

Análise espaço-temporal da doença de Chagas e seus fatores de risco ambientais e demográficos no município de Barcarena, Pará, Brasil

Space-temporal analysis of Chagas disease and its environmental and demographic risk factors in the municipality of Barcarena, Pará, Brazil

Alcinês da Silva Sousa Júnior¹, Vera Regina da Cunha Menezes Palácios¹,
Cláudia do Socorro Miranda¹, Rodrigo Junior Farias da Costa¹, Clístenes Pamplona Catete¹,
Eugenia Janis Chagasteles^{III}, Alba Lucia Ribeiro Raithy Pereira¹, Nelson Veiga Gonçalves¹

RESUMO: *Introdução:* A doença de Chagas é uma parasitose considerada um grave problema de saúde pública. No município de Barcarena, Pará, de 2007 a 2014, ocorreu a maior prevalência dessa doença no Brasil. *Objetivo:* Analisar a distribuição dessa doença relacionada às variáveis epidemiológicas, ambientais e demográficas, na área e no período do estudo. *Métodos:* Foram utilizados dados epidemiológicos e demográficos da Secretaria Municipal de Saúde de Barcarena e imagens de satélites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Os dados de desmatamento foram obtidos por classificação de imagens de satélites, utilizando rede neural artificial. As análises de significância estatística foram realizadas com o teste do χ^2 , e as de dependência espacial entre as variáveis, com as técnicas de Kernel e Moran. *Resultados:* A curva epidemiológica indicou um padrão sazonal da doença. O maior percentual dos casos foi em indivíduos do sexo masculino, pardos, adultos, analfabetos, da zona urbana e com provável contaminação oral. Foi confirmada dependência espacial dos casos da doença com os diferentes tipos de desmatamento identificados no município, bem como aglomerados de casos em áreas urbanas e rurais. *Discussão:* A distribuição da doença não ocorreu de forma homogênea, possivelmente pela dinâmica demográfica do município, com intensos fluxos migratórios que causam os desmatamentos. *Conclusão:* Foram observadas diferentes relações entre as variáveis estudadas e a ocorrência da doença no município. As tecnologias utilizadas foram satisfatórias para a construção dos cenários epidemiológicos da doença. *Palavras-chave:* Epidemiologia. Análise espacial. Doença de Chagas.

¹Universidade do Estado do Pará – Belém (PA), Brasil.

^{II}Instituto Evandro Chagas – Levilândia (PA), Brasil.

^{III}Secretaria Municipal de Saúde – Barcarena (PA), Brasil.

Autor correspondente: Alcinês da Silva Sousa Júnior. Travessa Perebebuí, 2.623, Marco, CEP: 66087-662, Belém, PA, Brasil. E-mail: alcinesjunior@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar – **Fonte de financiamento:** nenhuma.

ABSTRACT: Introduction: Chagas disease is a parasitosis considered a serious problem of public health. In the municipality of Barcarena, Pará, from 2007 to 2014, occurred the highest prevalence of this disease in Brazil. **Objective:** To analyze the disease distribution related to epidemiological, environmental and demographic variables, in the area and period of the study. **Methods:** Epidemiological and demographic data of Barcarena Health Department and satellite images from the National Institute For Space Research (INPE) were used. The deforestation data were obtained through satellite image classification, using artificial neural network. The statistical significance was done with the χ^2 test, and the spatial dependence tests among the variables were done using Kernel and Moran techniques. **Results:** The epidemiological curve indicated a disease seasonal pattern. The major percentage of the cases were in male, brown skin color, adult, illiterate, urban areas and with probable oral contamination. It was confirmed the spatial dependence of the disease cases with the different types of deforestation identified in the municipality, as well as agglomerations of cases in urban and rural areas. **Discussion:** The disease distribution did not occur homogeneously, possibly due to the municipality demographic dynamics, with intense migratory flows that generates the deforestation. **Conclusion:** Different relationships among the variables studied and the occurrence of the disease in the municipality were observed. The technologies used were satisfactory to construct the disease epidemiological scenarios.

Keywords: Epidemiology. Spatial analysis. Chagas Disease.

INTRODUÇÃO

A doença de Chagas (DC) é uma doença infecciosa, causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*) e que tem como vetor os insetos triatomíneos conhecidos como barbeiros, entre outros nomes¹. Os quadros graves de DC são caracterizados por comprometimentos cardíacos e digestivos². Essa doença pode ser transmitida ao homem de diversas formas — vetorial, oral, transfusional, dentre outras³⁻¹⁰.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 5,7 milhões de pessoas estejam infectadas pelo *T. cruzi* em todo o mundo, sendo que o Brasil apresentou uma das maiores frequências dessa doença nas últimas décadas — cerca de 1,1 milhão de indivíduos infectados¹¹. Esse fato está relacionado, entre outros fatores, ao desenvolvimento de atividades antrópicas de desmatamentos e ocupações de áreas ambientalmente frágeis¹²⁻¹⁵, o que reduz as fontes naturais de alimentação e abrigo dos triatomíneos, que passam a se alimentar de animais domésticos e, eventualmente, do próprio homem, condicionando processos de peridomicialização e domicialização da doença^{12,13,16}.

No Brasil, a maioria dos casos diagnosticados de DC é crônico, embora, nos últimos anos, a DC aguda (DCA) tenha ocorrido de forma expressiva, geralmente relacionada ao consumo de alimentos contaminados pelo patógeno, como caldo de cana, açaí, palmito de babaçu, jaci (coquinho), bacaba e buriti^{13,15,17-20}. A região Amazônica é considerada historicamente endêmica para DCA, sendo frequente a ocorrência de surtos, em forma de microepidemia familiar, em áreas urbanas e rurais^{17,22-25}.

No estado do Pará, a DC apresenta um perfil epidemiológico com evidências de surtos por transmissão oral em alguns municípios, como Belém (48 casos), entre os anos de 1968 e 2010; Abaetetuba (19 casos), de 1998 a 2010; Ananindeua (9 casos), de 2003 a 2010; Barcarena (8 casos), de 2002 a 2010; entre outros^{23,25}. Essa possível forma de transmissão demonstra a complexidade da cadeia epidemiológica dessa doença. No período de 2007 a 2014 foram diagnosticados 884 casos — agudos e crônicos — de DC em 39 municípios desse estado, sendo que, na microrregião de Belém, são notificados, anualmente, cerca de 130 casos novos e autóctones^{11,26}.

Entre esses municípios encontra-se Barcarena, que apresentou, no período de estudo, o quarto maior número de casos confirmados de DC e a maior prevalência dessa doença no Brasil, com taxa de 89,38 casos por 100 mil habitantes²⁶. Esse indicador assume importância epidemiológica em razão do fluxo migratório decorrente do seu intenso processo de industrialização ocorrido nas últimas décadas, que está relacionado a fatores de risco socio-demográficos dessa doença no município, como atividades laborais insalubres, baixo nível de escolaridade e adensamento populacional^{13,16}.

Considerando a relação da epidemiologia da DC com variáveis ambientais e sociodemográficas ocorridas de forma diferenciada em tempos e lugares, as geotecnologias têm auxiliado na produção das análises ecoepidemiológicas^{27,28}. Assim, diversas análises da distribuição espacial dessa doença têm utilizado técnicas de Geoprocessamento (GEO)^{29,30}.

As redes neurais artificiais (RNAs) são técnicas de inteligência artificial (IA) baseadas no processo cognitivo de aprendizagem, utilizadas na epidemiologia para classificação automática de informações ambientais e demográficas, entre outras. Utiliza-se essa técnica de IA na área da saúde devido ao seu potencial de levantar informações contidas em imagens de satélites, relacionadas às características dos ambientes onde ocorrem os fenômenos nosológicos³¹.

Considerando a possibilidade de uma relação espacial entre as variáveis epidemiológicas, ambientais e demográficas, este estudo objetivou analisar, no período compreendido entre os anos de 2007 e 2014, a distribuição da DCA e as diferentes características intrarregionais do município de Barcarena devido à alta prevalência da doença, em relação ao estado do Pará.

MÉTODOS

Este trabalho, descritivo e transversal, partiu de uma revisão da literatura sobre a epidemiologia da DC e sua relação com variáveis ambientais e demográficas. Foram incluídos no estudo os 83 casos confirmados de DCA, notificados de forma compulsória pela Secretaria de Saúde do Município de Barcarena (SESMUB), sendo todos residentes desse município no período de 2007 a 2014.

Por se tratar de dados oriundos de fontes secundárias, não foi necessária a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

Os dados epidemiológicos — gênero, faixa etária, etnia, escolaridade e provável tipo de contaminação — foram obtidos no Sistema de Informação de Agravos Notificáveis (SINAN); os dados demográficos — zonas, distritos e localidades —, no banco de dados do Censo 2010, por meio de bases cartográficas, na projeção SIRGAS 2000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os dados ambientais — desflorestamento, tipos de cobertura e uso do solo —, por sua vez, foram obtidos classificando automaticamente uma imagem do satélite LandSat TM-5, na escala 1:250.000, adquirida no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para tal, foi utilizada uma RNA, com algoritmo *Back Propagation*. A classificação considerou a primitiva gráfica cor, com a taxa de aprendizagem de 0.9 e número de interações igual a 100. Posteriormente, foi calculada a área total de cada classe ambiental, utilizando a técnica *calculate geometry*, no sentido de uma avaliação quantitativa de sua ocorrência no município.

No sentido de filtrar os dados das variáveis retirando incompletudes, redundâncias e inconsistências, foi realizado um processo de depuração, utilizando o programa TabWin 3.6.

Na sequência, foram feitas três expedições ao local de estudo. Na primeira, realizou-se reuniões com as comunidades e os gestores municipais das áreas da saúde e ambiental no intuito de apresentar o projeto e firmar parcerias para o seu desenvolvimento. Na segunda foram georreferenciadas as variáveis estudadas, tais como os endereços dos pacientes com casos confirmados de DCA e o tipo de cobertura e uso do solo. E na terceira foi realizado o georreferenciamento da malha rodoviária e hidroviária do município, no sentido de reconstituir digitalmente seus logradouros, ruas, rios e vicinais, visando à atualização das bases de dados cartográficas em decorrência da necessidade de expressar visualmente a localização correta das variáveis estudadas.

O georreferenciamento dos endereços das residências de todos os 83 pacientes com DCA foi realizado com a utilização de um receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Essa técnica foi necessária para a indexação desses endereços nas bases de dados cartográficas dos distritos do município no sentido do inter-relacionamento das variáveis ambientais e demográficas, objetivando a implementação do Banco de Dados Geográficos (BDGEO), com o *software* ArcGis 10.2.

Os indicadores gerados pelas análises descritivas e inferenciais das variáveis epidemiológicas e demográficas foram apresentados por meio de uma tabela e de um gráfico, utilizando os programas Epi Info 7 e Bioestat 5.0. Para os testes de hipóteses, foi utilizado o teste do χ^2 de aderência, por possibilitar a avaliação da significância estatística das variáveis citadas, com resultado significativo para um valor $p < 0,05$.

Neste estudo, foram utilizados como unidades espaciais de análise os territórios das cinco regiões administrativas de Barcarena — Sede, Morucupi, Vila do Conde, Ilhas e Estradas —, devido a sua capacidade de representar as características intrarregionais do município, em conformidade com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Barcarena³².

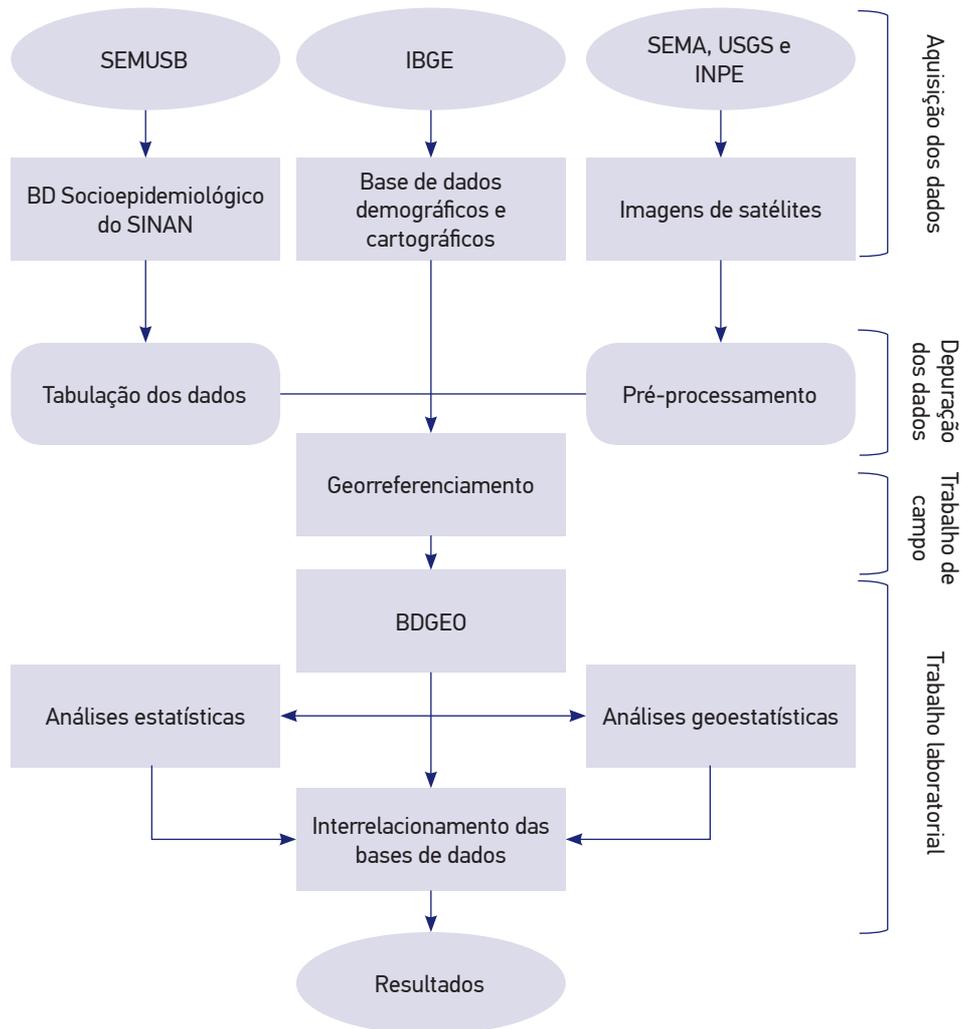
O índice (I) de Moran utilizado foi o bivariado, para avaliar a autocorrelação espacial entre as áreas com desmatamentos e com casos de DCA que, ao serem variáveis espacializadas, admitem hipóteses de autocorrelação “negativa” ou “inversa” ($I < 0$), “aleatoriedade” ($I = 0$) e “positiva” ou “direta” ($I > 0$) — todas com significância estatística espacial para um valor $p < 0,05$ ³³.

Para avaliar o padrão de distribuição de casos, utilizou-se o método estatístico de estimação de curvas de densidades denominado Kernel, com distância de até 300 metros entre os casos^{30,34}. Essas análises foram geradas por meio dos *softwares* ArcGis 10.2 e TerraView 4.3.3.1. A sistematização gráfica da metodologia adotada pode ser observada na Figura 1.

RESULTADOS

Os 83 casos confirmados de DCA no município de Barcarena ocorreram de forma diferenciada nas 5 regiões administrativas, sendo que o maior número de casos foi observado na região Sede (29), seguido pelas regiões Morucupi (24), Ilhas (16), Estradas (8) e Vila do Conde (6).

A análise dos casos ocorridos no período de estudo mostrou alta prevalência dessa doença em Barcarena em relação ao estado do Pará, com taxa de 89,38 casos por 100 mil habitantes



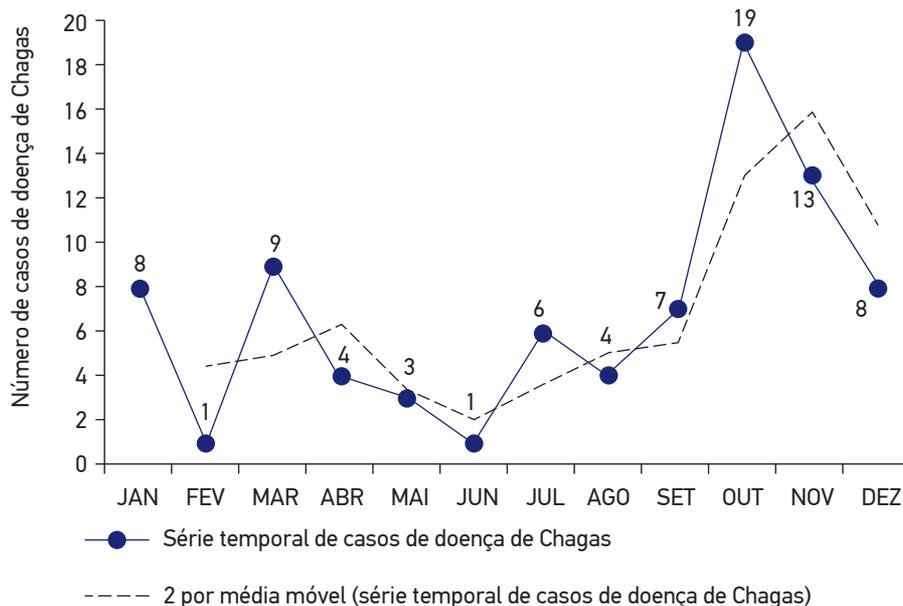
SESMUB: Secretaria de Saúde Municipal de Barcarena; IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; SEMA: Secretaria Estadual de Meio Ambiente; USGS: *United States Geological Survey*; INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; BD: Banco de Dados; BDGEO: Banco de Dados Geográficos; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação.

Figura 1. Sistematização da metodologia de trabalho.

e letalidade de 6,02% (5 a cada 83 casos). A curva epidemiológica de notificações por mês no período de estudo evidenciou um padrão de distribuição sazonal, com menor número de casos e tendência decrescente nos primeiros semestres da série. Contudo, foram observados picos ou aumentos expressivos no número de casos nos segundos semestres, sobretudo nos meses de outubro, como apresentado na Figura 2.

A análise do perfil epidemiológico mostrou que a variável gênero não teve significância estatística. O maior percentual de casos de infecção ocorreu na etnia parda (74,70% – 62/83); na faixa etária adulta – 18 a 59 anos (56,63% – 47/83); entre os analfabetos (66,27% – 55/83); entre os residentes da zona urbana (53,01% – 44/83); e pela possível fonte de transmissão oral (69,88% – 58/83). Foi observado que todas as variáveis epidemiológicas e demográficas foram significantes, com valor $p < 0,05$, exceto o gênero, que apresentou o valor p igual a 0,3799 (Tabela 1).

A classificação de imagens digitais de satélites utilizando a RNA identificou áreas no município onde ocorreram relações antrópicas baseadas em desmatamento com diversas formas de uso do solo — solo exposto, pastagem, mineração e malha urbana. Na sequência, a utilização do I de Moran bivariado mostrou uma relação espacial significativa entre a localização dos casos de DCA e o desmatamento recente no período estudado, com valor $p = 0,0001$ para todas as áreas. Essa técnica também mostrou uma relação direta entre essas duas variáveis, com índices positivos ($I > 0$) nas cinco regiões do município, a saber: Estrada, com $I = 0,81$; Região das Ilhas, com $I = 0,73$; Vila do Conde, com $I = 0,46$; Morucupi, com $I = 0,31$; e Sede, com $I = 0,19$. Esses dados podem ser conferidos na Figura 3.



* $p = 0,0001$.

Figura 2. Análise sazonal mensal dos casos de doença de Chagas, 2007 a 2014, Barcarena, Pará.

Tabela 1. Quantificação e frequência dos casos de doença de Chagas em relação às principais variáveis epidemiológicas e demográficas, 2007 a 2014, Barcarena, Pará.

Variável	n	%	Valor p
Gênero			
Masculino	46	55,42	0,3799
Feminino	37	44,58	
Etnia			
Branca	8	9,64	< 0,0001
Preta	1	1,20	
Amarela	1	1,20	
Parda	62	74,70	
Indígena	0	0,00	
Ignorada	11	13,26	
Faixa etária (anos)			
Criança (1 a 12)	18	21,69	< 0,0001
Adolescente (13 a 17)	11	13,25	
Adulto (18 a 59)	47	56,63	
Idoso (60 ou mais)	7	8,43	
Escolaridade			
Analfabeto	55	66,27	< 0,0001
Ensino Fundamental	18	21,68	
Ensino Médio	6	7,23	
Ensino Superior	4	4,82	
Zona			
Urbana	53	63,86	0,0157
Rural	30	36,14	
Provável fonte de transmissão			
Oral	58	69,88	0,0001
Vetorial	17	20,48	
Ignorada	8	9,64	
Total	83	100,00	

A técnica de Kernel mostrou um padrão de distribuição espacial de casos confirmados de DCA, com aglomerados em áreas urbanas como as regiões Sede e Morucupi. Dessa forma, a DCA em Barcarena não está distribuída de forma homogênea, o que foi observado a partir da caracterização de áreas com diferentes densidades de casos (Figura 4).

DISCUSSÃO

No período de estudo, o município de Barcarena apresentou a maior prevalência de DC do Brasil²⁶. Esse fato pode estar associado às particularidades da dinâmica demográfica — fluxo

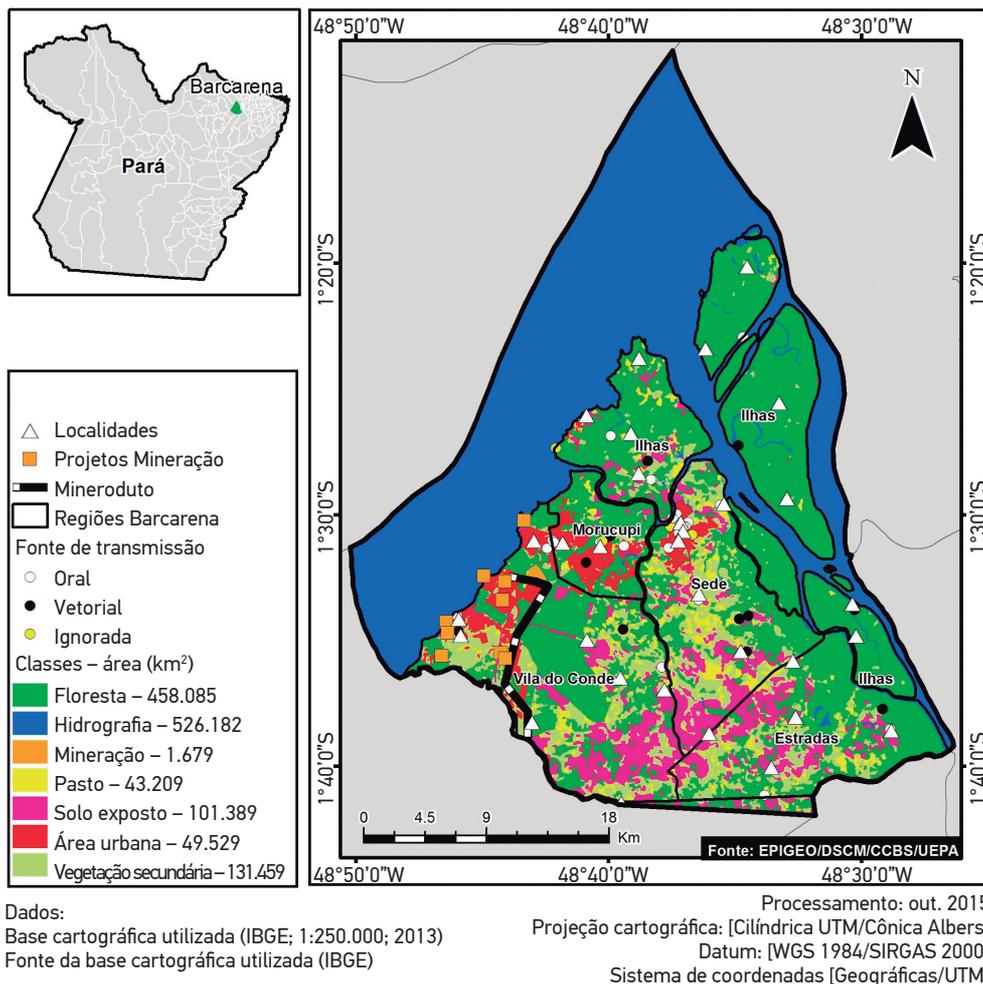


Figura 3. Classificação ambiental e distribuição espacial de casos de doença de Chagas, 2007 a 2014, Barcarena, Pará.

migratório e precariedade de condições habitacionais das populações —, aos fatores ambientais — ocupação de áreas de floresta de várzea, sobretudo na Região das Ilhas, onde são encontradas as palmáceas (ecótipos preferencias dos triatomíneos) — e às atividades econômicas — pecuária ostensiva, mineração, aberturas de rodovias e expansão desordenada da malha urbana —, que influenciam a permanência da doença^{4,12,13,15,16}.

A distribuição sazonal dos casos confirmados de DCA ocorreu de forma mais expressiva nos segundos semestres dos anos analisados, com destaque para os meses de outubro — que compreendem a estação mais seca do ano —, caracterizados por índices pluviométricos mais baixos e temperaturas mais altas. Esses períodos também são marcados pela maior ocorrência de desflorestamentos por meio das queimadas, aumentando a temperatura em determinadas regiões do município³⁵.

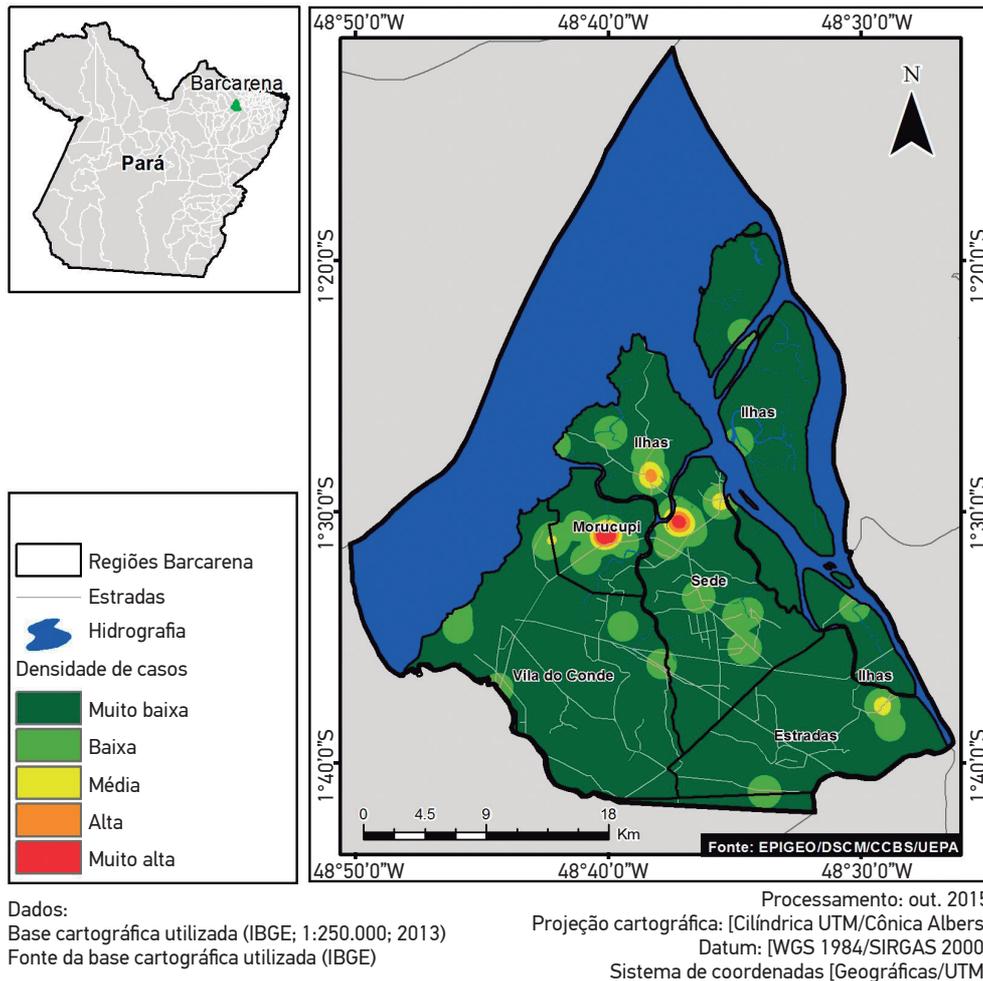


Figura 4. Densidade de casos de doença de Chagas, 2007 a 2014, Barcarena, Pará.

Assim, o aumento do número de casos e da temperatura nos segundos semestres pode estar relacionado à dispersão dos vetores da doença, que se deslocam de seu ambiente silvestre para o peridomicílio humano^{36,37}, aumentando as chances de transmissão vetorial. Esse período também é caracterizado pelas maiores safras de açaí, que, ao ser contaminado pelo patógeno e manipulado de maneira incorreta, pode ter o seu consumo relacionado à evidência da transmissão oral da doença^{17,21,22,24}.

No presente estudo foi observado que o número de casos de DCA em relação ao gênero não apresentou diferença estatisticamente significativa, não havendo risco de contaminação relacionada a essa variável³⁸. Com relação à etnia, foi observada a prevalência de DCA em pardos. Contudo, estudo realizado em Salvador, Bahia, apontou a etnia negra como a mais associada à prevalência da doença, devido a sua fragilidade social³⁹.

Quanto à faixa etária, a maioria dos indivíduos acometidos pela DCA está em idade produtiva (18 a 59 anos)⁴⁰, sugerindo a relação entre as atividades laborais e os fatores de risco de transmissão da doença, ou seja, a frequente exposição das populações rurais (ilhas e estradas) ao convívio com os vetores contaminados com o patógeno, por meio da extração do açaí, da agricultura familiar, entre outras atividades^{13,41,42}.

No que diz respeito à escolaridade, o maior número de casos ocorreu em indivíduos com baixa escolaridade, evidenciando a vulnerabilidade social em que estão inseridos. A situação econômica precária dessa parcela da população faz com que ela more na periferia, onde a ausência de infraestrutura sanitária e de educação básica constitui fator de risco que a expõe aos diversos tipos de transmissão da DC. Nesse sentido, vários estudos mostraram que um número expressivo de pacientes chagásicos apresentou baixa escolaridade, inclusive analfabetismo^{38,43}.

Foi observado que a maior parte dos casos confirmados ocorreu na zona urbana do município, corroborando estudos realizados na Amazônia, que têm apontado mudanças no perfil epidemiológico da doença, em que foram registrados casos agudos isolados ou microepidemias familiares^{17,21,22,24}. Com relação à provável fonte de transmissão, o maior número de registros apresentou a forma oral, que pode estar associada à ingestão de sucos de frutas regionais contaminados, como açaí e bacaba^{17,21,22,25}.

Os resultados mostraram uma relação significativa entre as áreas onde ocorreram desmatamentos e as áreas com casos de DCA no município de Barcarena. Esse fato está condicionado à dinâmica histórica de ocupação do território, que, devido ao estabelecimento de projetos desenvolvimentistas, sofreu intensos fluxos migratórios nas últimas décadas, gerando diversos tipos de antropismo — pastagem, mineração, expansão desordenada de malha urbana, entre outros⁴⁴⁻⁴⁶.

A dinâmica de ocupação implicou na formação de novos núcleos urbanos e periurbanos em áreas ambientalmente frágeis e a ocorrência da doença nessas localidades, seja por transmissão oral ou vetorial. Essa alteração no perfil epidemiológico da DC, que no passado estava restrito aos ambientes silvestres, evidenciou um processo de urbanização da doença²⁰.

As análises espaciais utilizando a técnica de Kernel mostraram que a distribuição da DCA no município não ocorreu de forma homogênea. A Região das Ilhas apresentou baixo impacto ambiental e baixa densidade de casos, exceto na Ilha Trambioca, onde foi observada

alta densidade da doença, com sete confirmações da doença em uma mesma família, caracterizando uma microepidemia — eventos esses relatados em estudos anteriormente realizados na Amazônia^{17,23}.

As regiões Sede e Morucupi apresentaram alto desmatamento e alta densidade de casos, possivelmente relacionados a um processo de urbanização da DCA, com provável fonte de transmissão oral, apontando para o estabelecimento de um ciclo epidemiológico diferenciado das outras áreas, que foram por transmissão vetorial. As regiões Vila do Conde e Estrada apresentaram alto desmatamento e baixa densidade de casos, fato que pode ser explicado pela distância entre as suas localizações, cuja distribuição foi aleatória.

O I de Moran mostrou correlações espaciais diretas em todas as áreas com diferentes intensidades. A Região das Ilhas foi considerada forte devido ao baixo antropismo e às florestas de várzeas ricas em palmáceas, ecótopos preferencias de triatomíneos e fatores de risco de DC para a população residente. Nas regiões Sede e Morucupi, a correlação foi fraca, decorrente dos diversos antropismos presentes nessas áreas, com baixa densidade de triatomíneos^{24,47} e provável fonte de transmissão oral.

No âmbito do desenvolvimento deste estudo foram observadas limitações nas análises das variáveis epidemiológicas. Esse fato pode estar relacionado ao processo inadequado de notificação de dados nos sistemas de vigilância epidemiológica municipais.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi observada a existência de diferentes relações epidemiológicas, ambientais e demográficas associadas à notificação da DC no município de Barcarena, no período de 2007 a 2014. Essas relações foram caracterizadas por uma sazonalidade, com maior ocorrência de casos nos segundos semestres, quando há altas temperaturas e baixos índices pluviométricos. O perfil socioepidemiológico dos indivíduos acometidos pela doença foi: baixa escolaridade, ser adulto, ser pardo, possível forma de transmissão oral e ser residente de área urbana, evidenciado visualmente com a utilização da técnica de Kernel, mostrando, também, diferentes adensamentos de casos nos diversos territórios.

A partir da classificação automática de imagens de satélite foi observado desmatamento e diversos tipos de ocupação do solo no município, ocorridos de forma diferenciada nas áreas das cinco regiões administrativas. A análise da correlação espacial entre as variáveis epidemiológicas e ambientais utilizando o I de Moran evidenciou uma distribuição não homogênea da doença.

Na região Sede, a possível fonte de transmissão foi a oral, com aglomerados de casos na área urbana. Na Região das Ilhas, por sua vez, foi observada uma possível transmissão vetorial, com expressividade da doença em área de vegetação secundária e em floresta de várzea, onde existem grandes números de palmáceas e populações que residem no local, sendo áreas de grande risco de contaminação associada ao desmatamento.

Considerando as diferentes relações das variáveis estudadas, as ferramentas computacionais utilizadas na análise espacial dos dados foram satisfatórias para a construção dos

cenários ecopidemiológicos da DCA. Dessa forma, essas ferramentas apresentam grande potencial para prover os gestores em saúde com informações voltadas para a vigilância contínua e sistemática do agravo estudado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento (EpiGeo) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), ao Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Evandro Chagas (LabGeo/IEC), à Secretaria de Saúde do Município de Barcarena (SESMUB), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

1. Chagas C. Nova tripanozomíase humana: estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do *Schizotrypanum cruzi* n. gen., n. sp., agente etiológico de nova entidade mórbida do homem. Mem Inst Oswaldo Cruz 1909; 1(2): 159-218. DOI: 10.1590/S0074-02761909000200008
2. Rassi AJ, Rassi A, Marin JA. Chagas disease. Lancet 2010; 375(9723): 1388-402. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60061-X
3. Silveira AC, Dias JC. O controle da transmissão vetorial. Rev Soc Bras Med Trop 2011; 44(2): 52-63. DOI: 10.1590/S0037-86822011000800009
4. Dias JC. Human Chagas disease and migration in the context of globalization: some particular aspects. J Trop Med 2013; 789758: 9. DOI: 10.1155/2013/789758
5. Apt W, Zulantay I, Arnello M, Oddó D, González S, Rodríguez J, et al. Congenital infection by *Trypanosoma cruzi* in an endemic area of Chile: a multidisciplinary study. Trans R Soc Trop Med Hyg 2013; 107(2): 98-104. DOI: 10.1093/trstmh/trs013
6. Benítez JA, Araujo B, Contreras K, Rivas M, Ramírez P, Guerra W, et al. Urban outbreak of acute orally acquired Chagas disease in Táchira, Venezuela. J Infect Dev Ctries 2013; 7(8): 638-41. DOI: 10.3855/jidc.3620
7. Segovia M, Hernán JC, Clara EM, Louisa AM, Anaibeth N, Juan CL, et al. Molecular epidemiologic source tracking of orally transmitted chagas disease, Venezuela. Emerg Infect Dis 2013; 19(7): 1098-101. DOI: 10.3201/eid1907.121576
8. Nóbrega AA, Garcia MH, Tatto E, Obara MT, Costa E, Sobel J, et al. Oral transmission of Chagas disease by consumption of açaí palm fruit, Brazil. Emerg Infect Dis 2009; 15(4): 653-5. DOI: 10.3201/eid1504.081450
9. Soto H, Tibaúiza T, Montilla M, Triana O, Suárez DC, Torres MT, et al. Investigación de vectores y reservorios en brote de Chagas agudo por posible transmisión oral em Aguachica, Cesar, Colombia. Cad Saúde Pública 2014; 30(4): 746-56. DOI: 10.1590/0102-311X00024013
10. Howard EJ, Xiong X, Carlier Y, Sosa-Estani S, Buekens P. Frequency of the congenital transmission of *Trypanosoma cruzi*: a systematic review and meta-analysis. BJOG 2014; 121(1): 22-33. DOI: 10.1111/1471-0528.12396
11. World Health Organization (WHO). Chagas disease in Latin America: an epidemiological update based on 2010 estimates. Wkly Epidemiol Rec. Geneva: WHO; 2015; 90(6): 33-44.
12. Coura JR. Chagas disease: what is known and what is needed – a background article. Mem Inst Oswaldo Cruz 200; 102(1): 113-22. DOI: 10.1590/S0074-02762007000900018
13. Coura JR, Junqueira AC. Risks of endemicity, morbidity and perspectives regarding the control of Chagas disease in the Amazon Region. Mem Inst Oswaldo Cruz 2012; 107(2): 145-54. DOI: 10.1590/S0074-02762012000200001
14. Coura JR, Viñas PA, Junqueira AC. Ecoepidemiology, short history and control of Chagas disease in the endemic countries and the new challenge for non-endemic countries. Mem Inst Oswaldo Cruz 2014; 109(7): 856-62. DOI: 10.1590/0074-0276140236
15. Coura JR. The main sceneries of Chagas disease transmission. The vectors, blood and oral transmissions: a comprehensive review. Mem Inst Oswaldo Cruz 2015; 110(3): 277-82. DOI: 10.1590/0074-0276140362
16. Coura JR, Dias JC. Epidemiology, control and surveillance of Chagas disease: 100 years after its discovery. Mem Inst Oswaldo Cruz 2009, 104(1): 31-40. DOI: 10.1590/S0074-02762009000900006

17. Pinto AY, Valente SA, Valente VC, Ferreira Junior AG, Coura JR. Acute phase of Chagas disease in the Brazilian Amazon region: study of 233 cases from Pará, Amapá and Maranhão observed between 1988 and 2005. *Rev Soc Bras Med Trop* 2008; 41(6): 602-14. DOI: 10.1590/S0037-86822008000600011
18. Shikanai-Yasuda MA, Carvalho NB. Oral transmission of Chagas disease. *Clin Infect Dis* 2012; 54(6): 845-52. DOI: 10.1093/cid/cir956
19. Lima RCS, Barbosa MG, Coura JR, Arcanjo ARL, Nascimento AS, Ferreira JM, et al. Outbreak of acute Chagas disease associated with oral transmission in the Rio Negro region, Brazilian Amazon. *Rev Soc Bras Med Trop* 2013; 46(4): 510-4. DOI: 10.1590/0037-8682-1367-2013
20. Barbosa MG, Ferreira JM, Arcanjo AR, Santana RA, Magalhães LK, Magalhães LK, et al. Chagas disease in the State of Amazonas: history, epidemiological evolution, risks of endemicity and future perspectives. *Rev Soc Bras Med Trop* 2015; 48(1): 27-33. DOI: 10.1590/0037-8682-0258-2013
21. Shaw J, Lainson R, Fraiha H. Considerações sobre uma epidemiologia dos primeiros casos autóctones de doença de Chagas registrados em Belém, Pará, Brasil. *Rev Saúde Pública* 1969; 3(2): 153-7. DOI: 10.1590/S0034-89101969000200005
22. Beltrão HB, Cerroni MP, Freitas DR, Pinto AY, Valente VC, Valente SA, et al. Investigation of two outbreaks of suspected oral transmission of acute Chagas disease in the Amazon region, Para State, Brazil, in 2007. *Trop Doct* 2009; 39(4): 231-2. DOI: 10.1258/td.2009.090035
23. Nóbrega AA, Garcia MH, Tatto E, Obara MT, Costa E, Sobel J, et al. Oral transmission of Chagas disease by consumption of açaí palm fruit, Brazil. *Emerg Infect Dis* 2009; 15(4): 653-5. DOI: 10.3201/eid1504.081450
24. Valente SA, Valente VC, Pinto AY, César MJ, Santos MP, Miranda CO, et al. Analysis of an acute Chagas disease outbreak in the Brazilian Amazon: human cases, triatomines, reservoir mammals and parasites. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2009; 103(3): 291-7. DOI: 10.1016/j.trstmh.2008.10.047
25. Valente VC. Estudo genotípico de trypanosoma cruzi: epidemiologia e caracterização molecular de isolados do homem, triatomíneos e mamíferos silvestres do Pará, Amapá e Maranhão. [tese de doutorado]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2011. 160 p.
26. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Doença de Chagas aguda no Brasil: série histórica de 2000 a 2013. *Bol Epidemiol* 2015; 46(21): 1-9.
27. Palacios VR, Bichara CN, Silva Junior JB, Dias RS, Gonçalves NV. Leprosy and pregnancy in the State of Para: an epidemiological perspective. *Rev Soc Bras Med Trop* 2013; 46(4): 453-60. DOI: 10.1590/0037-8682-0019-2013 [Internet]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822013000400453&lng=en (Acessado em 03 de agosto de 2016)
28. Gonçalves NV, Araújo EN, Sousa Júnior AS, Pereira WM, Miranda CS, Campos PS, et al. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva* 2016; 21(12): 3947-3955. DOI: 10.1590/1413-812320152112.07022016
29. Pinto AY, Santos JE, Maciel RF, Fernandes AS, Guerreiro JE, Valente VC, et al. Dupla abordagem de infecções por *Trypanosoma cruzi* e/ou *Plasmodium* spp. aplicada ao diagnóstico de doença de Chagas e exposição vetorial triatomínica na Amazônia brasileira. *Rev Pan-Amaz Saúde* 2015; 6(1): 35-43. DOI: 10.5123/S2176-62232015000100005
30. Dias JV. Spatial distribution of triatomines in domiciles of an urban area of the Brazilian Southeast Region. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2016; 111(1): 43-50. DOI: 10.1590/0074-02760150352
31. Ruhoff A, Fantin-Cruz I, Collischonn W. Modelos de simulação dinâmica do desmatamento na Amazônia. *Caminhos de Geografia. Uberlândia* 2010; 11(36): 258-68.
32. Brasil. Plano diretor de desenvolvimento urbano do município de Barcarena. Lei complementar n° 23, de 09 de outubro de 2006.
33. Fonseca FR, Vasconcelos CH. Análise espacial das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil. *Cad Saúde Colet* 2011; 19(4): 448-53.
34. Belisário CJ, Dias JV, Diotaiuti L. Profile of the *Trypanosoma cruzi* vector infestation in Jaboticatubas, State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2013; 46(6): 779-82. DOI: 10.1590/0037-8682-1712-2013
35. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Prodes; deter; degrad. [Internet]. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia> (Acessado em 11 de julho de 2016).
36. Cabello DR, Lizano E, Valderrama A. Efecto de la temperatura y la dieta sobre el ciclo de vida de *rhodnius neivaii* lent, 1953 (hemiptera: reduviidae). *Caribbean Journal of Science* 1998; 34(1-2): 99-105.
37. Gómez-Hernández C, Oliveira KR, Zárate AC, Zárate EC, Trujillo-Contreras F, Ramirez LE. Prevalência de triatomíneos (*Hemiptera: Reduviidae: Triatominae*) infectados por *Trypanosoma cruzi*: sazonalidade e distribuição na região Ciénega do Estado de Jalisco, México. *Rev Soc Bras Med Trop* 2008; 41(3): 257-62. DOI: 10.1590/S0037-86822008000300007
38. Santos SO. Eco-epidemiologia da doença de Chagas aguda em área amazônica. Município de Abaetetuba, Estado do Pará, Brasil, 2008 – 2009. Tese de doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto. Minas Gerais. 2013; 158.

39. Braga JC, Reis F, Aras R, Costa ND, Bastos C, Silva R, et al. Aspectos clínicos e terapêuticos da insuficiência cardíaca por doença de Chagas. *Arq Bras Cardiol* 2006; 86(4): 297-302. DOI: 10.1590/S0066-782X2006000400010
 40. Rodrigues JR, Silva-Júnior JL, Paredes AO, Reis AS, Silva LA, et al. Doença de Chagas aguda no estado do Maranhão, Brasil: uma comparação entre os bancos de dados do SINAN e da FUNASA. *J Manag Prim Health Care* 2013; 4(1): 3-9.
 41. Brum-Soares LM, Xavier SS, Sousa AS, Pereira JB, Ferreira JM, Costa IR, et al. Morbidade da doença de Chagas em pacientes autóctones da microrregião do Rio Negro, Estado do Amazonas. *Rev Soc Bras Med Trop* 2010; 43(2): 170-7. DOI: 10.1590/S0037-86822010000200013
 42. Coura JR. Chagas disease: control, elimination and eradication. Is it possible? *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2013; 108(8): 962-7. DOI: 10.1590/0074-0276130565
 43. Godoy I, Meira DA. Soroprevalência da infecção chagásica em moradores de municípios da região de Botucatu, Estado de São Paulo. *Rev Soc Bras Med Trop* 2007; 40(5): 516-20. DOI: 10.1590/S0037-86822007000500005
 44. Nahum JS. Usos do território e poder do atraso em Barcarena (Pará). *Cuad Geogr Rev Colomb Geogr* 2011; 20(1): 47-54.
 45. Leal AL, SÁ ME, Nascimento NS, Cardoso WS. Produção mineral no estado do Pará e reflexos na (re) produção da miséria: Barcarena, Marabá e Parauapebas. *Rev Políticas Públicas* 2012; 16(1): 157-67.
 46. Alves RJ, Rocha LC, Pontes AN, Costa MS, Campos PS. Estudo socioeconômico de comunidades da área do polo industrial de Barcarena, Pará, Brasil. *Enciclopédia Biosfera, centro científico conhecer – Goiânia* 2015; 11(21): 3125.
 47. Castro MC, Barrett TV, Santos WS, Abad-Franch F, Rafael JA. Attraction of Chagas disease vectors (Triatominae) to artificial light sources in the canopy of primary Amazon rainforest. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2010; 105(8): 1061-4. DOI: 10.1590/S0074-02762010000800019
- Recebido em: 16/01/2017**
Versão final apresentada em: 03/05/2017
Aprovado em: 11/07/2017