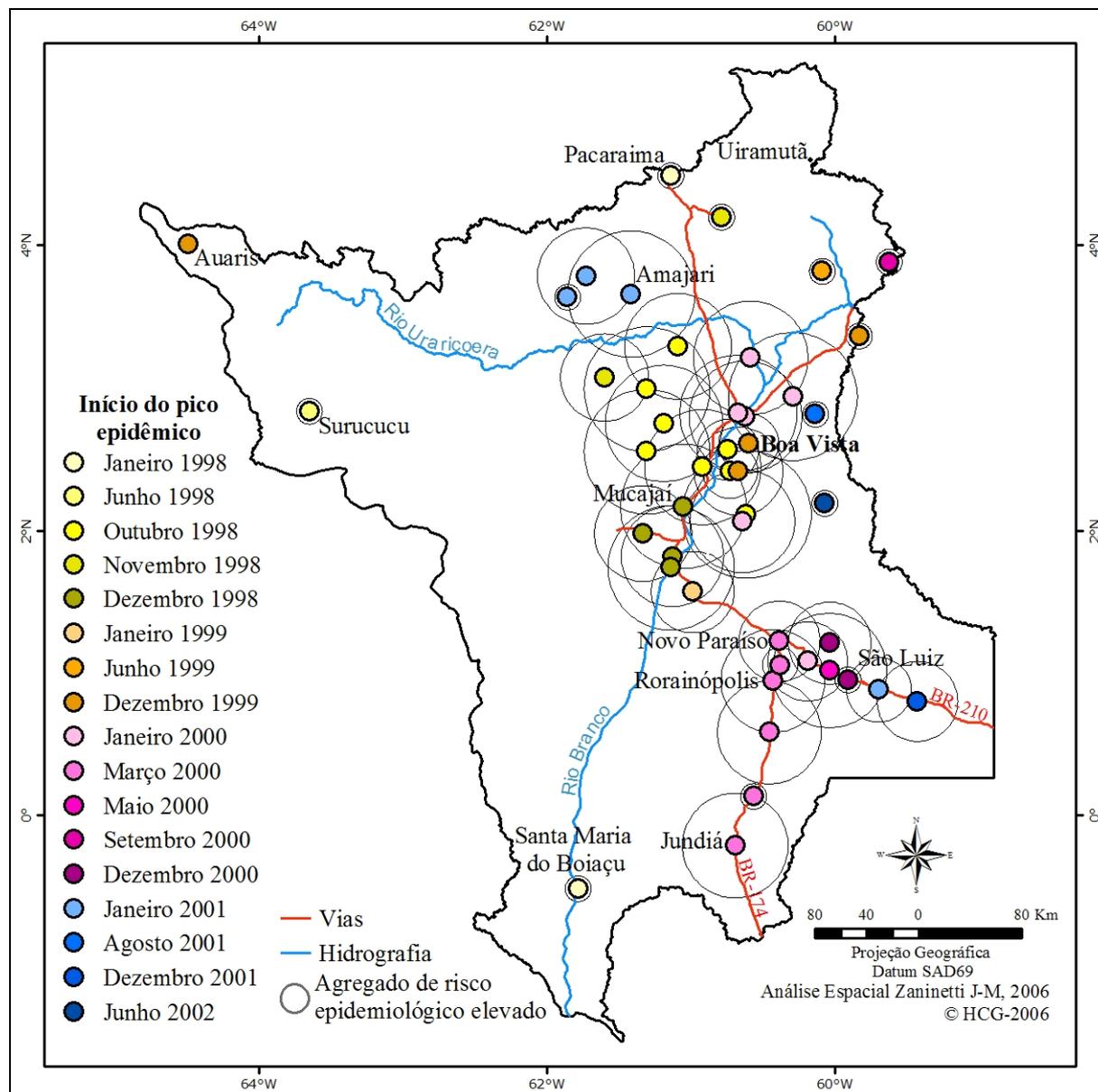


Figura 2 - Concentração de riscos epidemiológico nas principais localidades de Roraima entre 1998 e 2002

A partir de 2000, a epidemia de malária desloca-se para o sul. Em março deste ano, ela sobe a estrada BR-174 pelo sul e atinge as localidades entre Novo Paraíso e Jundiá. A localidade de Novo Paraíso localiza-se sobre a encruzilhada entre a BR-174 e a BR-210 (Perimetral Norte). Entre maio e setembro, a epidemia segue assim a BR-210 e atinge as cidades ao sul da estrada, como São Luiz. A partir de 2001, todas as localidades da BR-210 conhecem o desencadeamento do seu período mais intenso de malária. Isso indica-nos que provavelmente a epidemia de 2000 começou ao sul e propagou-se para o norte subindo a BR-174, a estrada que liga Manaus à Boa Vista, seguindo pela BR-210, ligando Boa Vista à região sudeste do estado.

A partir de 2001, uma epidemia de malária começa ao norte de Roraima, na região de Amajari. As localidades situadas no extremo nordeste do estado e a região do município de Uiramutã não apresentam picos epidemiológicos entre 1998 e 2002. Isso indica que essa região foi pouco atingida pela malária durante esses anos, mas deve-se considerar este resultado com prudência porque o município de Uiramutã foi criado apenas em 1998. As infra-estruturas de cuidados à saúde na região eram praticamente ausentes, o que pode conduzir uma sub-notificação dos casos devido à falta de locais para realizar o exame de diagnóstico da malária.

Resumidamente, as epidemias desencadeiam-se em localidades próximas ao mesmo momento. Certas cidades, como Boa Vista e Novo Paraíso, constituem uma "ponte", permitindo a chegada da epidemia em outras localidades. As localidades mais isoladas conheceram o início dos picos epidemiológicos em momentos distintos. Isso mostra que a proximidade desempenha um papel importante para a divulgação das epidemias de malária no estado e que as vias de comunicação servem como uma importante ponte para a mobilidade da doença.

4. Conclusões

A partir da análise da distribuição temporal da malária em Roraima é possível observar que importantes eventos ocorreram durante a evolução desta patologia, já a análise da distribuição espacial permitiu observar que ela atinge o estado de forma bastante heterogênea. Estes eventos e esta diversidade na distribuição espaço-temporal da malária são vinculados ao mesmo tempo tanto a fatores sócio-demográficos (movimento da população, proximidade de cidades, etc.), quanto a fatores ambientais (seca, chuvas intensas, florestas, cerrado, etc.) e a fatores ligados a políticas públicas (programas de colonização agrícola, falta de infra-estruturas de cuidados à saúde, etc.). Essa análise dos casos de malária permite observar quais são os principais fatores que devem ser analisados mais criteriosamente para realizar um melhor planejamento para um controle mais eficaz dessa doença tão presente na Amazônia brasileira.

Os resultados alcançados também mostram o potencial do uso das ferramentas de geotecnologias, em particular o de análise espacial para estudos epidemiológicos. Confirmando assim que o uso destas ferramentas representa um importante avanço para o estudo e a compreensão de doenças estreitamente ligadas a fatores de naturezas diversas.

Agradecimento

Os autores agradecem a US-140 ESPACE e a UMR ENS/IRD TEMPS do Institut de Recherche et Developpement e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), processo número BEX 1481-00-2, por viabilizar a realização deste estudo.

Referências

Ab'Saber A.N. Roraima: os paradoxos de um grande incêndio ao fim do milênio. **Estudos Avançados**, v.12, n.33, p.227-231, 1998

Barbosa, R. I.; Ferreira, E. J. G.; Castellón, E. G. **Homem, Ambiente e Ecologia no estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997, 613 p.

Camara G.; Monteiro A.M.V. Geocomputation techniques for spatial analysis: are they relevant to health data? **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.5, p.1059-1071, 2001.

Comissão Pró-Yanomami (CCPY) **Boletim Pró-Yanomami Onlien 19**: Funai tem operação de desintrusão programada para setembro. CCPY, 2001. Disponível em <http://www.proyanomami.org.br/boletimMail/yanoBoletim/html/Boletim_19.htm>. Acesso em: mar. 2005.

Fotsing J.M. Qu'apportent les SIG à la recherche scientifique ? In: Colloque international Géomatique et applications n°1, **Anais...** Orléans, 13-14 mars 2003. Presses Universitaires d'Orléans, p.5-9, 2003

Graham A.J., Atkinson P.M.; Danson F.M. Spatial analysis for epidemiology. **Acta Tropica**, v.91, n.3, p.219-225, 2004.

Gurgel, H.C. **Paludisme et dynamiques environnementales dans l'Etat du Roraima au Brésil**. 2006. 277p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Paris X, Paris, 2006. Disponível em: <http://www.orleans.ird.fr/site/these_gurgel.pdf>. Acesso em: jun. 2006.

Kulldorff Martin e Information Management Services, Inc., **Software for the spatial and space-time scan statistics**, 2005. Disponível em: <<http://www.satscan.org/>>. Acesso em: fev. 2005

Organisation Mondiale de la Santé (OMS) **Malaria epidemics : forecasting, prevention, early detection and control : from policy to practice : report of an informal consultation**, Leysin, Switzerland 8-10 December 2004. Geneva: World Health Organization, 2004, 48p.

Pan American Health Organization (PAHO) **Status report on malaria programs in the Americas (Based on 2002 data)**. Washington, D.C.: Pan American Health Organization - 44th Directing Council, 2003, 49p.

Pan American Health Organization (PAHO) **Regional Core Health Data Initiative**. Disponível em: <<http://www.paho.org/English/SHA/coredata/tabulator/newTabulator.htm>>. Acesso em: set. 2006.

Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) **Publicações: vigilância epidemiológica**. Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde. Disponível em : <<http://dtr2001.saude.gov.br/svs/pub/pub00.htm#>>. Acesso em: dez. 2005.

The Global Fund (TGF) **Le Fonds mondial de lutte contre le SIDA, la tuberculose et le paludisme**. Disponível em: <<http://www.theglobalfund.org/fr/>>. Acesso em: jun. 2005.

Zaninetti J.-M. **Statistique spatiale, méthodes et applications géomatiques** Paris-Londres: Hermes Science Publishing Lavoisier, 2005. 320p.