



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ICS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE,
AMBIENTE E SOCIEDADE NA AMAZÔNIA

ALCINÊS DA SILVA SOUSA JÚNIOR

**ECOEPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA DE CHAGAS, NO
MUNICÍPIO DE BARCARENA, NO ESTADO DO PARÁ,
NO PERÍODO DE 2007 A 2014**

BELÉM – PA
2016

ALCINÊS DA SILVA SOUSA JÚNIOR

**ECOEPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA DE CHAGAS, NO
MUNICÍPIO DE BARCARENA, NO ESTADO DO PARÁ,
NO PERÍODO DE 2007 A 2014**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Sociedade na Amazônia do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Veiga Gonçalves

BELÉM – PA
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Sousa Júnior, Alcinês da Silva

Ecoepidemiologia da Doença de Chagas, no Município de Barcarena, no Estado do Pará, no período de 2007 a 2014 / Alcinês da Silva Sousa Júnior; orientador, Nelson Veiga Gonçalves. – 2016

97 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Sociedade na Amazônia, Belém, 2016.

Inclui bibliografias.

1. Chagas, Doença de. 2. Redes Neurais Artificiais. 3. Ecoepidemiologia. 4. Barcarena (PA). I. Título.

CDD: 22. ed.: 616.9363

ALCINÊS DA SILVA SOUSA JÚNIOR

**ECOEPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA DE CHAGAS, NO MUNICÍPIO DE
BARCARENA, NO ESTADO DO PARÁ,
NO PERÍODO DE 2007 A 2014**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Sociedade na Amazônia do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nelson Veiga Gonçalves
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA
Universidade do Estado do Pará – UEPA
Orientador

Prof. Dr. Marcos Valério Santos da Silva
Universidade Federal do Pará - UFPA
Examinador

Prof. Dra. Vera Regina da Cunha Menezes Palácios
Universidade do Estado do Pará - UEPA
Examinador

Prof. Dra. Mariane Cordeiro Alves Franco
Universidade do Estado do Pará – UEPA
Examinador

À minha querida e amada Avó Iolita do Sacramento Aranha (in memoriam) que me concedeu valiosos ensinamentos em minha infância que carrego comigo até hoje e foram de fundamental importância para me tornar a pessoa que sou hoje.

Com amor eterno,

Alcinês.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela saúde que possuo e pelas oportunidades que foram dadas em minha caminhada;

Agradeço aos meus avós Hezir Alves Aranha (*in memoriam*) e Iolita do Sacramento Aranha (*in memoriam*), que sempre foram exemplos de vida e grandes incentivadores aos estudos;

A minha querida mãe Irisdalva Aranha, que foi meu alicerce durante toda minha jornada e todo incentivo e amor a mim proporcionado;

Aos meus irmãos Tammy Aranha e José Roberto Aranha (Bebeto), pelo incentivo, compreensão e carinho em todos os momentos;

A minha noiva Debora Soares, pelo carinho, compreensão nos momentos de minha ausência e total apoio e incentivo durante a realização deste trabalho;

Ao Dr. Nelson Veiga o melhor orientador que eu poderia desejar, que sempre me estimulou a seguir em frente e não desistir, principalmente pela sua grande capacidade como pessoa, pesquisador e amigo! Sou inteiramente grato por Deus tê-lo colocado no meu caminho! Muito Obrigado!!!;

Ao meu sogro Antônio Soares e a minha sogra Antonia Maria Soares, por todo o suporte, apoio e carinho proporcionado durante esta jornada.

Ao meu padrasto Benedito Edvandro e ao meu cunhado Ronalds Torres que sonharam junto comigo e que souberam compreender os muitos momentos em que estive ausente;

A toda minha família (Aranha e Sousa) pelo apoio incondicional a mais este degrau da minha formação intelectual;

A toda equipe do Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento (EPIGEO)/UEPA, nos nomes de Rodrigo Junior, Juan, Guedes, Danilo Silva, Luciana Melo, Eder Rocha e a toda equipe do Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO)/IEC, nos nomes de Luís Henrique e Clístenes Catete, por todo o apoio e ajuda em muitos momentos respondendo vários questionamentos;

A todos os meus professores do Programa de Pós Graduação, por terem fornecido conhecimentos valiosos nas disciplinas cursadas;

Aos membros da minha banca de qualificação Dra. Sônia Pinto e Dr. Marcos Valério, pelas valiosas sugestões que contribuíram para o enriquecimento desta dissertação;

Aos meus colegas de turmas. Que foram sempre companheiros e tenho certeza que construir várias amizades para toda a vida;

A todos da Secretária Municipal de Saúde de Barcarena (SEMUSB), considerando que em inúmeras vezes as atividades requereram muito mais que mão de obra, mas sim a vontade de promover uma saúde pública de qualidade para a população em especial a Eugênia, que compreenderam o papel e a importância da estruturação de um trabalho pioneiro de vigilância de doença de Chagas na região amazônica, e ao ACE Edmilson, por todo trabalho realizado em campo, sendo incansável na efetivação do trabalho;

A Universidade Federal do Pará (UFPA), por toda estrutura de ensino concedida;

Às diversas instituições de financiamento e fomento envolvidas nesta tese: Ministério da Saúde, Secretaria de Estado de Saúde do Pará, Universidade do Estado do Pará e Universidade Federal do Pará;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Mestrado, sendo de suma importância para o desenvolvimento da pesquisa.

"Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos.
Fazer ou não fazer algo, só depende de nossa vontade e perseverança"

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original."

Albert Einstein

RESUMO

A doença de Chagas é endêmica na Amazônia, contudo sempre foi pouco documentada. O Pará foi o estado, desta região, que mais registrou casos desta doença nas últimas décadas, sendo a maioria procedente da microrregião de Belém. Neste contexto, este estudo objetivou desenvolver cenários desta doença no sentido de compreender a relação desta com variáveis ambientais e socioeconômicas, no município de Barcarena, localizado na microrregião acima citada, no período de 2007 a 2014. Este município foi escolhido devido, neste período, terem sido confirmados 83 casos da doença, com uma taxa de prevalência de 89,38 casos/100.000 habitantes. Assim sendo, foram desenvolvidos cenários da doença de Chagas para avaliar os fatores associados ao risco de ocorrência. Para tal, o município de Barcarena foi subdividido em 5 áreas de caráter político e administrativo, devido as diferentes características intra-regionais destas áreas, que são: Sede, Morucupi, Vila do Conde, Ilhas e Estradas. Foram inter-relacionadas bases de dados epidemiológicas, ambientais e socioeconômicas, todas depuradas e posteriormente indexadas com coordenadas geográficas obtidas em campo. Para as análises epidemiológicas e socioeconômicas foram utilizadas técnicas estatísticas, para as análises ambientais foi utilizada a técnica de classificação de imagens de satélites com Redes Neurais Artificiais e para a análise da autocorrelação espacial entre as variáveis acima citadas foram utilizadas técnicas Geoestatísticas. A série histórica da doença mostrou uma crescente evolução dos casos, com incidências máximas nos anos de 2013 e 2014 com 40,9/100.000 habitantes, também foi observado um padrão sazonal com maior notificação no segundo semestre. O perfil epidemiológico da doença foi masculino, adulto, etnia parda, analfabeto, residente em áreas urbanas e rurais. A transmissão oral foi a maior responsável pela infecção em áreas urbanas, como, nas regiões Sede, Morucupi e Vila do Conde e a transmissão vetorial foi maior em áreas rurais, como, nas regiões das Ilhas e Estradas, foi observado um padrão de aglomerados da doença em áreas onde ocorreram desmatamentos. O uso de técnicas Estatísticas e Geoestatísticas se mostraram satisfatórias e possibilitaram identificar regiões com diversos níveis de riscos. Considerando os resultados obtidos ressaltamos a importância da utilização destas técnicas aplicadas a estudos em Saúde Pública, pois a utilização das mesmas no âmbito deste trabalho contribuiu para a construção de possíveis cenários ecopidemiológico da doença de Chagas, fornecendo informações importantes para gestores e planejadores em saúde, no sentido do controle e vigilância deste agravo.

Palavras chave: Doença de Chagas, Redes Neurais Artificiais, Ecoepidemiologia.

ABSTRACT

Chagas disease is endemic in the Amazon region, but it has always been poorly documented. In the recent decades, Pará State is where most of these cases of this disease were recorded, mainly from the micro-region of Belém. In this context, this study focused to develop the disease scenario, from 2007 to 2014, in order to comprehend the relationships with environmental and socioeconomic variables at Barcarena municipality, which is located in the above-mentioned micro-region. Barcarena was selected because it has been confirmed 83 cases of Chagas in this period, with a prevalence rate of 89.38 cases/100,000 inhabitants. Thus, many scenarios were developed to assess the factors related with the risk of Chagas disease. In this way, the municipality of Barcarena was divided into 5 political and administrative areas because of the different intra-regional characteristics of these areas, which are: Headquarter, Morucupi, Vila do Conde, islands and roads. Furthermore, there were interrelated basis of epidemiological, environmental and socioeconomic data, all debugged and then indexed with geographic coordinates obtained in the study areas. For epidemiological and socioeconomic analysis were used statistical techniques, for environmental analysis were used satellite image classification technique with Artificial Neural Networks, and for the analysis of spatial autocorrelation among the variables mentioned above were used geostatistical techniques. The historical series of the disease has shown an increasing trend of cases, with maximum impact in the years of 2013 and 2014 with 40.9/100,000 inhabitants, also was observed a seasonal pattern with higher notification in the second semester. The epidemiological profile for of Chagas disease was male, adult, mixed race, illiterate, living in urban and rural areas, and the oral transmission was the most responsible for the infection in urban areas, such as in regions Headquarters, Morucupi and Vila do Conde. Also, the vector transmission was higher in rural areas, as in the regions of the Islands and Roads a cluster pattern was observed from this disease in deforested. Finally, the use of techniques Statistical and geostatistical proved satisfactory and allowed us to identify regions with different levels of risk. Considering these results, we could emphasize the importance of using these techniques applying to studies in Public Health, because of that, the use of them in this work contributed to the construction of possible eco-epidemiological scenarios of Chagas, providing important information for health managers and planners in order control and surveillance of this disease.

Key words: Chagas disease, Artificial Neural Networks, Eco-epidemiology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da Doença de Chagas no mundo, em junho 2009.	18
Figura 2: Relação do número de casos de DC no território Brasileiro.....	19
Figura 3: Prevalência da DC na microrregião de Belém, de 2007 a 2014.	20
Figura 4: Contaminação vetorial da DC, pela picada do barbeiro.	22
Figura 5: Alimentos contaminados com o parasita, contaminação oral da DC.....	22
Figura 6: Ciclo de transmissão da T. cruzi.	23
Figura 7: Vetor da Doença de Chagas (Barbeiro).	24
Figura 8: Ecótopos do vetor. A) Natural: Inajazeiro/ B) Artificial: casa de pau a pique.	25
Figura 9: Fases da DC A) Fase aguda da DC; B) Fase crônica da DC.	26
Figura 10: Local de potencial risco ambiental para o ser humano.	31
Figura 11: Local de potencial risco socioeconômico para o ser humano	33
Figura 12: Mapa de Cólera, entre 1849 a 1854, na área do Soho, em Londres.....	36
Figura 13: Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	41
Figura 14: Município de Barcarena, em regiões político administrativo.	48
Figura 15: Município de Barcarena e seus limites geográficos.....	49
Figura 16: Mapa da sede do município de Barcarena e sua estrutura urbana.	50
Figura 17: Diagrama de Fluxo da metodologia do trabalho	52
Figura 18: Fase 1 do processo de classificação automática por RNA.....	56
Figura 19: Fase 2 do processo de classificação automática utilizando RNA.....	57
Figura 20: Fase 3 do processo de classificação automática utilizando RNA.....	58
Figura 21: Fase 4 do processo de classificação automática utilizando RNA.....	59

Figura 22: Série histórica dos casos de DC, 2007 a 2014	60
Figura 23: Percentual de casos de DC por ano, em Barcarena, no período de 2007 a 2014. ...	61
Figura 24: Série histórica dos casos de DC, por meses, 2007 a 2014.	62
Figura 25: Fragmento do BDGEO da doença de Chagas, Barcarena, 2007 a 2014.....	64
Figura 26: Casos de DC por regiões político administrativa de Barcarena, 2007 a 2014.	66
Figura 27: Densidade de casos de DC, em Barcarena, 2007 a 2014.	67
Figura 28: Classificação Ambiental do Município de Barcarena, Pará.....	69
Figura 29: Desmatamento e doença de Chagas, Barcarena.....	70
Figura 30: Série histórica de casos de DC e desmatamento.....	71
Figura 31: Classificação Ambiental do Uso do Solo e doença de Chagas, Barcarena.....	72
Figura 32: Degradação ambiental x doença de Chagas, Barcarena, 2007 a 2014.....	73
Figura 33: Autocorrelação espacial entre DC e desmatamento.....	74
Figura 34: Autocorrelação da DC e açaí, em Barcarena, 2007 a 2014.....	75
Figura 35: Área de Risco para a transmissão oral da DC, em Barcarena, 2007 a 2014.....	76

LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

BDGEO: Banco de Dados Geográficos

CG: Computação Gráfica

CNS: Conselho Nacional de Saúde

DATASUS: Departamento de informático do Sistema único de Saúde

DC: Doença de Chagas

DEVEP: Departamento de Vigilância Epidemiológica

EpiGeo: Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento

Fafepe: Laboratório Federal de Pernambuco

GEO: Geoprocessamento

GPS – Global Position System: Sistema de Posicionamento Global

HAI: Hemaglutinação Indireta

IA: Inteligência Artificial

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICS: Instituto de Ciências da Saúde

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano

IEC: Instituto Evandro Chagas

IFI: Imunofluorescência Indireta

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LABGEO: Laboratório de Geoprocessamento

MS: Ministério da Saúde

OMS: Organização Mundial da Saúde

ONU: Organização das Nações Unidas

PCR: Reação em Cadeia da Polimerase

PNCDCh: Programa Nacional de Controle de Doença de Chagas

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RNA: Redes Neurais Artificiais

SEMA-PA: Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará

SESMUB: Secretaria de Saúde do Município de Barcarena

SESPA: Secretaria Estadual de Saúde do Pará

SIG: Sistema de Informações Geográficas

SINAN: Sistema de Informação de Agravos Notificáveis

SIS: Sistemas de Informação de Saúde

SMS: Secretaria Municipal de Saúde

SR: Sensoriamento Remoto

SUS: Sistema Único de Saúde

UEPA: Universidade do Estado do Pará

UFPA: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

USGS: Serviço Geológico dos Estados Unidos

VE: Vigilância Epidemiológica

WB: Western Blot

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TÉORICO.....	18
2.1. EPIDEMIOLOGIA DA DOENÇA DE CHAGAS	18
2.1.1. Epidemiologia e Meio Ambiente.....	20
2.2. ETIOLOGIA DA DOENÇA DE CHAGAS	22
2.2.1. Patogenia	23
2.2.2. Nosologia.....	24
2.2.3. Sintomas e Diagnósticos.....	26
2.2.4. Prevenção	27
2.2.5. Tratamento.....	27
2.3. TRANSMISSÃO DA DOENÇA DE CHAGAS.....	28
2.3.1 Transmissão Vetorial.....	28
2.3.2 Transmissão Transfusional.....	28
2.3.3 Transmissão Oral.....	28
2.3.4 Transmissão Vertical ou Congênita.....	28
2.4. A DOENÇA DE CHAGAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	29
2.5. DOENÇA DE CHAGAS E QUESTÕES AMBIENTAIS	31
2.6. DOENÇA DE CHAGAS E QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS	33
2.7. GEOTECNOLOGIAS EM SAÚDE.....	36
2.7.1. Cartografia Digital.....	37
2.7.2. Sistema de Posicionamento Global	39
2.7.3. Sistema de Informação Geográfica.....	40
2.7.4. Mapas temáticos	41
2.7.5. Sensoriamento Remoto.....	42
2.7.6. Redes Neurais Artificiais.....	42

2.7.7. Aplicabilidade das Geotecnologias na Saúde Pública.....	43
PROBLEMATIZAÇÃO.....	45
4. OBJETIVOS.....	46
4.1. GERAL.....	46
4.2. ESPECÍFICOS	46
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
5.1. TIPO DE ESTUDO	47
5.2. POPULAÇÃO ESTUDADA.....	47
5.3. AVALIAÇÃO DOS RISCOS/ BENEFÍCIOS	47
5.4. LOCAL DE ESTUDO.....	48
5.5. FONTES DE DADOS E EQUIPAMENTOS	51
5.6. ANÁLISES DOS DADOS	52
5.6.1. Aquisição dos Dados	52
5.6.2. Depuração dos Dados	53
5.6.3. Trabalho de Campo	53
5.6.4. Trabalho de Laboratorial	54
5.6.4.1. Análise Estatística.....	54
5.6.4.2. Análise Geoestatística.....	55
5.6.4.3. Redes Neurais Artificiais (RNA).....	55
6. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	60
6.1. ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA.....	60
6.2. ANÁLISE GEOESTATÍSTICA	64
7. CONCLUSÃO.....	78
REFERENCIAS	80
ANEXO A – DICIONARIO DE DADOS DA DOENÇA DE CHAGAS	91

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Doença de Chagas (DC) é uma doença infecciosa de etiologia parasitária, endêmica na América Latina, atingindo no final da década de 80, cerca de 18 a 20 milhões de indivíduos desta região (WHO, 2008; COURA JR, 2007). De acordo com estudos realizados por SOUZA (2009), estima-se que haja 2 milhões de pessoas infectadas com a DC no Brasil (BRASIL, 2012).

A Doença de Chagas é endêmica em algumas regiões do Brasil, onde são mais diagnosticados casos crônicos, entretanto na Amazônia e, particularmente, no Pará, a doença sempre foi pouco documentada. Até algum tempo atrás estavam registrados somente cinco casos da forma crônica cardíaca e um relato de caso da forma digestiva (LIMA, 2012).

No Pará, novos casos agudos estão sendo notificado de forma crescente, razão pela qual os serviços de vigilância epidemiológica estão cada vez mais atentos, mantendo uma contínua atenção às populações em maior risco e, sobretudo, estimulando o envolvimento dos profissionais que atuam na atenção à saúde, para que novos casos sejam prontamente diagnosticados e tratados, buscando-se, assim, a melhoria deste cenário nosológico que tem desfechos muitas vezes incapacitantes se não houver um atendimento eficaz e de imediato.

A DC participa de um ciclo enzootico bem estabelecido, entre mamíferos e triatomíneos silvestres na região. O homem se envolveu nessa cadeia de transmissão, a partir dos desmatamentos que ocorrem de forma desordenada na Amazônia, alterando o cenário epidemiológico da DC, favorecendo o crescimento da população vetorial (RAMOS, 2012).

A doença é emergente na região amazônica e as microepidemias são citadas como sendo associadas majoritariamente ao consumo de açaí e outros alimentos (COURA et al., 2002; MONTEIRO et al., 2012). Não há ainda estratégias de controle da transmissão de *T. cruzi* neste bioma de características ecoepidemiológicas próprias da região amazônica.

Desde o início do século XX, tem-se o conhecimento da abundância de hospedeiros mamíferos potenciais reservatórios e vetores triatomíneos na Amazônia brasileira (AGUILAR et al., 2007; COURA et al., 2012). Espécies de mamíferos naturalmente infectados tem sido identificadas na região. No entanto, o primeiro caso humano autóctone na região foi registrado somente em 1969, na cidade de Belém, no estado do Pará (SHAW et al., 1969; BRICEÑO-LEÓN, 2007). Desde então, casos autóctones foram relatados em número crescente (YOSHIDA et al., 2011).

Uma revisão de casos identificados pelo Instituto Evandro Chagas no período de 1968 a 2005 demonstrou a ocorrência de 442 casos autóctones, sendo 437 agudos (11 óbitos). A distribuição de casos por unidade federativa foi: 302 (68%) no Pará, 98 (22%) no Amapá, 25 (6%) no Amazonas, 9 (2%) no Maranhão e 8 (2%) no Acre. Dos 437 casos de doença de Chagas (DC), 311 (71%), estão relacionados às 62 microepidemias com provável transmissão associadas à ingestão de açaí consumido no Pará e Amapá (VALENTE et al., 1997; 2000).

O Ministério da Saúde em 2005 elaborou o Consenso Brasileiro da doença de Chagas que definiu linhas para a implantação da vigilância epidemiológica (VE) da doença de Chagas na região amazônica, tendo como base a detecção de casos por meio de lâminas para diagnóstico da malária, que são produzidas em larga escala na região por conta do alto índice de casos. Essa proposta de vigilância teve seu início em julho 2006 no estado do Pará, região onde havia um maior número de registro de casos da doença, em torno de 15 a 20 casos anualmente até 2006.

No período de 2005 a 2006, foram notificados ao Programa Nacional de Controle de Doença de Chagas (PNCDCh) 145 casos de Doença de Chagas Aguda no Brasil. Cerca de 63% ocorreram na região Amazônica, sendo 98% no Pará. Entre 2007 e 2011, foram 849 casos de doença de Chagas Aguda no Brasil, ocorrendo especialmente na Amazônia Legal. No período de 2000 a 2011, foram registrados no Brasil 1.252 casos de doença de Chagas aguda. Destes, 70% (877/1.252) foram por transmissão oral, 7% por transmissão vetorial (92/1.252), em 22% (276/1.252) não foi identificada a forma de transmissão (BRASIL, 2005).

Nas últimas décadas as Geotecnologias têm sido utilizadas para produzir análises ambientais e de situação de saúde (BARCELLOS, 2008a). Assim sendo, diversas análises sobre a espacialização da prevalência e incidência de uma determinada doença, como por exemplo, a DC, tem sido viabilizada pela utilização de técnicas de Geoprocessamento (GEO). Deste modo, a identificação de vulnerabilidades ou condições ambientais que permitem a difusão de doenças no espaço utilizando geotecnologias são objetos de estudo e pesquisa científica de acordo com (KUBO, 1995).

O Geoprocessamento serve como instrumentos de aperfeiçoamento da saúde, auxiliando no planejamento, na prestação e na avaliação dos serviços à população, mostrando-se uma ferramenta útil para a gestão, possibilitando análises de situações sanitárias, avaliação de risco populacional, construção de cenários que viabilizem o planejamento de estratégias de intervenções nos diversos níveis de saúde (primário secundário e terciário).

Neste contexto, o GEO tem sido apontado como ferramenta essencial às pesquisas em vigilância epidemiológica, pois permite identificar padrões de distribuição espaço-temporal e tendências de doença e óbitos, verificadas em uma determinada área geográfica, por meio das análises históricas dos eventos ocorridos, segundo estudos realizados. (BARCELLOS, 2008b; WALDMAN, 2008).

Diante desta consideração, cenários epidemiológicos, ao serem relacionados a variáveis ambientais e socioeconômicas, possibilitam o estudo das relações entre fatores bióticos e abióticos com a incidência de doenças infecciosas e parasitárias, em populações humanas, em determinados espaços geográficos, em função do tempo e de circunstâncias específicas, estabelecendo, desta forma, a possibilidade de avaliação destes cenários ecoepidemiológicos (BRASIL, 2005).

A construção de cenários ecoepidemiológicos tem sido amplamente utilizada quando é necessário observar alterações, de forma qualitativa e quantitativa, nas diferentes relações entre variáveis ambientais (vegetação, drenagem e clima), socioeconômicas (população rural e urbana, tipos de produção, demografia, atividade produtiva, tipo de moradia) e epidemiológicas (incidência e prevalência de agravos infecciosos, distância do criadouro, tipo de prevenção), dentre outras (FORATTINI, 2002).

Considerando, que estas alterações ocorrem de forma processual e sistemática, em função do tempo e do espaço, este estudo contribuiu do ponto de vista teórico e prático, com a geração de análises ecoepidemiológicas da DC no município de Barcarena, no período de 2007 a 2014, por meio da utilização de Tecnologias Emergentes de Banco de Dados Geográficos (BDGEO), GEO e Sensoriamento Remoto (SR), no município de Barcarena, no estado do Pará.

2. REFERENCIAL TÉORICO

2.1 Epidemiologia da Doença de Chagas

A Doença de Chagas é uma inflamação causada por um parasita encontrado em fezes de insetos. É bastante comum em países da América do Sul, América Central e no México. Alguns casos da doença já foram identificados nos Estados Unidos.

As formas de transmissão de importância epidemiológica, tais como a vetorial, transfusional, transplacentária, bem como os surtos orais, expõem milhares de indivíduos ao risco de infecção, tornando a endemia chagásica um problema de saúde pública, principalmente nos países latino americanos (WHO, 2013). Sendo acometidas de 15 a 16 milhões de pessoas na América Latina, com 75 a 90 milhões de pessoas expostas à infecção (COURA; DIAS, 2009). (Figura 1).

Figura 1: Distribuição da Doença de Chagas no mundo, em junho 2009.

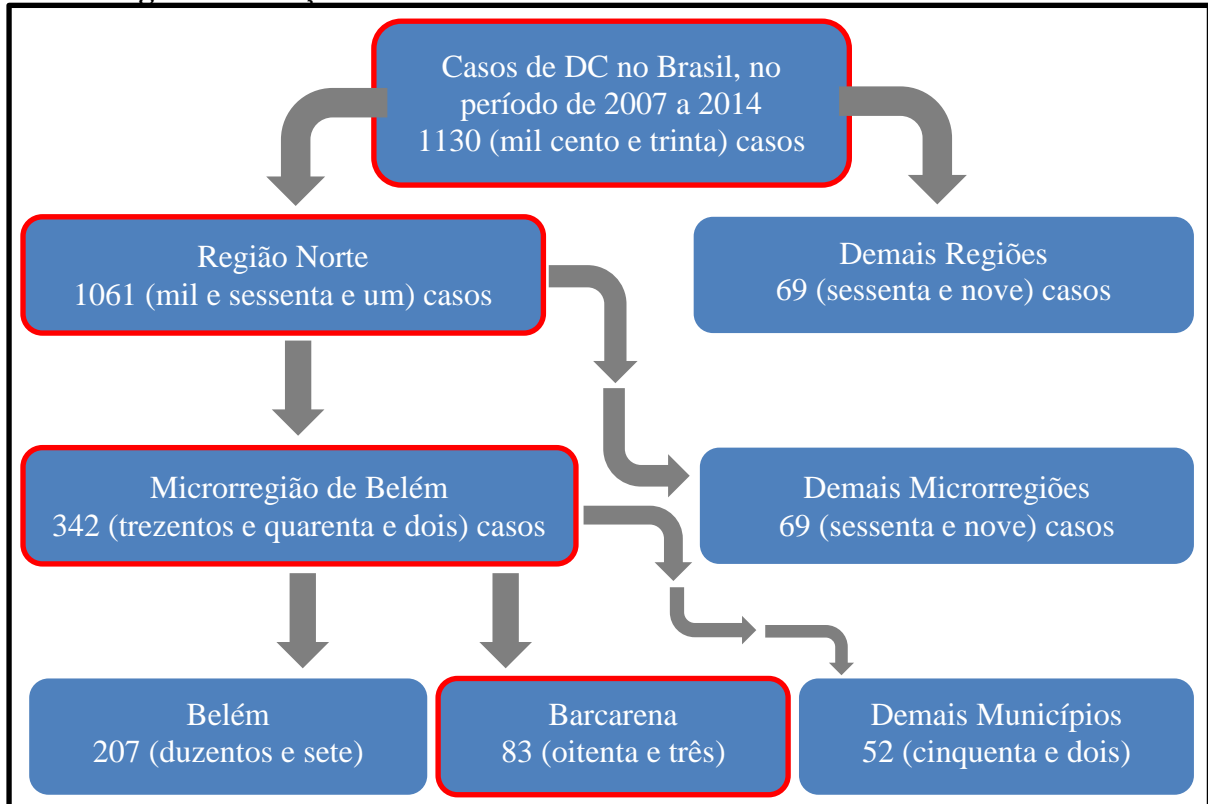


Fonte: Domínio público.

Atualmente, a região da Amazônia é considerada endêmica para doença de Chagas humana, com emergência de casos isolados, assim como, surtos em forma de microepidemia familiar, e com muita frequência em áreas urbanas. Até meados da década de 1970, o risco de transmissão de *T. cruzi* estava diretamente ligado à pobreza e às más condições de moradia da população em áreas endêmicas. Entretanto, o crescente êxodo rural nas décadas de 70 e 80 deu início a uma mudança dos padrões tradicionais de epidemiologia da doença para uma infecção também urbana (DIAS, 2002; WHO, 2008).

Durante o período estudado o Brasil teve uma distribuição ocorrida em todo o território, com maior concentração na região Norte, como podemos verificar na figura 2.

Figura 2: Relação do número de casos de DC no território Brasileiro.



Fonte: Sousa Júnior, 2016.

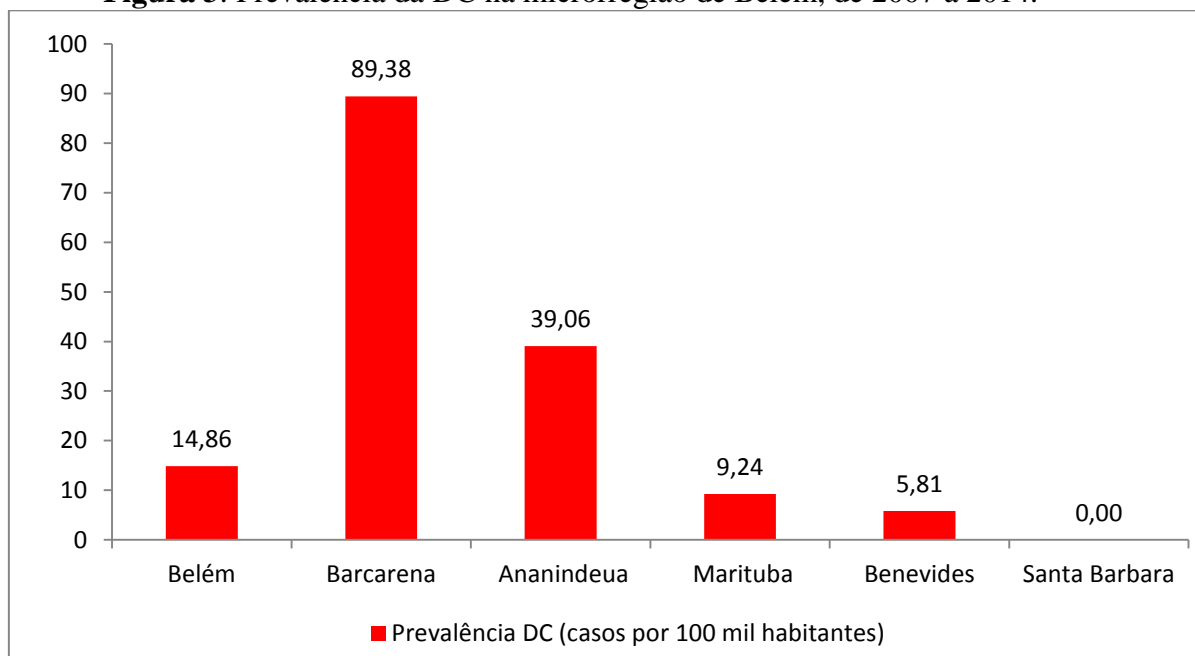
Dos 1130 casos confirmados da doença de Chagas, no Brasil, no período de 2007 a 2014, em 1061 (93,89%) se encontra na região Norte, sendo que a microrregião de Belém possui o maior número de infectados, no total de 342 (30,26%), sendo que o município de Barcarena possui 83 (7,34%) casos, perdendo somente para o município de Belém com 207 (18,31%) casos.

O Pará é considerado um dos estados brasileiros que mais sofre com a incidência desta doença nos últimos anos, pois no período de 2007 a 2014 foram diagnosticados 39 municípios com casos de DC, no total de 884 casos de Doença de Chagas, sendo notificados anualmente, cerca de 130 casos novos e autóctones de DC no estado, a maioria procedente da microrregião de Belém, onde fica localizado o município de Barcarena. O município de Barcarena é o quarto município em relação ao número de casos endêmico do Pará, conforme dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (BRASIL, 2015).

Porém, para obtermos uma real situação dos dados foi feito o cálculo de prevalência de período, que define o número de pessoas com a doença de Chaga do período estudado em

relação à população do município. Neste sentido, a partir do dado quantitativo de casos foi calculada a prevalência dos municípios contidos nesta microrregião, como pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Prevalência da DC na microrregião de Belém, de 2007 a 2014.



Fonte: Sousa Júnior, 2016.

A figura 3 mostra a distribuição da prevalência de período dos casos confirmados de DC nos municípios, que foram as seguintes: Barcarena apresentou o maior índice de prevalência (89,38 casos por 100 mil habitantes), seguido dos municípios de Ananindeua (39,06 casos por 100 mil habitantes), Belém (14,86 casos por 100 mil habitantes), Marituba (9,24 casos por 100 mil habitantes), Benevides (5,81 casos por 100 mil habitantes) e Santa Bárbara que não houve nenhuma ocorrência. Pode-se observar que Barcarena obteve um valor bem expressivo em relação aos demais municípios, se comparado com Ananindeua (39,06), o segundo município mais prevalente, seu índice de prevalência mais que dobra.

Segundo Argolo et al. (2008) a doença de Chagas foi conhecida desde 1909, quando foi descrita pelo médico sanitário Carlos Chagas. A doença de Chagas, também chamada de Tripanossomíase Americana, ainda apresenta grande importância em Saúde Pública no Brasil.

2.1.1 Epidemiologia e Meio Ambiente

A questão ambiental está em descompasso com a evolução do desenvolvimento, exigindo a reavaliação das diretrizes de caráter dominante de modo a promover a estruturação de um cenário pautado na convergência de conhecimentos da transdisciplinaridade (GUIMARÃES, 2010). Assim, associar crescimento econômico, preservação ambiental e

melhoria das condições de vida da população constitui um desafio ao desenvolvimento (LIRA; CÂNDIDO, 2008).

O espaço geográfico apresenta o resultado da heterogeneidade que delinea a estrutura social. Nos países pobres, esta se manifesta pela deficiência de serviços públicos, condições inadequadas de saneamento, baixo índice de escolaridade. Este contexto contribui para uma significativa exposição de riscos que afetam a saúde (BARCELLO; BASTOS, 1996).

De acordo com Jansen e Emperaire (2006) as ações antrópicas têm promovido alterações no ambiente gerando nova formatação da paisagem. Estas alterações ecológicas promovem impacto sobre a ocorrência de doenças. Neste sentido, verifica-se o ressurgimento de doenças como leishmaniose visceral, esquistossomose, além de casos de óbitos humanos pela Raiva e Doença de Chagas (NOIREAU, 2006).

Assim, pode-se inferir que doenças cuja transmissão ocorre de forma vetorial podem sofrer alteração no perfil epidemiológico em função da ação antrópica de desmatamento pela especulação imobiliária nos grandes centros urbanos. Esta situação é percebida no município de Barcarena mediante captura de triatomíneos no intra e no peridomicílio, o que pode favorecer a ocorrência de DC nesta região. A Geografia Médica resulta da associação dos conhecimentos ambientais e médicos, o que tem contribuído para o entendimento da influência do meio ambiente no aparecimento e distribuição de doenças (LEMOS; LIMA, 2002). Este contexto transdisciplinar tem fornecido subsídios para um direcionamento assertivo na adoção de medidas de vigilância e controle.

Um exemplo pioneiro dessa contribuição é o resultado do estudo realizado pelo médico inglês John Snow, em Londres, no ano de 1854. Ele investigou a transmissão da cólera por meio da localização geográfica das residências onde houve óbitos e das bombas de água que abasteciam a cidade. Assim, conseguiu identificar que uma destas bombas estava diretamente associada aos casos notificados (OPAS, 2002; CÂMARA et al., 2001; BAVIA, 2004). Atualmente, a Geografia Médica conta com um aparato tecnológico que ampliou as possibilidades de pesquisas. O uso das geotecnologias torna acessível à análise de bancos de dados complexos, favorecendo uma rápida interpretação da situação epidemiológica pesquisada (CARVALHO et al., 2000; COSTA, 2005). Isto tem contribuído de maneira significativa para a adoção de medidas preventivas e corretivas em tempo hábil.

2.2 Etiologia da Doença de Chagas

A doença é causada por um protozoário flagelado denominado *Trypanosoma cruzi*. No homem e nos animais, vive no sangue periférico e nas fibras musculares, especialmente as cardíacas e digestivas: no inseto transmissor, vive no tubo digestivo.

O mecanismo de transmissão do parasita classicamente descrito é por via vetorial, quando há o contato com as fezes eliminadas pelo inseto vetor, no momento da sua picada no homem, havendo um período de incubação de 4 a 15 dias. (Figura 4).

Figura 4: Contaminação vetorial da DC, pela picada do barbeiro.



Fonte: Domínio público.

Na Amazônia, em regiões onde foram realizados estudos entomológicos, se tem observado que a transmissão vetorial caracteriza-se por ocorrer sem colonização e extradomiciliar, todavia, tem predominado a transmissão via oral, por contaminação de alimentos, e com um período de incubação variando de 3 a 22 dias. (Figura 5).

Figura 5: Alimentos contaminados com o parasita, contaminação oral da DC



Fonte: Domínio público.

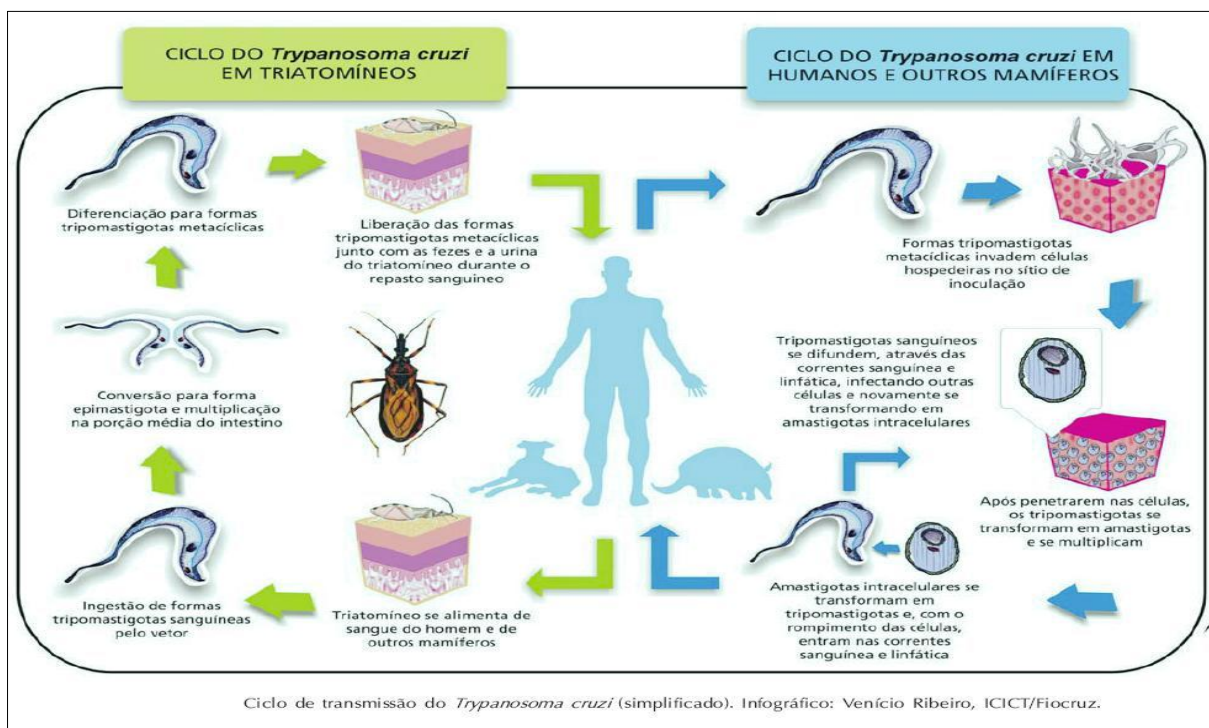
A transmissão por via oral do *T. cruzi* em humanos acontece quando são ingeridos alimentos contaminados com o parasita, a partir do triatomíneo ou suas dejeções. Esta via de transmissão ocorre em locais definidos, com vetores ou reservatórios infectados nas proximidades das áreas de produção, manuseio ou utilização de alimentos contaminados, tais como, sopas, caldos, sucos de cana, açaí, bacaba, carne de caça semicruda, entre outros.

Outras formas de transmissão menos habituais ocorrem, seja por transfusão de sangue, com período de incubação entre 30 a 40 dias; por via vertical, na qual a transmissão pode ocorrer em qualquer fase da gestação; por transplante de órgãos ou de forma acidental, nesta última, com média de 20 dias para início dos sintomas.

2.2.1 Patogenia

No sangue dos vertebrados, o *Trypanosoma cruzi* se apresenta sob a forma de tripomastigota e, nos tecidos, como amastigotas. (Figura 6).

Figura 6: Ciclo de transmissão da *T. cruzi*.



Fonte: Venício Ribeiro, ICIT/Fiocruz.

Nos invertebrados (insetos vetores), ocorre um ciclo com a transformação dos tripomastigotas sanguíneos em epimastigotas, que depois se diferenciam em tripomastigotas metacíclicas, que são as formas infectantes acumuladas nas fezes do inseto.

O período de incubação oscila entre 4 e 10 dias, quando a transmissão ocorre pelos triatomíneos, podendo-se alongar entre 20 dias ou mais nos casos de transmissão oral ou transfusional.

As formas crônicas se manifestam mais de dez anos após a infecção inicial. A maioria dos portadores do *T. cruzi* alberga o parasito no sangue e nos tecidos por toda a vida.

2.2.2 Nosologia

Os vetores da doença de Chagas fazem parte da ordem Hemíptera, que conta com mais de 80 mil espécies pertencentes a duas subordens, Homoptera e Heteroptera. Na família Reduviidae, pertencente à subordem Heteroptera, situa-se a subfamília Triatominae, representada por 123 espécies, todas susceptíveis à infecção por *T. cruzi*, a partir da alimentação com sangue contaminado (JUBERG; GALVÃO, 1997). (Figura 7).

Figura 7: Vetor da Doença de Chagas (Barbeiro).



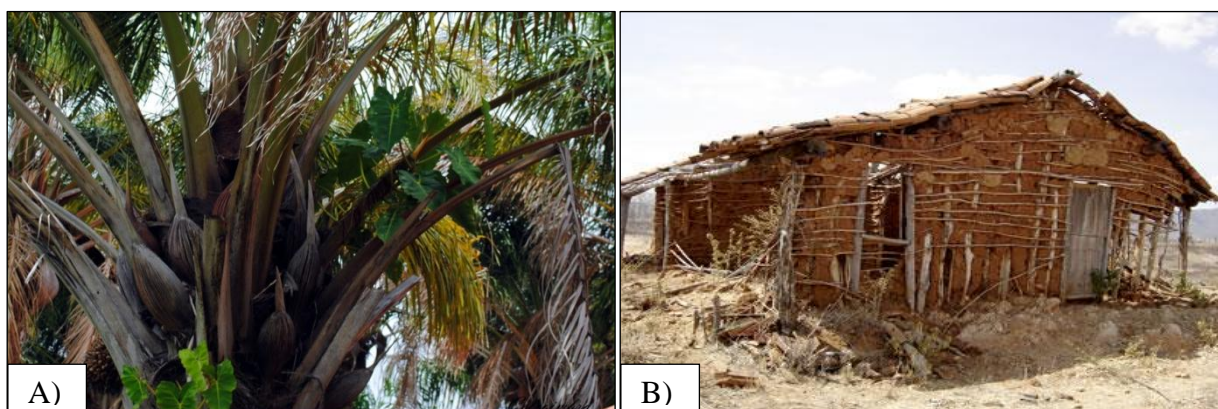
Fonte: Domínio público.

Os triatomíneos são insetos obrigatoriamente hematófagos em todos os estádios evolutivos, podendo infectar-se por *T. cruzi* e transmití-lo desde seu primeiro estágio (REY,

2001). Possuem hábitos geralmente noturnos e com metamorfose parcial, vivendo em média entre um e dois anos (DIAS, 1997).

Em sua área de dispersão, a maioria dos triatomíneos é encontrada em ecótopos naturais e artificiais, predominando nas regiões tropicais e neotropicais. (Figura 8).

Figura 8: Ecótopos do vetor. A) Natural: Inajazeiro/ B) Artificial: casa de pau a pique.



Fonte: Domínio público.

O inseto está associado à transmissão vetorial, como também a surtos orais. A transmissão pode se dar tanto no ambiente domiciliar como no ambiente silvestre, podendo haver interligações entre os ciclos gerando a contaminação quando, por exemplo, o homem adentra-se em uma mata, ou quando algum triatomíneo silvestre entra no domicílio (ANVISA, 2008).

Nesse contexto, o controle vetorial é essencial para o controle da endemia. Dias (1997) mostra que o controle vetorial por inseticida atua em três fases: a) preparatória; b) ataque e c) vigilância. No primeiro, deve ser feito o mapeamento de espécies encontradas no local. O ataque consiste na aplicação do inseticida residual em todos os domicílios e peridomicílios da localidade em que se encontraram os triatomíneos. Já na vigilância, que é caracterizada pelo índice de infestação domiciliar menor de 5%, é realizada aplicação do inseticida apenas nos domicílios onde foram capturados triatomíneos.

No Brasil, essa metodologia de controle nem sempre é realizada devido a problemas operacionais, políticos e financeiros de cada município.

No município de Barcarena no estado do Pará, ocorre que, em regiões endêmicas onde existem triatomíneos silvestres, a baixa ação residual dos inseticidas juntamente com a degradação do ambiente natural próximo às áreas urbanas pode facilitar a invasão e colonização do ambiente domiciliar (DIAS, 2000). Reforçando que no município existem os

dois tipos de contaminação, com frequência, devido à expansão urbana desordenada e a ingestão de alimentos contaminados com *T. cruzi*, casos respectivamente vetorial e oral.

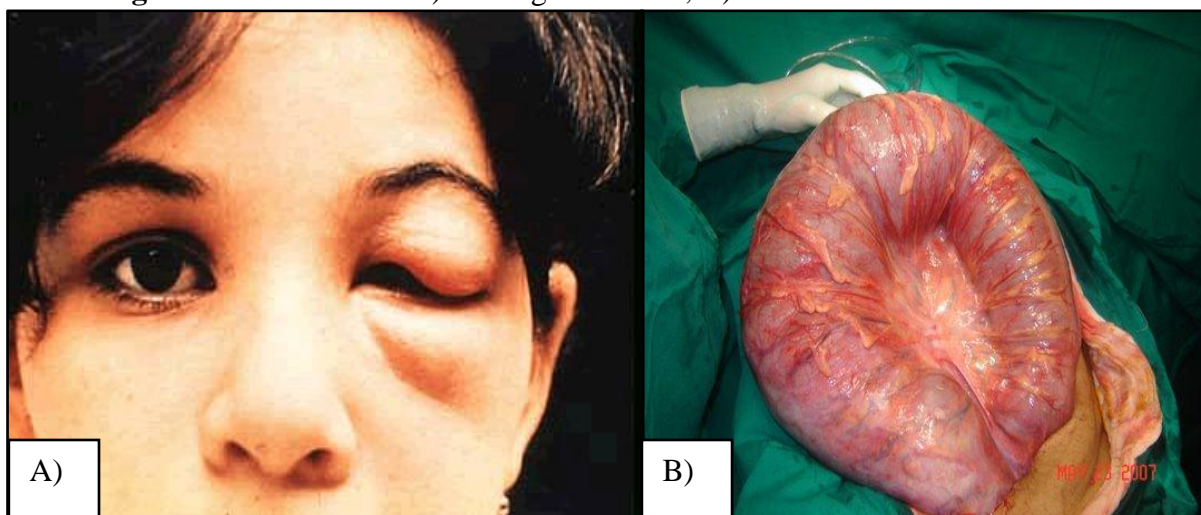
2.2.3 Sintomas e Diagnósticos

Normalmente a fase aguda é assintomática e inaparente. Quando aparente, o quadro clínico da infecção surge de 5 a 14 dias após a transmissão pelo vetor e 30 a 40 dias para as infecções por transfusão sanguínea, mas as manifestações crônicas da doença de Chagas aparecem mais tarde, na vida adulta, 20 a 40 anos depois da infecção original.

O quadro grave é caracterizado por febre de intensidade variável, mal-estar, inflamação dos gânglios linfáticos e inchaço do fígado e do baço. Pode ocorrer e persistir durante até oito semanas uma reação inflamatória no local da penetração do parasito (inchaço, edema), conhecida como chagoma.

O edema inflamatório unilateral das pálpebras (sinal de Romaña) ocorre em 10% a 20% dos casos quando a contaminação ocorre na mucosa ocular. Em alguns casos há manifestações fatais, ou que podem constituir uma ameaça à vida, incluindo inflamação do coração e inflamações que comprometem a meninge e o cérebro. (Figura 9).

Figura 9: Fases da DC A) Fase aguda da DC; B) Fase crônica da DC.



Fonte: Domínio público.

A fase crônica sintomática decorre com maior frequência de lesões cardíacas, com aumento do volume do coração, alterações do ritmo de contração, e comprometimento do tubo digestivo, com inchaço do esôfago e do estômago.

Na fase aguda e nas formas crônicas da doença de Chagas o diagnóstico do agente causador poderá ser realizado pela detecção do parasito por meio de métodos laboratoriais de visualização do parasito direta ou indiretamente e pela presença de anticorpos no soro, por

meio de testes específicos, conhecidos como imunofluorescência indireta (IFI), hemaglutinação indireta (HAI) e enzimas (Elisa).

Testes de maiores complexidades como o teste molecular, utilizando reação em cadeia da polimerase (PCR) acoplado à hibridização com sondas moleculares, e o western blot (WB) têm apresentado resultados promissores e podem ser utilizados como teste confirmatório em qualquer fase da doença.

A doença crônica é majoritariamente benigna, não trazendo maiores problemas para 7 em cada 10 portadores. Nos outros 3 podem ocorrer problemas cardíacos, digestivos ou neurológicos, nessa ordem de frequência. No Brasil a cardiopatia da doença de Chagas é uma importante causa de morte entre adultos de 30 a 60 anos e uma grande causa de implante de marca-passo cardíaco e de transplante de coração.

2.2.4 Prevenção

Uma das formas de prevenção da doença de Chagas é evitar que o inseto “barbeiro” forme colônias dentro das residências. Vedação de frestas nos telhados e de buracos nas paredes são boas estratégias. Em áreas onde os insetos possam entrar nas casas voando pelas aberturas ou frestas, podem-se usar mosquiteiros ou telas metálicas.

Recomenda-se usar medidas de proteção individual (repelentes, roupas de mangas longas, etc.) durante a realização de atividades noturnas (caçadas, pesca ou pernoite) em áreas de mata. Para a prevenção da transmissão oral é importante seguir todas as recomendações de boas práticas de higiene e manipulação de alimentos, em especial aqueles consumidos *in natura*.

2.2.5 Tratamento

Existem dois medicamentos que são utilizados para tratar a infecção por *Trypanosoma cruzi*, e só um deles é usado no Brasil, o benzonidazol, produzido pelo Laboratório Federal de Pernambuco (Fafepe). O Sistema Único de Saúde distribui o medicamento após a indicação médica, seja em casos agudos ou crônicos.

No entanto, não há garantia ainda de eficácia total do tratamento, que varia muito. Boa alimentação e fortalecimento do sistema imunológico dos portadores da doença de Chagas, bem como uma atenção integral no sistema de saúde são procedimentos que retardam a evolução da doença.

2.3 Transmissão da Doença de Chagas

2.3.1 Transmissão Vetorial

A transmissão vetorial é, historicamente, a principal forma de transmissão da doença. Há registros de que 80% dos casos tenham ocorrido por esta via de transmissão. Alguns fatores, como características biológicas dos vetores, precárias condições de moradia, e alterações ambientais estão diretamente associados a este fato (ARAS et al., 2003; BRASIL, 2005a). Dos fatores relacionados aos vetores é importante levar em consideração “seu grau de antropofilia, tempo entre a picada e a defecação, número e quantidade de evacuações na unidade de tempo e o número de parasitos eliminados com as fezes ou urina” (COURA, 2002). Vale destacar, o papel da saliva destes vetores no processo de transmissão do agente causador da doença. Autores como Guarneri et al. (2000) e Diotaiuti (2007) destacam a presença de substâncias com poder anestésico sobre a pele o que dificulta a percepção do hospedeiro, isso favorece condição para que o vetor sugue a quantidade de sangue para ele necessária. Desse modo pode-se inferir que, quanto maior tempo de contato entre os vetores e seu hospedeiro, maior será a chance de contaminação e de transmissão do *T.cuzi*.

2.3.2 Transmissão Transfusional

A transfusão de sangue representa a segunda maior via de transmissão da DC. Esta situação se estabeleceu a partir do processo de urbanização que impulsionou o fluxo das migrações de indivíduos a partir de áreas endêmicas (TARTAROTTI et al. 2004; BONAMETTI et al., 1998). Este cenário assegura a circulação e manutenção do agente etiológico nos centros urbanos.

2.3.3 Transmissão Oral

No Brasil, nos últimos anos, a ocorrência de surtos da Doença de Chagas Aguda esteve relacionada à ingestão de alimentos contaminados, como caldo de cana e açaí. As regiões norte, nordeste e sul têm apresentado os maiores índices destas ocorrências (BRASIL, 2005; SILVA, 2010).

2.3.4 Transmissão Vertical ou Congênita

A transmissão congênita ocorre em países endêmicos e um dos maiores entraves para o seu controle é a falta de informação dos portadores (ARAÚJO et al., 2007). A transmissão “ocorre em uma proporção de 1 a 11% entre as mães chagásicas” (TARTAROTTI et al., 2004, p.46).

2.4 A doença de Chagas na Amazônia Brasileira

A entrada do homem no ambiente silvestre e seu contato com ciclos já estabelecidos entre animais silvestres e seus parasitas, muitas vezes capazes de infectar e causar doença humana, não ocorre somente para a doença de Chagas. Esse tipo de situação tem despertado a atenção de pesquisadores e profissionais de saúde pela sua estreita relação com a emergência e/ou re-emergência de várias doenças infecciosas (SUTHERST et al., 2001; KRUSE et al., 2004). A perda da biodiversidade é uma consequência imediata do constante crescimento das cidades e da expansão da atividade agropastoril. Essas consequências criam uma série de situações que favorecem a emergência ou re-emergência das tripanosomíases: (a) diminuição e fragmentação da cobertura vegetal original, resultando em um maior contato entre os animais silvestres e os animais domésticos/homem, e em modificação na ecologia do vetor, do parasita e de seu hospedeiro; e (b) uma situação ambiental das áreas peri-urbanas semelhante ao meio rural, consequência da condição social da população que ocupa a periferia das cidades. Um aspecto importante a ser considerado diz respeito às espécies de mamíferos silvestres sinantrópicos e seu contato com animais domésticos e peri-domiciliares. Este intercâmbio pode resultar em novas áreas endêmicas. Adicionalmente novos casos humanos podem surgir a partir da expansão de um foco zoonótico residual (ASHFORD, 1996).

No final dos anos 70, a área que apresentava risco de transmissão vetorial da doença de Chagas (área endêmica) compreendia 18 estados brasileiros, nos quais se comprovou a presença de triatomíneos domiciliados. A região Amazônica estava excluída desta área de risco (BRASIL, 2005; OPAS, 2004). O primeiro caso humano autóctone na região Amazônica foi registrado em 1969, na cidade de Belém, no Estado do Pará por Shaw et al., (1969). Mas segundo Briceño-León (2007) desde o início do século XX tinha-se conhecimento da abundância de hospedeiros mamíferos potenciais reservatórios e vetores triatomíneos na Amazônia brasileira. Desde então, casos autóctones foram relatados em número crescente.

Os recentes surtos de doença de Chagas por via oral vêm demonstrando o quanto são complexos os ciclos de transmissão do *T. cruzi*, evidenciando que as características epidemiológicas dessas parasitoses vêm adquirindo um novo perfil (VALENTE et al., 1999; COURA et al., 2002; NÓBREGA et al., 2009; PEREIRA et al., 2009; TATTO et al., 2007). Este novo recorte vem mostrando o quanto são simplistas a adoção de medidas de controle da doença de Chagas baseada apenas no controle de vetores domiciliados.

Portanto, estudos da doença de Chagas na Amazônia devem considerar as diferentes características epidemiológicas e o padrão da infecção, os quais se modificam de uma região para outra em função: (a) dos padrões ecológicos das áreas de ocorrência, incluindo variações na vegetação, clima, diversidade; (b) de fatores demográficos como emigração de pessoas e animais domésticos oriundos de regiões endêmicas; (c) da favelização de áreas peri-urbanas; (d) das atividades agrícolas; (e) da condição socioeconômica e cultural da população; (f) de diferentes subpopulações de parasitas e espécies de vetores; (g) da presença ou ausência de hospedeiros reservatórios, domésticos e/ou silvestres; e h) da alteração do habitat original com consequente domiciliação e antropofilização dos hábitos alimentares dos vetores hematófagos (DESJEUX, 2001; GUERIN et al., 2002; WERNECK et al., 2002; 2003).

Com o êxito da Iniciativa do Cone Sul, outras foram criadas como a Iniciativa Andina, a Iniciativa Centroamérica em 1997 e a mais recente A Iniciativa Amazônica – AMCHA. (GUHL, 2007; SALVATELLA, 2007; OPAS, 2004), destinada ao controle do *R. prolixus*, *R. robustus*, *P. geniculatus* e *R. brethesi* e que envolve nove países que fazem parte do bioma Amazônico. Apesar da descontinuidade nas ações com o programa de controle do *T. infestans*, implantado em 1983, houve uma drástica redução desta espécie, assim como das espécies autóctones (secundárias), de tal forma que em 9 de junho de 2006 o Brasil recebeu a Certificação Internacional da Interrupção da transmissão da doença de Chagas pelo *Triatoma infestans* concedida pela OPS (BRASIL, 1998; OPS, 2007).

Assim no período de 2001 a 2008 foi realizado no Brasil o segundo inquérito de soroprevalência da infecção chagásica com o objetivo de avaliar o estado da transmissão da infecção/doença de Chagas na área rural e com isso um redimensionamento das ações de controle, assumindo que houve importantes mudanças no nível e padrão de transmissão vetorial. O percentual de positividade atingiu 0,03% (32/104.954) sendo que 20 (0,02%) por provável transmissão congênita e 11 (0,01%) por provável transmissão vetorial (OSTERMAYER et al., 2011).

Desde que o ciclo de transmissão da doença foi elucidado em 1909 (BARRETO, 1964; DEANE, 1964; 1967) e com o registro dos primeiros casos autóctones (COURA, 1966; SHAW, 1969), o sucesso do controle da transmissão vetorial da doença de Chagas, proporcionado pelas extensas ações do Ministério da Saúde em conjunto com os estados e municípios nos últimos 40 anos, promoveu redução na prevalência dos casos crônicos do agravo. No entanto, tornou-se evidente a ocorrência de casos da doença na sua forma aguda,

em especial a partir do surto por transmissão oral em Navegantes/SC (BRASIL, 2005), principalmente por ser esta uma área considerada sem risco para a transmissão.

2.5 Doença de Chagas e questões ambientais

No processo saúde-doença os fatores ambientais são fundamentais para a ocorrência de diversas doenças. O conhecimento da variação espacial e temporal da incidência das doenças concomitantemente com situações ambientais especificadas é importante para o planejamento de ações de prevenção e controle das mesmas (MEDRONHO, 1995). O espaço é “entendido como um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá” (SANTOS, 1996).

A Saúde Pública e o ambiente estão intrinsecamente influenciados pelos padrões de ocupação do espaço. Não basta descrever as características das populações, mas é necessário localizar o mais precisamente possível onde estão acontecendo os agravos, que serviços a população está procurando, o local de potencial risco ambiental e as áreas onde se concentram situações sociais vulneráveis (CARVALHO et al., 2000). (Figura 10).

Figura 10: Local de potencial risco ambiental para o ser humano.



Fonte: Sousa Júnior, 2016.

As relações entre saúde e ambiente podem ser evidenciadas através da análise de características epidemiológicas das áreas próximas às fontes de contaminação e pela identificação de fatores ambientais adversos em locais onde há concentração de agravos à

saúde. Além disso, é possível monitorar ações de saneamento e tendências das doenças preveníveis após ações do meio e melhoria da qualidade de vida em função de obras realizadas (ELIAS; TINEM, 1995). Frequentemente, por estratégia de sobrevivência, as populações marginalizadas são obrigadas a realizar modificações ambientais, como desmatamentos, e a apresentar comportamentos que acarretam riscos individuais e coletivos.

Com o desmatamento há diminuição do habitat de animais silvestres, que atuam como reservatório natural do *Trypanosoma cruzi*. Com isso, há um aumento da aproximação do homem com esses reservatórios, facilitando a transmissão do protozoário pelo vetor (inseto barbeiro), este fato é muito comum no município de Barcarena, não somente em áreas rurais mais também em área urbanas, devido a ingestão de alimentos mal lavados.

Desde a recente reforma sanitária, os serviços municipais de saúde são a instância responsável pelo controle dos agravos à saúde na população local, incluindo a DC, cujo controle está relacionado ao manejo ambiental e saneamento básico. Para este fim, é de suma importância para o município o conhecimento sobre a localização exata dos focos de transmissão da doença e do seu espaço de atuação. Desta forma, os gestores de saúde e ambiente poderão planejar e operacionalizar as ações de controle.

Para o entendimento da complexidade da epidemiologia ambiental e as consequências para a saúde pública foi sugerido um “fluxograma determinante” o qual permite avaliar o processo desencadeado a partir das mudanças ambientais e globais (CONFALONIERI et al., 2002). Dentro desta perspectiva, observa-se a alteração ambiental no município de Barcarena a qual tem deslocado os triatomíneos de seus ecótopos naturais fazendo com que estes se aproximem do peridomicílio e domicílios e gerando um cenário favorável para a transmissão vetorial.

As práticas de desmatamento favorecem a disseminação de palmeiras, que são consideradas o principal ecótopo natural dos triatomíneos no ambiente silvestre. As palmeiras apresentam estabilidade microclimática em sua estrutura conferindo um ambiente favorável para a formação de colônias, principalmente se as fontes alimentares estiverem disponíveis de forma regular (GURGEL-GONÇALVES et al., 2004; DIOTAIUTI, 2007).

Assim, pode-se inferir que locais onde há uma concentração de palmeiras se caracterizam como áreas de risco devido à população de triatomíneos que pode estar ali abrigada. Contudo, alterações ambientais, embora de maneira diferenciada, interferem nas funções vitais dos triatomíneos, principalmente as variações de temperatura e umidade

(DIOTAIUTI et al., 2008). Esta situação, certamente, tem influência no processo de adaptação dos vetores a ambientes artificiais favorecendo a ocorrência de transmissão da DC.

2.6 Doença de Chagas e questões socioeconômicas

Apesar de a incidência das chamadas doenças negligenciadas, em especial a DC, apresentar índices decrescentes no país, o Brasil ainda convive com número significativo de casos dessas enfermidades. Muitos deles oriundos das construções de baixa qualidade, esgôto a céu aberto e contato diário com ambientes sem higiene são situações que deixam a população mais vulnerável a enfermidades como a esquistossomose, a doença de Chagas, a tuberculose e as diarreicas. Não à toa, são também chamadas doenças da pobreza, aquelas para as quais a indústria farmacêutica não volta suas atenções em razão da baixa perspectiva de lucro.

As medidas preventivas e o tratamento para algumas dessas moléstias são conhecidos, mas não estão totalmente disponíveis nas áreas mais pobres. Além disso, a indústria tem menos interesse em desenvolver métodos de diagnósticos mais eficazes e novos medicamentos. Essas doenças são causadas por agentes infecciosos ou parasitas e são consideradas endêmicas em populações de baixa renda.

Como podemos ver a DC é uma doença relacionada às más condições de moradia e ao desequilíbrio ecológico. É comum que os barbeiros surjam em casas de pau-a-pique (feitas de madeira e barro com cobertura de sapé). Nessas casas eles se escondem de dia nas frestas da parede, no colchão e nas palhas do teto (o sapé). À noite eles saem de seus esconderijos em busca de comida (sangue). (Figura 11).

Figura 11: Local de potencial risco socioeconômico para o ser humano



.Fonte: Domínio público.

Os dados mais recentes apontam que a Doença de Chagas permanece como um problema de saúde pública em todos os países da América Latina, sendo sua distribuição nos países da América do sul até o sul dos Estados Unidos. Atualmente, a Doença de Chagas é a quarta causa de morte no Brasil entre as doenças infecto-parasitárias, sendo a faixa etária mais atingida acima de 45 anos.

Em parceria com estados e municípios, o governo federal está intensificando as ações de combate às doenças negligenciadas. Atualmente o Ministério da Saúde autorizou o repasse de R\$ 25,9 milhões para os estados fortalecerem seus municípios com ações de vigilância epidemiológica - promoção, prevenção e controle - contra várias doenças, dentre elas, a DC.

Segundo a OMS o Brasil perde o equivalente, a pelo menos R\$ 9 milhões a cada ano com ausências trabalhistas ocasionadas pela doença. Os municípios, para conseguirem recursos, definiram com seus estados os planos de ações que futuramente serão aplicados em cada região considerada endêmica.

A prática educativa em saúde está relacionada tanto às atividades de educação voltadas para o desenvolvimento de capacidades individuais e coletivas, quanto às atividades de educação permanente, direcionadas aos trabalhadores da área de saúde por meio da formação contínua. As atividades de educação em saúde atuam de modo integral avaliando aspectos de caráter físico, pessoal e religioso, os quais interferem na recuperação ou manutenção do estado de saúde (PEREIRA, 2003). Pode-se perceber que esta associação de fatores para direcionamento das ações se aproxima do princípio da equidade preconizado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), na medida em que considera o contexto do indivíduo para propor a resolutividade adequada às necessidades de cada um. Apesar do avanço nas discussões sobre educação em saúde, na tentativa de alinhar teoria e prática, ainda questiona-se os resultados das intervenções realizadas (GAZZINELLI, 2005).

Dias (2000) afirma que, depois de continuada capacitação, professores rurais do município de Bambuí sensibilizaram a população rural para o cuidado com suas casas e para a atenção à presença de triatomíneos. A população passou a capturar os insetos suspeitos e a enviá-los às escolas rurais. Este resultado demonstra a importância da educação, na medida em que a mudança de comportamento aponta para a adoção de uma nova forma de abordar o tema proposto. Neste sentido, a população passa a compreender a importância das ações de vigilância e controle e se torna parceira neste processo.

Em estudo realizado no Paraná, Falavigna-Guilherme et al. (2002) descrevem as ações de educação em saúde onde uma equipe composta de técnicos da Fundação Nacional de Saúde, professores, funcionários e acadêmicos foi treinada para elaboração de orientações e fluxo a serem seguidos em caso de denúncia de triatomíneo ou de indivíduo com suspeita de infecção pelo *T.cruzi*. De junho de 1996 a fevereiro de 2000 as atividades foram realizadas como exibição de um mostruário de triatomíneos, para um público de 742 famílias, 2.300 alunos e 27 professores, em 18 escolas de ensino fundamental, além de 40 especialistas. Três anos após a realização dessas atividades e uso de inseticida, verificou-se redução de 80,6% as ocorrências de triatomíneos nos domicílios.

Colosio et al. (2007) realizaram um estudo com objetivo de verificar o conhecimento de profissionais de saúde da rede pública sobre a doença. Quando questionados sobre o quadro clínico, destacou-se maior conhecimento com relação à fase crônica da doença, 51% dos médicos não relacionou corretamente a sintomatologia da fase aguda. A maioria dos médicos (96%) afirma solicitar a reação de Machado-Guerreiro (1913) para confirmar o diagnóstico, método considerado de baixa eficácia. Com relação ao tratamento, 69% dos médicos afirma desconhecer o uso do benzonidazol. Estes resultados apontam para a importância da educação permanente, de modo a manter os profissionais sempre atualizados e atentos para, assim, assegurar a adoção de medidas adequadas e em tempo hábil.

As ações de educação em saúde propõem influenciar o modo de vida dos indivíduos para a obtenção de saúde, levando em consideração o bem-estar físico, mental e social, conforme preconiza a Organização Mundial de Saúde (CANDEIAS; MARCONDES, 1979). A educação em saúde é o campo de prática e conhecimento da saúde que tem contribuído de forma significativa para o fortalecimento de vínculos entre os profissionais e a população (VASCONCELOS, 1998).

Portanto o modelo de vigilância vigente, não era mais adequado a epidemiologia da doença. Isso demandou a organização de um modelo de vigilância epidemiológica que se adaptasse ao atual quadro epidemiológico, com a incorporação de novas ferramentas e estratégias de investigação que levasse em consideração as peculiaridades do país quanto a sua geografia, biodiversidade, estrutura populacional e fatores socioeconômicos culturais.

Diante disto a vigilância foi particularizada conforme as especificidades de três grandes áreas: Amazônica, não Amazônica e de transição, e a proposta de uma abordagem sistêmica com a integração de distintos elementos além do controle químico vetores.

2.7 Geotecnologias em Saúde

O conhecimento detalhado das condições de saúde da população pode ser feito através de mapas que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde (CARVALHO et al., 2000).

A origem dos estudos da geografia médica remonta à antiguidade, iniciando-se talvez com a própria história da medicina. A primeira obra referente ao tema, publicada em torno do ano 480 a.C., é atribuída a Hipócrates e denomina-se “Ares, Águas e Lugares”. Hipócrates analisou com minúcias os principais fatores geográficos e climáticos que influíam na ocorrência de endemias e epidemias |(ANDRADE, 2000). Há mais de um século epidemiologistas e outros cientistas médicos começaram a explorar o potencial de mapas para o entendimento da dinâmica espacial das doenças.

Um dos estudos pioneiros sobre uso de mapas na ciência médica foi realizado por John Snow, entre 1849 a 1854, na área do Soho, em Londres, no clássico “On the Mode of Communication of Cholera in London, 1855” (SNOW, 1999). (Figura 12).

Figura 12: Mapa de Cólera, entre 1849 a 1854, na área do Soho, em Londres



Fonte: Snow, 1999.

Snow (1999) descreveu a mortalidade por cólera ao longo do Rio Tâmis onde conseguiu identificar que as áreas que recebiam a água transportada das partes mais baixas do rio, por uma das companhias, eram as mais afetadas (OPAS, 2002).

O desenvolvimento histórico da geografia médica, incluindo pesquisas aplicadas, torna evidente a importância deste campo. As questões espaciais relacionadas ao processo saúde-doença têm sido objeto de estudos de grupos de pesquisadores de vários países. Para BARCELLOS (1996), o espaço é o resultado da ação da sociedade sobre a natureza, e leva em consideração aspectos como cultura, educação, renda, características genéticas e ambientais.

Nesse contexto, para analisar determinantes de doenças devem ser observadas as variações regionais. Em saúde pública, métodos de análise espacial têm sido utilizados principalmente em estudos ecológicos para elucidar as causas da incidência de um determinado agravo em grupos populacionais (SOUZA-SANTOS, CARVALHO, 2005).

As geotecnologias representam um conjunto de técnicas que se apropriam da informação na medida em que realiza seu processamento, digitalização e conversão. A realização destas funções tem o objetivo de produzir informações ambientais a partir de uma base de dados georreferenciada (APARÍCIO, 2001; ROCHA et al., 2009). Para que a associação dos dados favoreça a interpretação real da situação apresentada, é importante prezar pela qualidade das informações (BARCELLOS; BASTOS, 1996). Caso contrário, o estudo realizado irá comprometer a avaliação, traduzindo um contexto epidemiológico equivocado e interferindo diretamente na efetividade das ações a serem desencadeadas.

Na geotecnologia, as informações são avaliadas sob várias opções tecnológicas como a Cartografia Digital, o Sistema de Posicionamento Global (GPS – Global Position System), o Sensoriamento Remoto (SR) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG) (CARVALHO et al., 2000). Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento considerável no número de estudos sobre doenças e vetores que utilizam técnicas de geoprocessamento (ATANAKA-SANTOS et al., 2007; ARAÚJO et al., 2007; SOUZA et al., 2007).

2.7.1 Cartografia Digital

A cartografia digital consiste em uma técnica voltada para a produção de mapas por meio de sistemas computacionais. Os dados adquirem conformação gráfica com posições geograficamente referenciadas (SILVA, 2003). A elaboração de mapas computadorizados contribui com a epidemiologia na interpretação de fatos que envolvem o binômio saúde –

doença e, desta avaliação, irá demandar a realização de ações necessárias (COSTA, 2002; GRIPP JR; SOARES, 2006). Por isto, os mapas devem fornecer informações com o maior nível de precisão possível para assegurar uma interpretação segura das bases cartográficas. As bases cartográficas, com representação das feições do terreno, através da hidrografia, relevo, vegetação, rede viária, como também os demais mapas temáticos, como limites de áreas administrativas, limites de áreas de abrangência de hospitais, etc.

O desenvolvimento das bases cartográficas requer conhecimento especializado e normalmente é contratado a empresas de cartografia, enquanto as demais bases gráficas podem ser digitalizadas pela própria equipe do projeto, ou adquiridas através de acordos e convênios de outras instituições. Seja como for, no desenvolvimento das bases gráficas digitais para geoprocessamento é fundamental a atenção quanto a determinadas características, para permitir a sua compatibilização no ambiente computacional. Assim sendo alguns cuidados devem ser tomados no sentido de conhecer os dados e a origem dos mapas. Os tópicos a considerar para cada uma das bases de dados são os seguintes:

Escala dos Mapas - É importante lembrar que os mapas digitais, ao contrário dos mapas analógicos, são dinâmicos e não possuem uma escala fixa. Basta uma simples operação de zoom para alterar a escala do mapa. No entanto é muito importante o conhecimento sobre a escala do mapa em papel, que deu origem ao mapa digital, já que a todo o mapa está associado um erro cartográfico, que é função direta da escala do mapa. Assim, quando se amplia a escala de um mapa digital, está se ampliando igualmente os erros a ele associados o que pode inviabilizar operações de superposição entre mapas de escalas muito diferentes.

Sistema de Projeção - O conhecimento acerca do sistema de projeção do mapa é primordial, já que é necessário que todas as bases estejam compatibilizadas para o mesmo sistema. A maioria dos programas de geoprocessamento possui funções de transformação entre diferentes sistemas de projeção. Dependendo do programa de geoprocessamento utilizado, pode ser necessário transformar todos os mapas para o mesmo sistema de projeção e, só então será possível efetuar operações de manipulação de bases de dados diferentes. Outros programas não exigem essa prévia transformação, permitindo o armazenamento de mapas no seu sistema de projeção original, desde que os dados referentes à projeção estejam associados a eles. Quando se efetuam as análises de superposição de mapas, o sistema, automaticamente procede à compatibilização entre os diferentes sistemas, apenas para a visualização dos dados. Para o usuário, essa transformação é “transparente”, ou seja, ele não

percebe que está ocorrendo. Acabada a operação, os mapas continuam armazenados no sistema de projeção original.

Sistema Geodésico - O conhecimento acerca do sistema geodésico do mapa é fundamental para a compatibilização entre bases distintas. É importante notar, que os mapas podem estar no mesmo sistema de projeção, mesmo sistemas de coordenadas e mesma escala, e a superposição não ser perfeita. Nesse caso, é possível que esteja ocorrendo um erro de utilização de *datum* diferentes. Esse erro ocasiona um deslocamento entre os mapas que pode chegar até 80 m.

Sistema de Coordenadas - É importante dar atenção às unidades do sistema de coordenadas. A falta de atenção neste sentido pode levar à incompatibilização de mapas, que estejam no mesmo sistema de projeção e mesmo sistema geodésico. Um exemplo é a malha de municípios do Brasil de 1993, disponibilizada pelo IBGE em que as coordenadas geográficas estão em décimos de segundo, o que leva à confusão de alguns usuários, que esperam que as coordenadas estejam em décimos de grau. É importante estar atento às informações correspondentes a cada base, normalmente divulgadas junto com os mapas.

Sendo assim, o nível de detalhamento do mapa está diretamente relacionado ao tamanho da escala utilizada, quanto maior for a escala menor será a superfície representada e maior os detalhes a serem visualizados (CARVALHO et al., 2000; MORAES-SILVA, 2006).

2.7.2 Sistema de Posicionamento Global

O Sistema de Posicionamento Global – GPS é um sistema eletrônico baseado em rede de satélites que permite a localização em qualquer ponto do globo terrestre. Consiste em um sistema complexo de satélites em órbita localizados em diferentes pontos ao redor da terra e dos receptores GPS manipulados pelo usuário (GORGULHO, 2001). O GPS é um sistema de posicionamento contínuo e determinação de velocidade, baseado em satélites e operado pelo Departamento de Defesa dos EUA. Consiste de três segmentos:

- Segmento Espacial: Sistema NAVSTAR – GPS, com as seguintes características: 24 satélites, 3 planos orbitais com 8 satélites cada, altitude 20.000 km, órbita circular, período de 12 horas e elipsoide – GRS-80, *datum World Geodetic System* WGS-84. Para permitir que de qualquer lugar da superfície da Terra, em qualquer hora do dia seja possível determinar a posição de um ponto foi estabelecido um esquema orbital, de tal forma que sempre exista um mínimo de seis satélites eletronicamente visíveis.

- Segmento de Controle: Consiste de estações de controle localizadas no EUA e que monitoram todos os satélites GPS, fazendo as correções orbitais e determinando erros nos relógios atômicos a bordo dos satélites.

- Segmento Receptor: Envolve os receptores (aparelhos de GPS) e antenas que recebem as informações dos satélites e calculam a sua posição precisa e a velocidade.

A determinação da posição precisa de um ponto que seja permitido o georreferenciamento de uma doença por exemplo é feita através da medição da distância desse ponto até um conjunto de pelo menos quatro satélites. A distância do ponto ao satélite é estabelecida pela medida do tempo de viagem do sinal de rádio emitido pelo satélite.

O georreferenciamento de dados gráficos (mapas) se dá através da associação a um sistema de coordenadas terrestres qualquer. Normalmente este processo de georreferenciamento se dá durante o processo de digitalização, garantindo a possibilidade de se associar mapas distintos. Este é um cuidado que deve estar sempre presente no processo de aquisição de bases, pois de outro modo, não é possível sobrepor níveis de informações oriundos de outras fontes. Os melhores softwares de SIG possuem funções que auxiliam na tarefa de georreferenciamento de dados tabulares

2.7.3 Sistema de Informação Geográfica

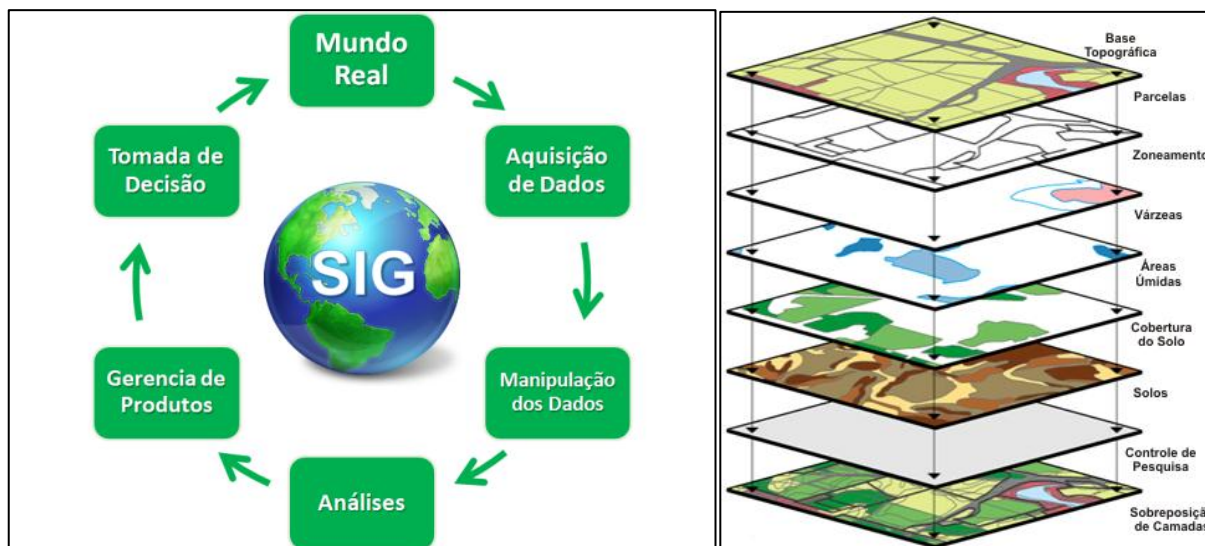
O uso do SIG tem permitido a integração de banco de dados epidemiológicos com informações ambientais. Este nível de avaliação tem contribuído de maneira significativa na área da saúde, conforme pode ser verificado em pesquisas realizadas por autores como Carneiro et al. (2004), Bavia et al. (2005), Cardim et al. (2010), Santana et al. (2011). Para fundamentar as ações de vigilância em saúde, além de se conhecer os componentes epidemiológicos das doenças é importante contextualizar o território onde está se manifesta. Desse modo, é importante perceber a sua interação com aspectos socioeconômicos, ambientais e espaciais que compõem aquele território adscrito (CÂMARA et al., 2001).

O SIG pode capturar armazenar, manipular, analisar e apresentar dados com possibilidade de seleção e busca de informações e análise estatística, possibilitando a visualização e análise geográfica através de mapas temáticos e relacionamentos de diversas informações referentes ao alvo do estudo (LAGROTTA et al., 2008).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) realiza o tratamento computacional de dados geográficos e apresenta capacidade de armazenar, analisar, manipular e cruzar informações. Deste modo, contribui tanto para a compreensão de situações complexas como

para a sua predição (BAVIA et al, 2001). A associação de informações permite uma visão panorâmica de determinado evento, ampliando assim as possibilidades de interpretação e entendimento de seus determinantes. (Figura 13).

Figura 13: Sistema de Informação Geográfica (SIG).



Fonte: Domínio público.

No Brasil, observa-se uma tendência ao incremento de pesquisas, mesmo de forma isolada, entre alguns pesquisadores e epidemiologistas (ANDRADE, 2000). Um importante instrumento a ser utilizado na descrição e análise da situação de saúde subsidiando as ações de gestão em saúde é o Sistema de Informação Geográfica (SIG) (OPAS, 1996).

A utilização de SIG's aplicada à epidemiologia na região Amazônica ainda é recente uma vez que os primeiros trabalhos datam do início da década de 2000 (SOUSA JÚNIOR, 2012). Implementou um modelo de análise espaço temporal da incidência de DC em municípios com fortes impactos ambientais do Pará, e conclui inclusive, que há relação entre as alterações na cobertura vegetal da área e a prevalência de casos no período estudado. (RODRIGUES et al., 2008). Para os autores, a criação de modelos sobre a dinâmica espacial e temporal de focos naturais e antropizados da infecção permite a elaboração de novas ferramentas de predição e vigilância (SOUZA-SANTOS; CARVALHO, 2000; CHIESA, 2002; APARÍCIO; BITENCOURT, 2004).

2.7.4 Mapas temáticos

Os mapas temáticos são instrumentos importantes na análise espacial do risco de determinada doença. Estes mapas têm como objetivos descrever e permitir a visualização da distribuição espacial de um evento, sugerindo os determinantes locais e fatores etiológicos desconhecidos, além de mostrar associações entre um evento e seus determinantes. Os mapas

temáticos alimentados pela base de informações, as quais são constituídas e desenvolvidas em software, podem auxiliar os gestores e as equipes de saúde no planejamento de ações fornecendo elementos que irão contribuir para a compreensão dos problemas do território (MALTA et al., 2001; JAKOBI, 2008). Os documentos elaborados em variadas escalas, que se destinam à representação gráfica de variáveis temáticas. Abrangem desde mapas físicos, como é o caso dos mapas geológicos, até aos mapas socioeconômicos, por exemplo os mapas de distribuição populacional.

2.7.5. Sensoriamento Remoto

Sensoriamento remoto pode ser definido como sendo o processo de capturar informação sobre algum objeto, sem contato com esse objeto (daí o nome – remoto), usando sensores que podem ser transportados a bordo de satélites (sensores orbitais) ou a bordo de aviões (câmeras fotográficas). O objetivo do sensoriamento remoto é estudar o ambiente terrestre, pelo registro e pela análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias presentes na superfície terrestre. Sabe-se que todo material (natural ou artificial) sobre a superfície terrestre está constantemente refletindo e emitindo radiação eletromagnética.

As imagens digitais são registros de cenas focalizadas por sensores com respostas em faixas de frequência bem definidas do espectro eletromagnético. Assume-se como verdadeiro que alvos específicos (tipos de solo, rochas de diferentes eras geológicas, várias espécies de vegetação), devido a diferentes composições químicas e/ou à propriedades físicas, vão emitir, transmitir e absorver de forma seletiva a radiação eletromagnética, caracterizando o que normalmente se conhece como assinaturas espectrais. Isto é, alvos distintos, presentes na superfície da terra, tendem a apresentar comportamentos diferenciados ao longo do espectro, passíveis de registro pelos sensores espaciais que operam em determinados intervalos espectrais (MOREIRA, 1994). As imagens de sensores a bordo de satélites são obtidas por rastreamento da superfície terrestre (*scanning*) como apresentado na figura 38, enquanto para as fotografias aéreas a obtenção da imagem da superfície é feita instantaneamente (*framing*). Por esta razão é errado chamar “fotografia de satélite” ao produto dos sensores orbitais, sendo o termo correto, imagem de satélite.

2.7.6 Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNA) representam um sistema de processamento de informação não algorítmico, inspirada nos neurônios biológicos e que se assemelha à estrutura

do cérebro humano. Uma RNA é formada por um conjunto de elementos processadores simples, uma rede de interconexão e uma regra de aprendizado, sendo o processamento feito de forma paralela por cada um dos nodos da rede neural. Esta usa elementos de computação não linear (chamados neurônios) organizados como redes, de maneira análoga à que se acredita que os neurônios estejam interconectados no cérebro (GONZALES et al., 2000).

Estes sistemas são capazes de interagir com o meio exterior adaptando-se a novas situações, o que os tornam particularmente úteis em aplicações que requer tomada de decisão em tempo real. A utilização de modelos de Redes Neurais Artificiais em classificação possibilita a incorporação não apenas de dados multiespectrais, mas de dados adquiridos por outras fontes, mesmo que estes não apresentem natureza espectral. Nessas situações, as RNA parecem desempenhar a tarefa de classificação de imagens tão bem, ou melhor, que as técnicas estatísticas, uma vez que não requerem que a natureza paramétrica dos dados a serem classificados seja explicitada (GALO, 2002).

Este trabalho tem como objetivo o estudo de informações complementares a serem incluídas na classificação pela RNA visando à melhoria dos resultados.

2.7.7 Aplicabilidade das Geotecnologias na Saúde Pública

Em trabalho realizado para detectar aglomerados de riscos espaciais e espaço-temporais para a Leishmaniose Visceral Americana Canina e Humana na região centro-leste da Bahia, no período de 1994 a 2004, Carneiro et al. (2004) utilizaram a análise espacial de varredura por meio da qual foi possível identificar aglomerados da região e classificar suas áreas de acordo com a exposição ao risco de infecção para humanos e caninos. Em pesquisa realizada para identificar locais com potencial de transmissão de dengue a partir do georreferenciamento Barcellos et al. (2005) verificaram o padrão de distribuição espacial destes eventos no município de Porto Alegre. A maior parte dos casos de dengue estava localizada na parte central da cidade.

Ribas (2005) avaliou a situação epidemiológica da raiva urbana por meio das técnicas de geoprocessamento (SIG, GPS e mapas digitalizados), as quais propiciaram o estudo da distribuição espaço-temporal desta endemia, além da identificação dos fatores de risco e a delimitação de suas áreas (SANDES et al, 2007) utilizaram as técnicas do geoprocessamento para analisar as ocorrências de enxames migratórios da espécie *Apis mellífera*, associadas às variáveis ambientais e demográficas no período de 2000 a 2004. Como parte dos resultados, observaram que análise da técnica de intensidade de Kernel possibilitou perceber a

distribuição espacial das ocorrências. No caso da DC, sua distribuição depende da distribuição de vetores em uma determinada área. Sendo assim, a distribuição dos triatomíneos é um dos aspectos principais na cadeia epidemiológica da Doença de Chagas Humana e está relacionada a fatores geográficos, ecológicos e sociais (SILVEIRA et al., 1984, NASCIMENTO et al., 1997).

No Estado do Pará, no período de 2000 e 2006, Souza et al. (2009) efetuaram o levantamento de informações referentes à incidência da DC nos municípios de Abaetetuba, Barcarena e Bragança. A partir da imagem digital, foi possível identificar, nas áreas de estudos, características ambientais propícias à propagação do vetor, além da relação entre a cobertura vegetal e a ocorrência de vetores e casos da DC. No estudo realizado por Oliveira e Silva (2007), os triatomíneos infectados por *T.cruzi* foram georreferenciados por localidade. As coordenadas geográficas foram obtidas com o auxílio do GPS, por meio do qual puderam avaliar os indicadores entomológicos como infestação domiciliar, densidade triatomínica domiciliar e infecção natural por *T.cruzi*. Assim, concluíram que o *Triatoma sordida* apresentou os maiores indicadores de infestação e densidade, mostrando preferência pelo ambiente peridomiciliar, enquanto o *Rhodnius neglectus* mostrou indicadores de infecção e densidade superiores às demais espécies como também apresentou uma significativa infestação intradomiciliar.

A aplicação das geotecnologias demonstra promover significativa contribuição na avaliação dos dados epidemiológicos e ambientais. Diante desta constatação, foram elaborados artigos científicos a partir da pesquisa realizada no município de Salvador, para avaliar o risco de ocorrência de DC devido à ocorrência de triatomíneos.

3. PROBLEMATIZAÇÃO

A região Amazônica encontra-se em constantes mudanças ambientais devido ao processo de desenvolvimento traduzido por instalação de grandes projetos de geração de energia, agropecuários, abertura de rodovias, grande atividade de extrativismo vegetal e mineral. Sabe-se que tais atividades produzem impactos na Saúde Pública dada as alterações dos nichos ecológicos, intensa migração populacional e formação de novos centros urbanos, propiciando o surgimento de várias doenças como as transmitidas por vetores. (PEREIRA et al., 2004).

Ao longo do tempo à compreensão da relação da distribuição espaço-temporal da doença de Chagas com questões ambientais e socioeconômicas, procurando identificar padrões de distribuição espacial de fatores de risco coletivo e indicadores epidemiológicos, bem como gerar mapas digitais temáticos, do município de Barcarena, no período estudado. Os indicadores de saúde, demográficos e ambientais podem ser mensurados e interpretados quando utilizam recursos matemático-computacionais que analisam o binômio espaço e tempo, ao fazerem inferências de variáveis epidemiológicas como a incidência de uma determinada doença (KUBO, 1995; ADLER, 1995; VEIGA, 2001).

Neste contexto, a interdisciplinaridade é importante em pesquisa ecoepidemiológica básica e aplicada. Técnicas de Geoprocessamento, que tratam e analisam informações de imagens digitais de satélites, bases cartográficas e bancos de dados georreferenciados são de grande utilidade para estudos ecoepidemiológicos.

Desta forma os profissionais de saúde, juntamente com órgãos competentes, seriam beneficiados com a utilização de um SI, pela possibilidade de melhor aproveitamento das informações obtidas pelos sistemas de informação, que estariam organizadas espacialmente, permitindo consultas, no qual o SIG mostraria através de mapas e perfil epidemiológico da doença otimizando a escolha equitativa dos métodos de intervenção em saúde.

Considerando o exposto a pesquisa ao analisar dados epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos contribuiu com a formulação de um modelo de análise espaço-temporal da doença de Chagas na área, levando em consideração principalmente as áreas de risco (local de casos de DC e máquinas de açaí), pois conseqüentemente refletirá nas alterações dos indicadores da doença, que possibilitou, desta forma, a construções de cenários preditivos da doença de chagas na região gerados, com caráter probabilístico.

4. OBJETIVOS

4.1. GERAL

Analisar cenários epidemiológicos de doença de Chagas em função de indicadores ambientais e socioeconômicos, no município de Barcarena, no período de 2007 a 2014.

4.2. ESPECÍFICOS

- Analisar a evolução espaço-temporal da incidência e prevalência da doença na área de estudo;
- Caracterizar áreas de risco de transmissão da doença de Chagas;
- Descrever a dinâmica de alteração da distribuição espacial de doença de Chagas, no município;
- Produzir um acervo de mapas temáticos digitais da caracterização e distribuição espacial das variáveis epidemiológicas, ambientais e socioeconômicas.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. TIPO DE ESTUDO

A pesquisa foi do tipo ecológico, descritivo, retrospectivo e transversal, tendo como base os dados epidemiológicos da Doença de Chagas, disponíveis no Sistema de Informação de Agravos Notificáveis (SINAN), na Secretaria Estadual de Saúde do Pará (SESPA) e no Departamento de Vigilância Epidemiológica (DEVEP) da Secretaria de Saúde do Município de Barcarena (SESMUB), no período de 2007 a 2014. Optou-se por este período devido ser o mais recente disponibilizado pelo SINAN até a finalização deste manuscrito.

5.2 População estudada

Foram incluídos no estudo indivíduos notificados nas mais diversas áreas, sendo infectados no município de Barcarena, no período de 2007 a 2014, sem incompletudes, redundâncias e inconsistências nos dados. As variáveis estudadas serão: socioeconômicas, ambientais e epidemiológicas.

5.3 Avaliação dos riscos/ benefícios

O estudo ofereceu riscos mínimos para os pesquisadores e para a população em estudo, tendo em vista que os dados trabalhados foram secundários fornecidos pelo SINAN do município de Barcarena. Mesmo assim os pesquisadores, através de seus conhecimentos éticos, tiveram todos os cuidados para assegurar o sigilo das informações dos indivíduos em todas as etapas da pesquisa. Para a realização deste trabalho foi solicitado os dados junto aos gestores competentes e pessoas responsáveis pela manipulação da Secretaria Estadual de Saúde (SESPA) e Secretaria de Saúde do Município de Barcarena (SESMUB), permanecendo em todas as etapas da pesquisa o sigilo total das informações.

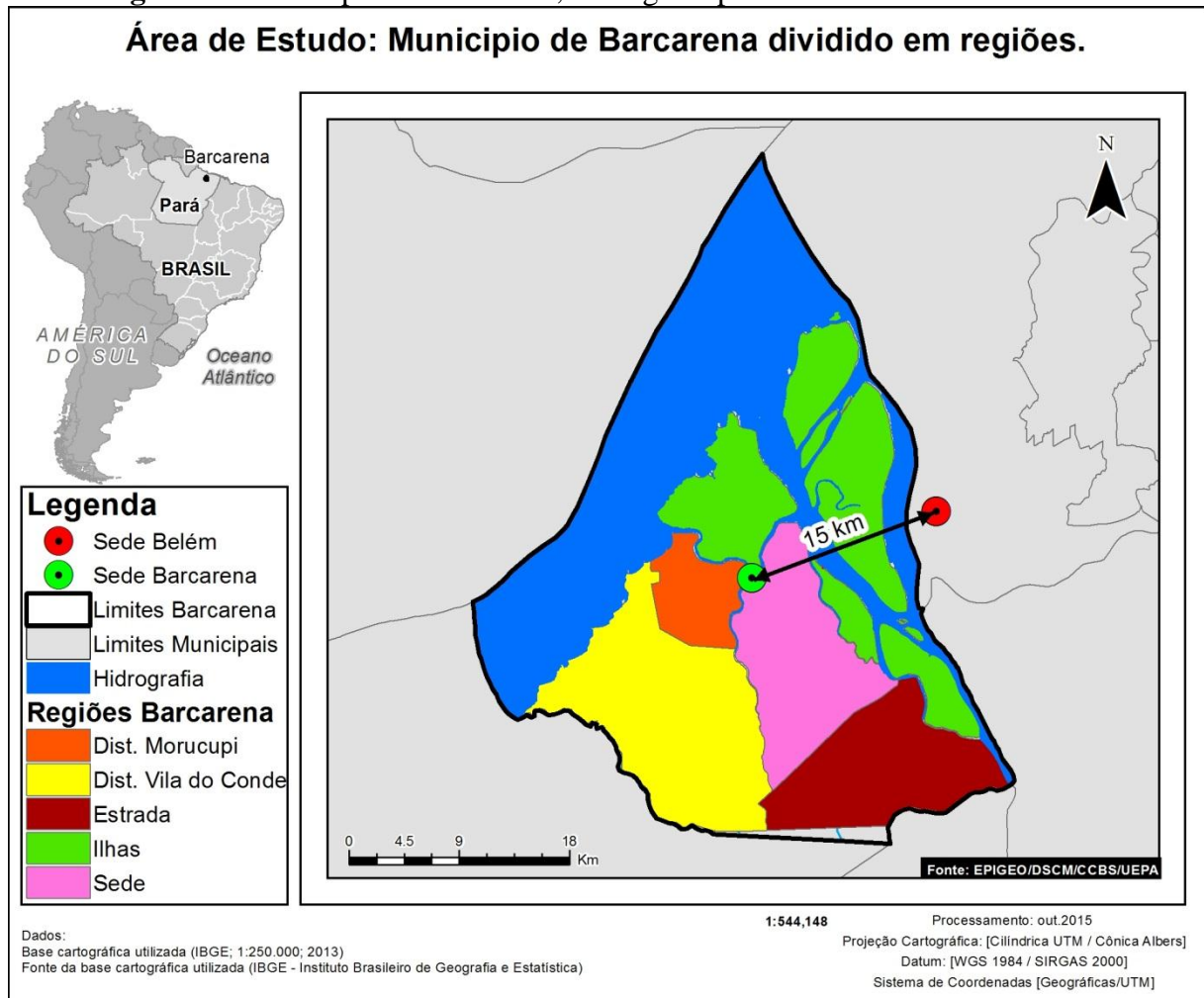
O trabalho respeita os preceitos da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS)466/12, que trata de pesquisa com seres humanos. E será enviado ao Comitê de Ética e Pesquisa, para a sua aprovação de execução, uma vez que o estudo é descritivo e baseado exclusivamente em dados secundários. Não foram coletados, manipulados ou utilizados materiais biológicos de espécie alguma. No sentido de se garantir a preservação dos dados dos pacientes, existentes nos bancos de dados obtidos e gerados, foram utilizados geocódigos, que são mecanismos formais de indexação de dados geográficos, gerados com técnicas de geoprocessamento com aplicação direta em estudos ecoepidemiológicos. Os geocódigos, que foram criados compreendem informações relacionadas a características socioeconômicas,

ambientais e epidemiológicas do peri-domicílio dos pacientes confirmados laboratorialmente com doença de Chagas no município estudado.

5.4. Local de Estudo

Barcarena é um município brasileiro localizado no estado do Pará, na mesorregião Metropolitana de Belém e na microrregião de Belém. A sede tem uma latitude $01^{\circ}30'21''$ sul e a uma longitude $48^{\circ}37'33''$ oeste, estando a uma altitude de 15 metros em relação do nível do mar e distante da capital (Belém) 15 km em linha reta. Está dividida em 5 (cinco) regiões político administrativo conforme a figura 14 abaixo.

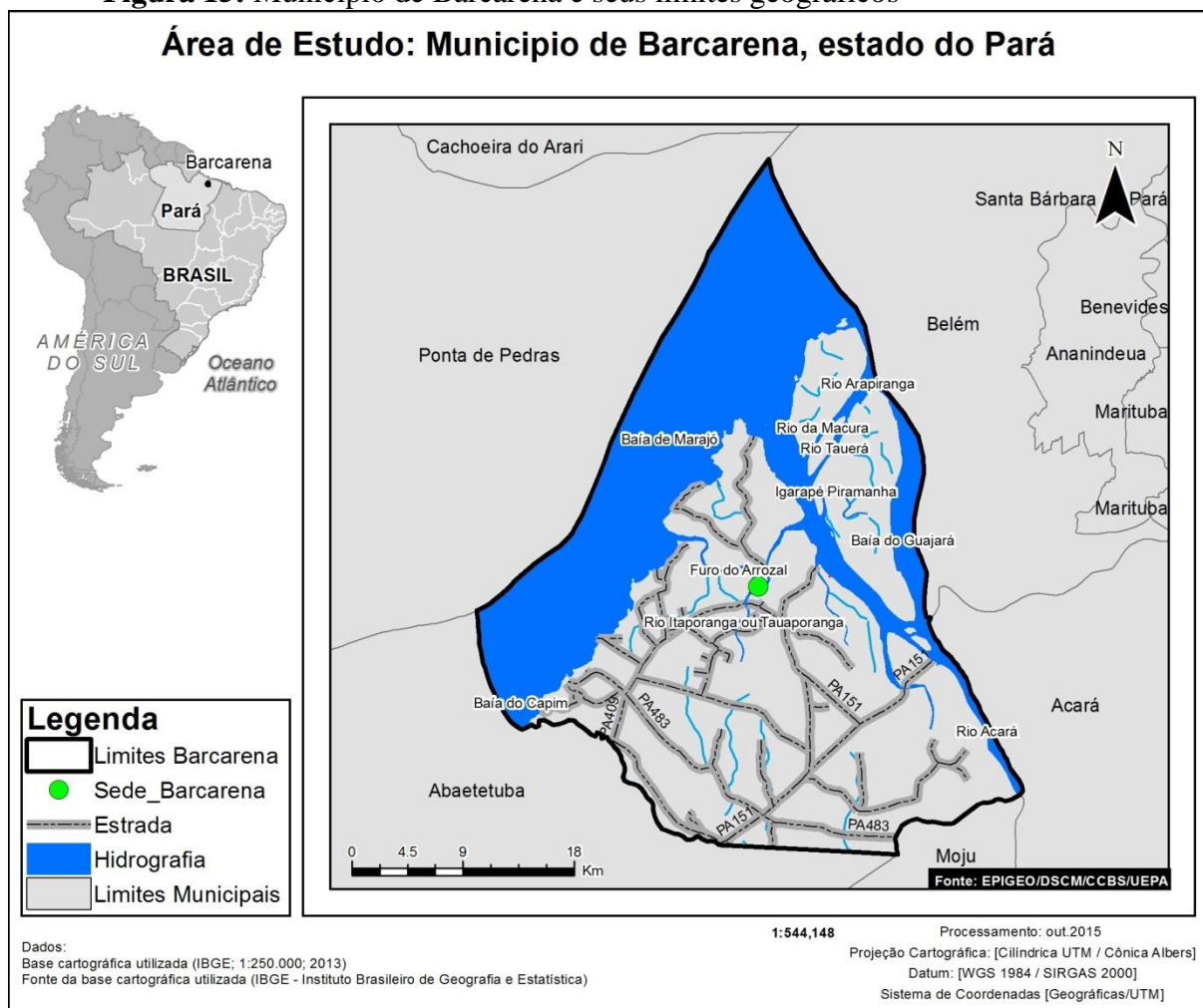
Figura 14: Município de Barcarena, em regiões político administrativo.



O município de Barcarena possui as seguintes características geográficas, área de $1.310,325 \text{ km}^2$ e uma população de 109.975 habitantes, consequentemente uma densidade populacional de $83,93 \text{ hab/km}^2$ e o clima Equatorial super úmido.

Os Limites territoriais: Ao norte e leste com a baía do Marajó, ao sul com os municípios de Abaetetuba, Moju e Acará, a oeste com a baía do Guajará. Como podemos observar na figura 15.

Figura 15: Município de Barcarena e seus limites geográficos

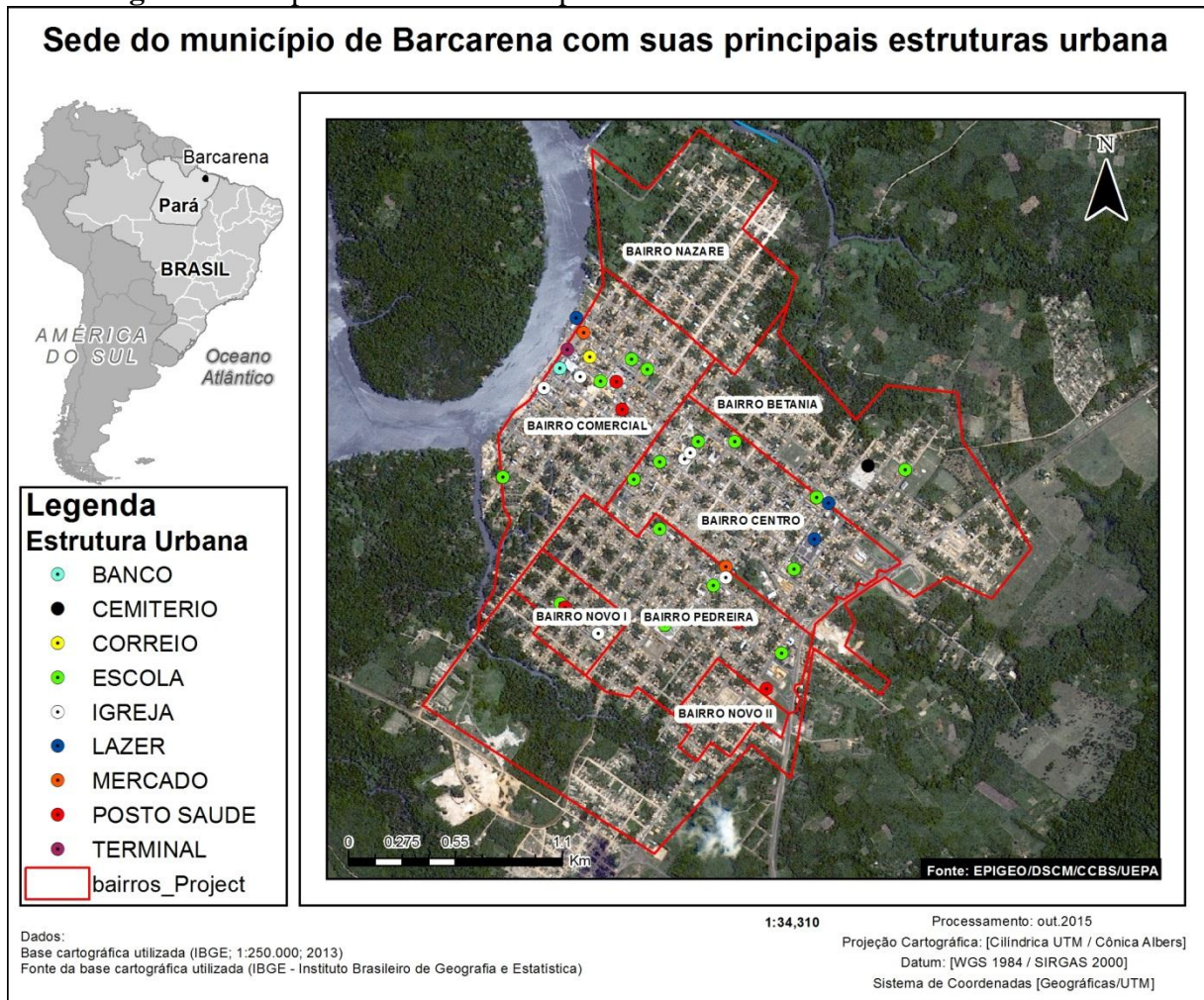


Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

Já como os principais indicadores do município, temos o Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de 0,662, considerado como “médio” de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), órgão pertencente à Organização das Nações Unidas (ONU), Já o Produto Interno Bruto do município é de R\$ 3467.361,047 milhões, sendo o quinto do estado e o terceiro de mesorregião, ficando somente atrás de Belém (capital) e Ananindeua, (IBGE, 2010).

Estabelecimentos de saúde do município se dar da seguinte forma, 1 (uma) estadual, 28 (vinte e oito) municipais e 9 (nove) privados. E o número de escolas por nível em Barcarena é, 84 (oitenta e quatro) pré-escolar, 103 (cento e três) fundamental e 10 (dez) médio, segundo dados do censo do IBGE (2010). Conforme a figura 16.

Figura 16: Mapa da sede do município de Barcarena e sua estrutura urbana.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

Levando em consideração às características de adaptação do vetor. O município de Barcarena apresenta condições ambientais favoráveis para sua distribuição. Pois o mesmo apresenta os seguintes aspectos ambientais e climáticos:

- Geologia: Rochas sedimentares de formação barreiras (período terciário), constituída por arenitos finos, siltitos e argilitos; o período quaternário é formado por extensas áreas de aluviões que se estendem pelas margens dos rios. Constituem a planície de acumulação e está sujeita às inundações sazonais (EMBRAPA, 2004).

- Vegetação: Caracterizada como floresta equatorial subperinifólia e floresta equatorial hidrófila de várzea que ocorre às margens dos cursos de água (EMBRAPA, 2003), Ocorre, também, vegetação secundária (capoeira), resultante de ação antrópica, em atividades agrícolas, madeireiras e extrativas.

- Hidrografia: Representada pelas bacias: Carnapijó, Barcarena e Arapiranga, que drenam o Município, e pelas bacias do Marajó e Guajará.
- Solos: Principais em Barcarena: Latossolo Vermelho-Amarelo Concrecinário, Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo Concrecinário, Neossolos e Espodossolos (EMBRAPA, 2004).
- Clima: Classificação de Köppen, corresponde ao tipo AM (subtipo da classe de clima tropical chuvoso – úmido), temperatura de ar média de todos os meses maior que 18°C (megatérmico) e se diferencia pela quantidade de precipitações pluviométricas média do mês mais seco, apresentando duas estações chuvosas (Verão e Outono) e, pelo menos, um mês com precipitação inferior a 60 mm.
- Relevo: Predominantemente nas áreas de terra firme é plano (0% a 3% de declividade); em seguida, suave ondulado (3% a 8% de declividade) e, finalmente, ondulado (8% a 25% de declividade). Nas áreas de várzea predomina o relevo plano, com baixa declividade, partindo das margens dos rios.

5.5 Fontes de dados e equipamentos

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foram utilizados dois tipos de fontes de dados:

- Fontes primárias: Relatórios de campo, registros de georreferenciamento dos dados ambientais (drenagem, vegetação e clima), socioeconômicos (povoamento e relações produtivas) e epidemiológicos (criadouros, locais de captura de vetores e pacientes);
- Fontes secundárias: consultas nos livros, artigos, dissertações e teses, bases de dados cartográficos, de imagens brutas de satélite e do SINAN, SMS e SESPA.

Em relação aos equipamentos foi utilizado os do laboratório, assim com toda sua infraestrutura. Como:

- Receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin, modelo 64S;
- Software de geoprocessamento TerraView 4.0; TrackMaker 11.8, Erdas 8.3 e ArcGis 10.2 e um classificador neural de imagens de satélite do Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento (EpiGeo) da Universidade do Estado do Pará (UEPA);
- Software tabulador de banco de dados TabWin;

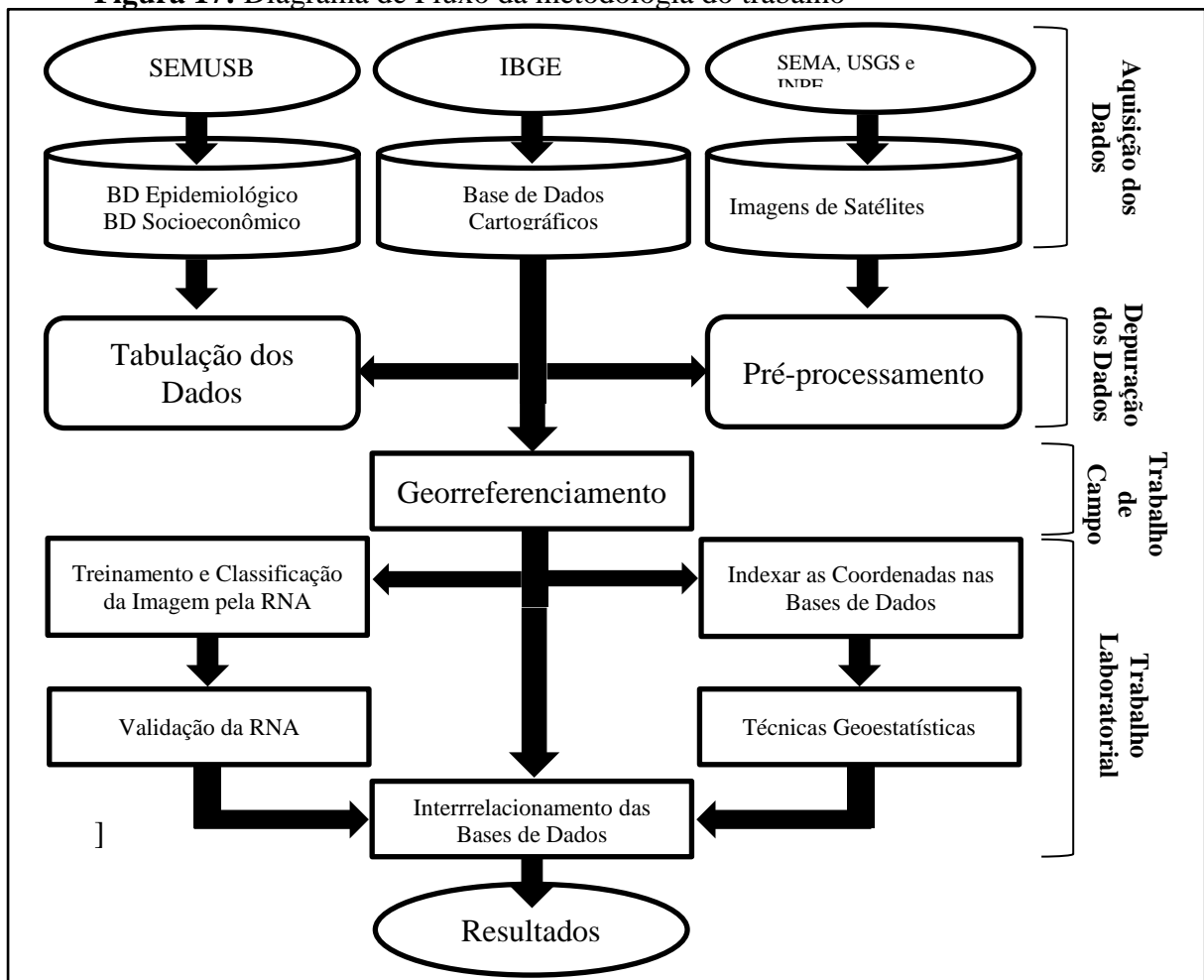
- Impressoras e ploter do laboratório de Geoprocessamento;

5.6 Análises dos dados

O esforço metodológico e laboratorial na execução das análises dos dados partiu do inter-relacionamento de bases de dados entomológicas, epidemiológicas, censitárias e ambientais, todas indexadas através de coordenadas geográficas, obtidas em campo com Sistemas de Posicionamento Global (GPS), para que a dinâmica de transmissão da doença de Chagas, no município de Barcarena, no estado do Pará, pudesse ser compreendida.

A investigação realizada foi dividida nas seguintes etapas (figura 17):

Figura 17: Diagrama de Fluxo da metodologia do trabalho



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

5.6.1 Aquisição dos Dados

A aquisição das bases de dados se deu em fontes secundárias de domínio público e restrito, que no âmbito do desenvolvimento deste estudo, foram bases de dados cartográficas, projeção SIRGAS 2000, e populacionais, que foram obtidas através do banco de dados do

Censo 2010, ambas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); bases de dados epidemiológicos e socioeconômicas relacionada a notificação de pacientes com a Doença de Chagas (DC) fornecido pelo Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN) do Departamento de informática do Sistema único de Saúde (DATASUS) pela Secretaria Municipal de Saúde de Barcarena (SEMUSB); Imagens dos satélites: LandSat 8-OLI, fornecidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e de alta resolução do satélite SPOT-5-HRG, cedidas pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMA-PA) e imagens do satélite LandSat do sensor TM-5, na escala 1:250.000, nas órbitas pontos 223/ 061 e 224/061, adquiridas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

5.6.2 Depuração dos Dados

Nesta etapa foi realizada a depuração dos bancos de dados obtidos, no sentido de filtrar o conjunto de variáveis que serão utilizadas para a execução das análises, este processo possibilitou retirar possíveis fatores causadores de vieses a partir da utilização do programa TabWin, como incompletudes, redundâncias e inconsistências de dados. Este processo de depuração objetivou a implementação e desenvolvimento de um modelo de um Banco de Dados Geográfico (BDGeo), dos casos notificados na área e período de estudo.

5.6.3 Trabalho de Campo

O trabalho de campo ocorreu a partir de expedições ao local de estudo, que ocorreram em três momentos:

No primeiro momento foram realizadas entrevistas e reuniões técnicas com os representantes das comunidades e com os gestores de órgãos públicos da área da saúde e ambiental.

No segundo momento foi georreferenciado o local de moradia dos pacientes com Doença de Chagas e de possíveis áreas de risco (Locais de pontos de açaí), também foi realizada a reconstituição da malha rodoviária e hidroviária, assim como o arruamento das localidades, no sentido da reconstituição da malha de ruas, rios e vicinais do município.

E por fim no terceiro foi realizado a caracterização rápida e o georreferenciamento dos dados ambientais e demográficos (características de rurais e urbanas, identificação de área de degradadas), socioeconômicos (como local de moradia, escolaridade, sexo e raça) e epidemiológicos (Tipo de contaminação vetorial e oral, incidência de casos no estrato rural e urbano, evolução a óbito dos casos, prováveis fonte de infecção).

Em todos os momentos foi utilizado o receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin, modelo 64S, que posteriormente foi digitalizada utilizando o software TrackMaker, permitindo o dimensionamento das variáveis necessárias para a modelagem e construção do Banco de Dados Geográficos.

5.6.4 Trabalho de Laboratorial

Para a realização do trabalho em laboratório, inicialmente foi necessário à criação do modelo de integração das bases de dados (FORATINI, 2002) e (SOUSA JÚNIOR, 2013). Posteriormente foi realizado a depuração das redundâncias, incompletudes e atributos desnecessários oriundos dos bancos de dados dos Sistemas de Informação de Saúde (SIS) e dos bancos de dados de doença de Chagas da secretaria de saúde do município, utilizando o software TabWin, do Ministério da Saúde - MS.

Em seguida foram obtidas informações contidas em imagens digitais de satélites, a partir de técnicas de realce do contraste, executadas a partir da Computação Gráfica (CG) (GOMES, 2001). Foi realizado também o pré-processamento das imagens digitais de satélite utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) para a composição colorida das bandas espectrais, a partir da utilização da técnica de Falsa Cor utilizando o software Spring 4.0; Erdas e ENVI 8.0. Por fim o interrelacionamento das informações foram realizados pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com o suporte dos softwares, ArcGis 10.2 e TerraView 4.2.1.

5.6.4.1 Análise Estatística

Nesta etapa foram realizadas análises quantitativas e descritiva dos dados, através de indicadores, apresentados em forma de tabelas e gráficos, permitindo mais facilmente a verificação dos resultados, utilizando para tal, programas de computação como o TabWin e Microsoft Office Excel 2010 e para a aplicação dos testes estatísticos foi utilizado os softwares Epi Info 7 e Bioestat 5.0. Foi levantada a hipótese de que existe uma relação positiva entre as variáveis epidemiológicas, a saber, sexo, faixa etária, etnia, escolaridade e zona, para o adoecimento por DC. O teste aplicado foi o Qui-quadrado de proporção, este testes estatísticos objetivou verificar possíveis diferenças de proporções entre as diversas variáveis relacionadas no estudo com o adoecimento por DC. A interpretação dos testes foi feita de acordo com a convenção científica, isto é, o resultado foi chamado de estatisticamente significativo se o valor-p (nível descritivo) for menor que 0,05 (já que o nível de significância α , alpha, pré-estabelecido foi de 5%).

5.6.4.2 Análise Geoestatística

Foram geradas correlações espaciais da doença de Chagas com possíveis fatores de riscos, como as características socioeconômicas relacionadas à distribuição espacial da doença nas regiões, através da técnica geoestatística de Kernel, que identifica locais de maiores concentrações de casos, utilizando os softwares TerraView 4.1.2 e o ArcGis 10. 2. Em relação a contaminação oral da doença foi gerada uma correlação espacial com local de residência dos pacientes com pontos de venda de açaí através da técnica geoestatística conhecida como krigagem, esta técnica mede a distância espacial entre estes dois pontos (casos de DC e pontos de açaí), utilizando o software ArcGis 10.2. Considerando as características ambientais, a saber, o desmatamento, como um provável fator de risco para a DC foi utilizado à técnica geoestatística Moran, que gera um índice de possível correlação espacial entre as variáveis, para cada região do município. Foi gerada também uma classificação ambiental através da técnica de Inteligência Artificial conhecida como Redes Neurais Artificiais, onde utilizou a primitiva gráfica cor, contidas em imagens digitais de satélite para a geração de informações temáticas, utilizando o software Classificador Neural de Informações Ambientais.

5.6.4.3 Redes Neurais Artificiais (RNA)

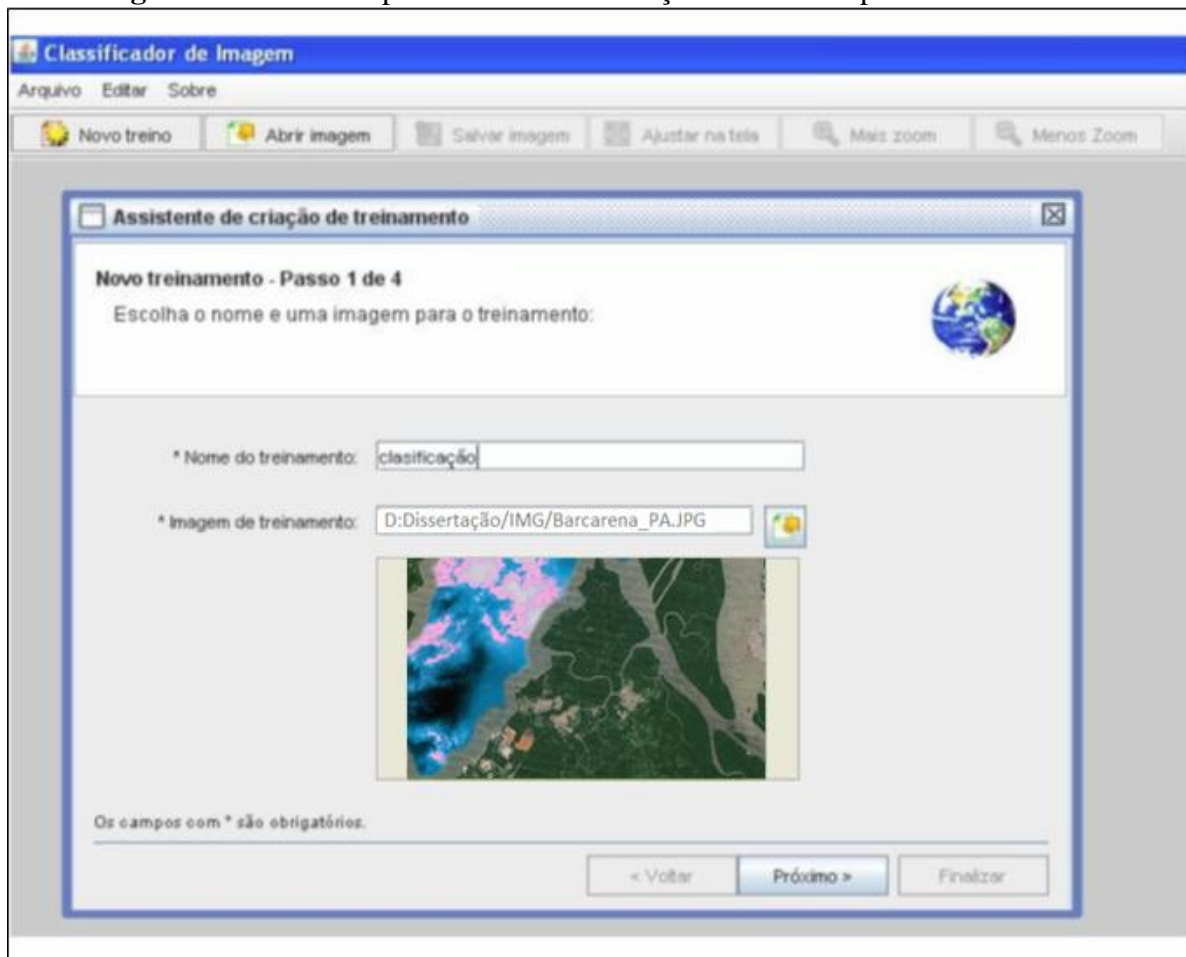
Os dados multiespectrais utilizados para classificação automática com Redes Neurais Artificiais (RNA), correspondem a duas imagens orbitais do satélite LandSat do Sensor TM 5, na escala 1:250.000, bandas 3, 4, 5, das orbitas pontos 223/061 e 224/061 da região de estudo, com data de passagem de 13/06 para a primeira orbita ponto (223/061) e 19/06/ para a segunda órbita ponto (224/061), ambos do ano de 2015, adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Para a validação das classificações, foram utilizados Mapas de uso do solo e ocupação da terra conforme.

Para que fosse possível analisar a relação entre o processo de degradação ambiental, em termos do desmatamento na região de estudo, foi realizado um processo de classificação de imagens digitais de satélites da região de estudo, baseada na utilização de RNA. Este processo ocorreu em quatro fases.

- Na primeira fase foi denominada de treinamento da RNA, onde foram executadas séries de pré-processamentos sobre a imagem que foi classificada (composição de bandas, mosaico e recorte da área de estudo). Esta fase foi importante devido à necessidade de corrigir ou alterar algumas características da imagem original, visando uma melhor classificação.

Esta fase se caracterizou pela série de pré-processamentos executado sobre a imagem de satélite, escolhida para a classificação, como pode ser observada na figura 18 abaixo.

Figura 18: Fase 1 do processo de classificação automática por RNA.

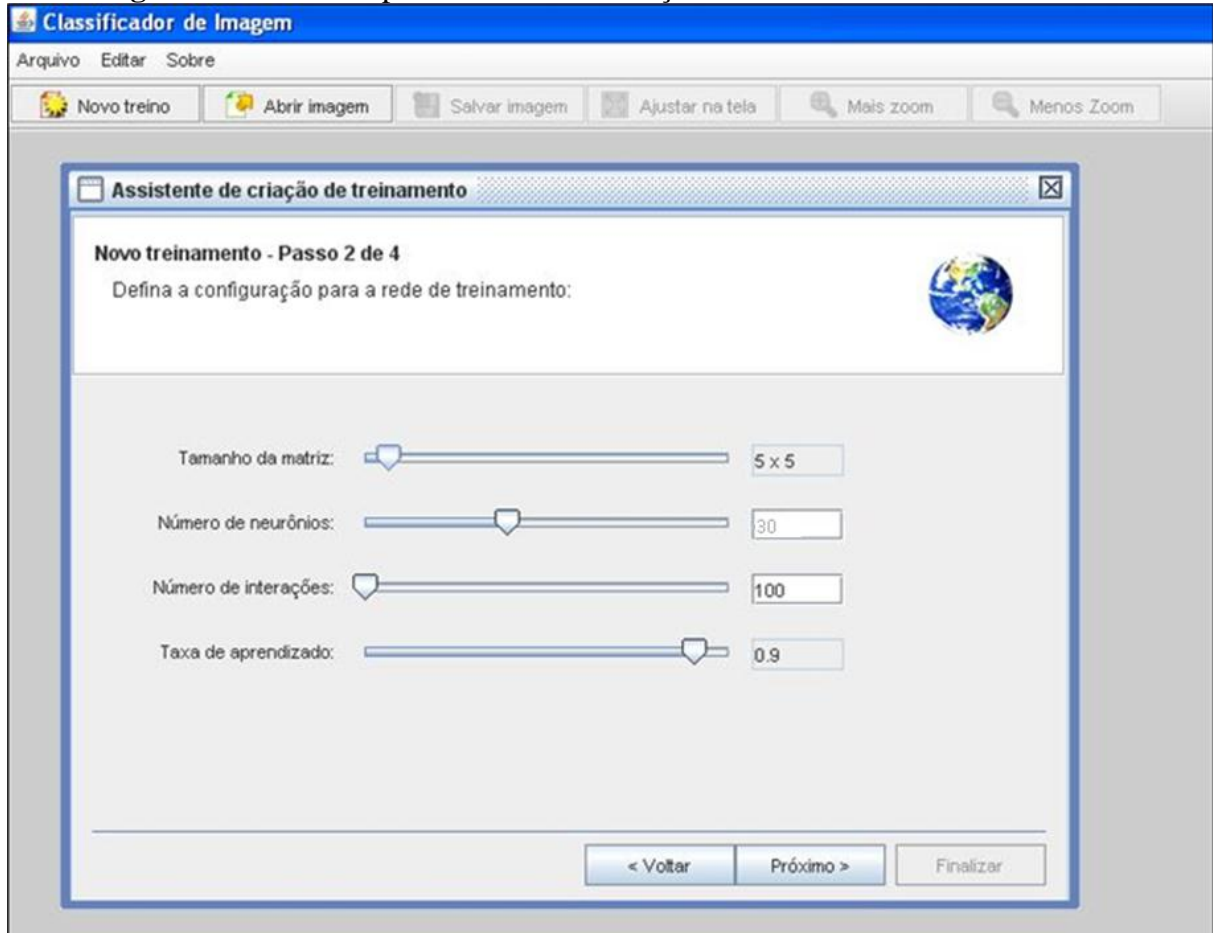


Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

Na sequência um processo de filtragem passa alta foi realizado utilizando matrizes denominadas máscaras na rede de hidrografia, diminuindo assim a quantidade dos alvos observados nas imagens, ficando os mesmos retidos aos diferentes tipos de uso do solo. Para validação dos resultados alcançados pela RNA, o mapa resultante desta classificação foi sobreposto a um mapa de referência, obtido por classificação visual. O índice de acurácia Kappa obtido foi de 67,61%, que é um índice considerado bom.

- Na segunda fase, denominada de teste, foram escolhidas as configurações ideais do esforço computacional da RNA determinando o tamanho da matriz, o número de neurônios, o número de interações e a taxa de aprendizado. (Figura 19).

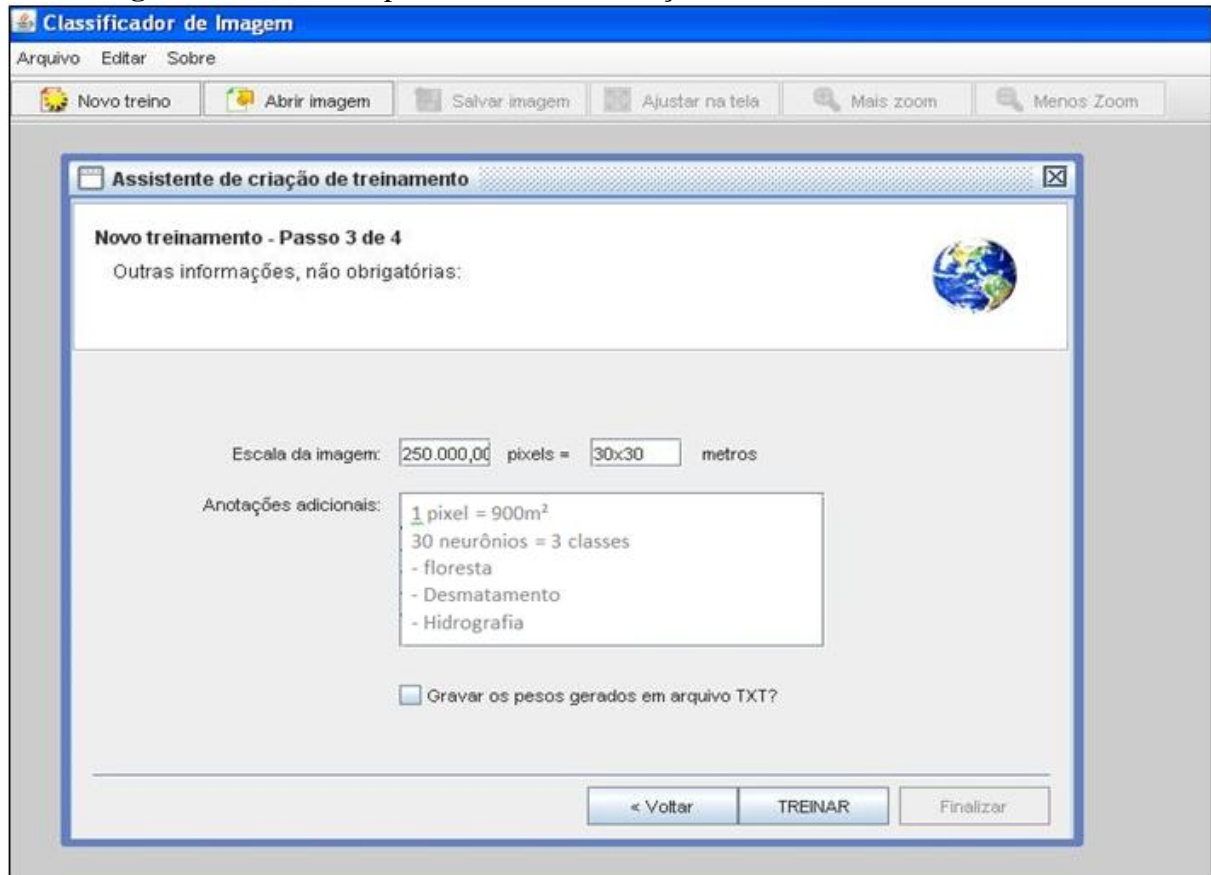
Figura 19: Fase 2 do processo de classificação automática utilizando RNA.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

- Na terceira fase foram inseridas informações, que não são obrigatórias, mas de muita importância, como, escala da imagem, tamanho de pixel e número de classes.

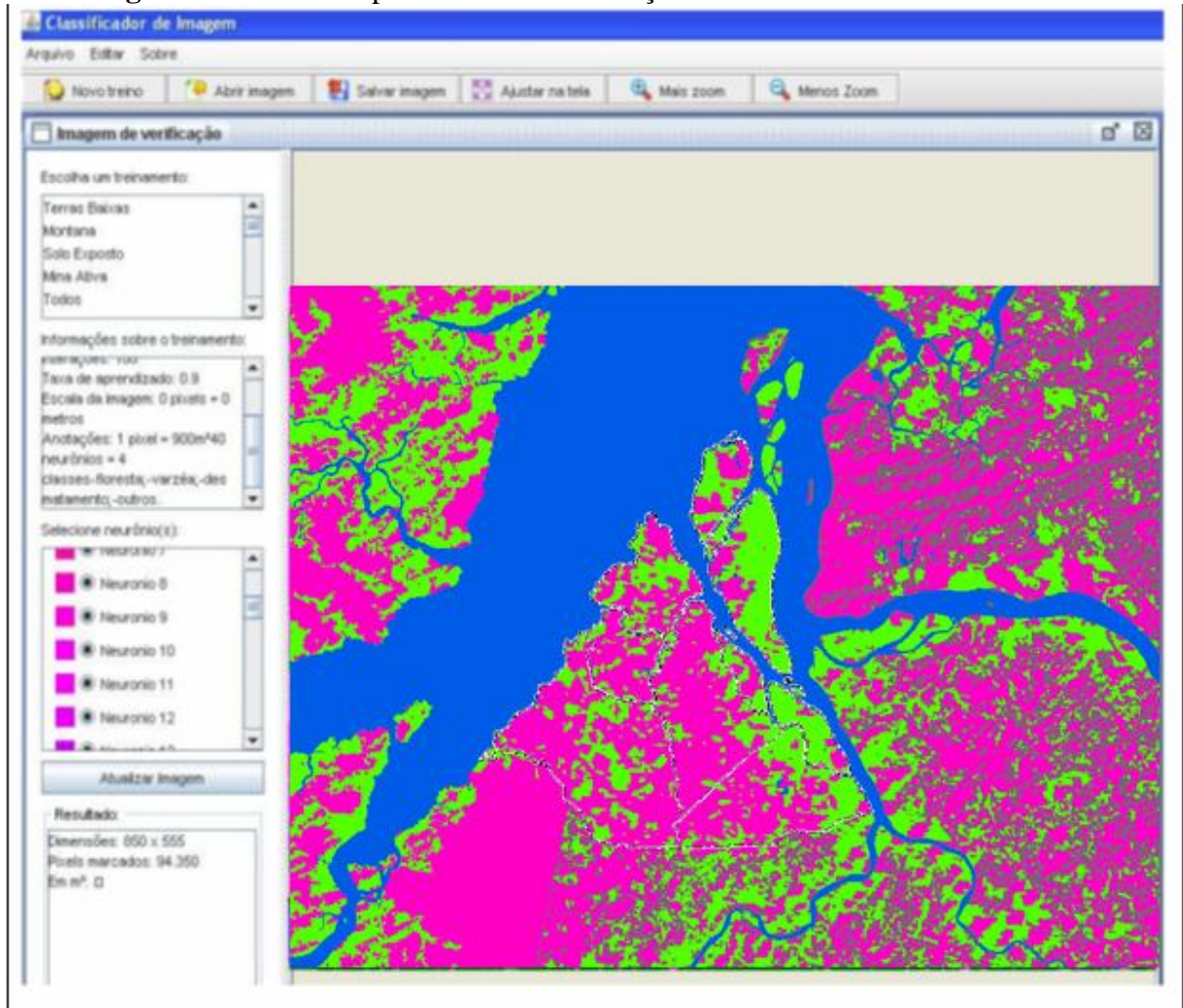
Figura 20: Fase 3 do processo de classificação automática utilizando RNA.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

- Finalmente, na quarta fase foram obtidas as imagens com as classificações geradas pelo esforço computacional da rede, que agrupou os diferentes gradientes de cores associados às informações de vegetação, enquanto classes desejadas. Este processo pode ser observado na figura 21.

Figura 21: Fase 4 do processo de classificação automática utilizando RNA.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

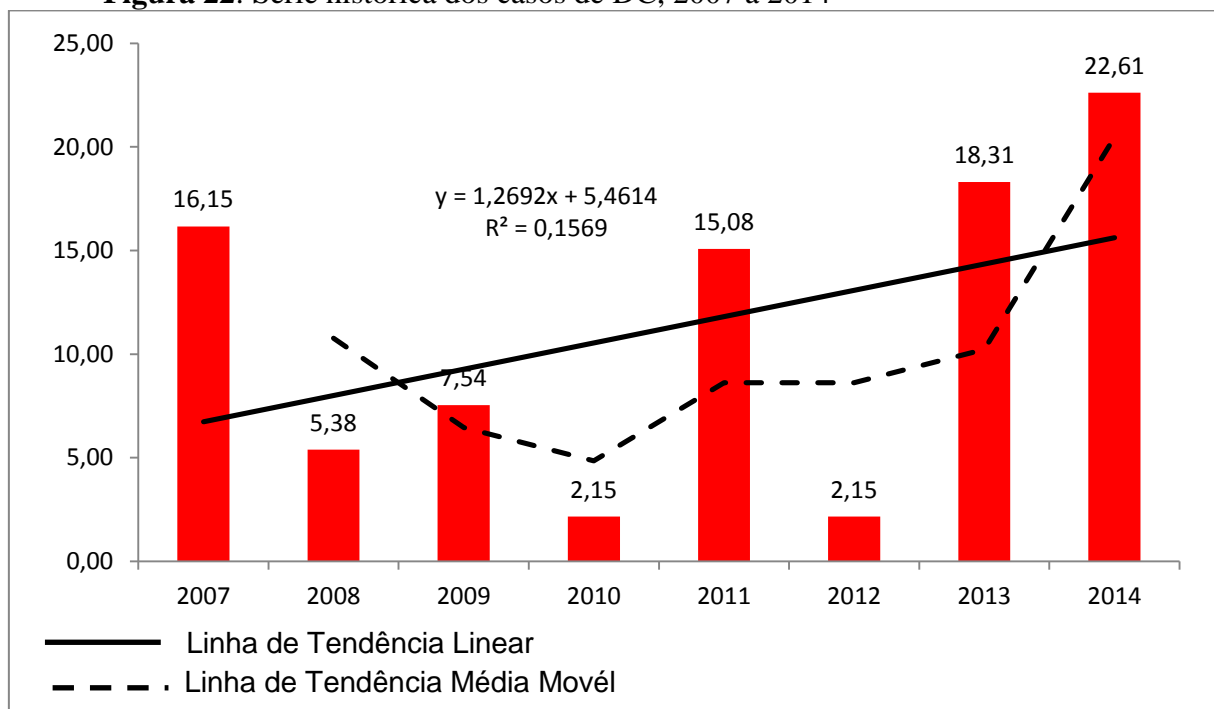
Os resultados do presente estudo foram divididos em duas partes. A primeira parte apresenta os resultados obtidos através das análises epidemiológicas utilizando técnicas estatísticas descritivas e inferenciais, objetivando a significância das variáveis ligadas ao indivíduo. A segunda parte apresenta os resultados baseados em técnicas geoestatística, que objetivaram analisar a dependência espacial entre as variáveis epidemiológicas, socioeconômicas e ambientais. Ambas as categorias de análises consideraram a área e o período de estudo.

6.1 Análise Epidemiológica

Durante o período estudado (2007 a 2014) o município de Barcarena apresentou 83 casos, sendo o município com a maior prevalência em todo o Brasil, apresentando, uma prevalência de 89,38 casos por 100 mil habitantes. A letalidade da doença no período foi de 6,02% (5/83).

Em termo da incidência anual (casos/100.000 habitante) o município de Barcarena teve uma média anual de aproximadamente 9, 86, sendo que a maior taxa foi de 22,61 no ano de 2014, seguidos por 18,31 em 2013, 15,08 em 2010, 7,54 em 2008, 5,38 em 2007 e 2,15 em 2009 e 2011 em cada ano. Conforme pode ser observado na figura 22.

Figura 22: Série histórica dos casos de DC, 2007 a 2014



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

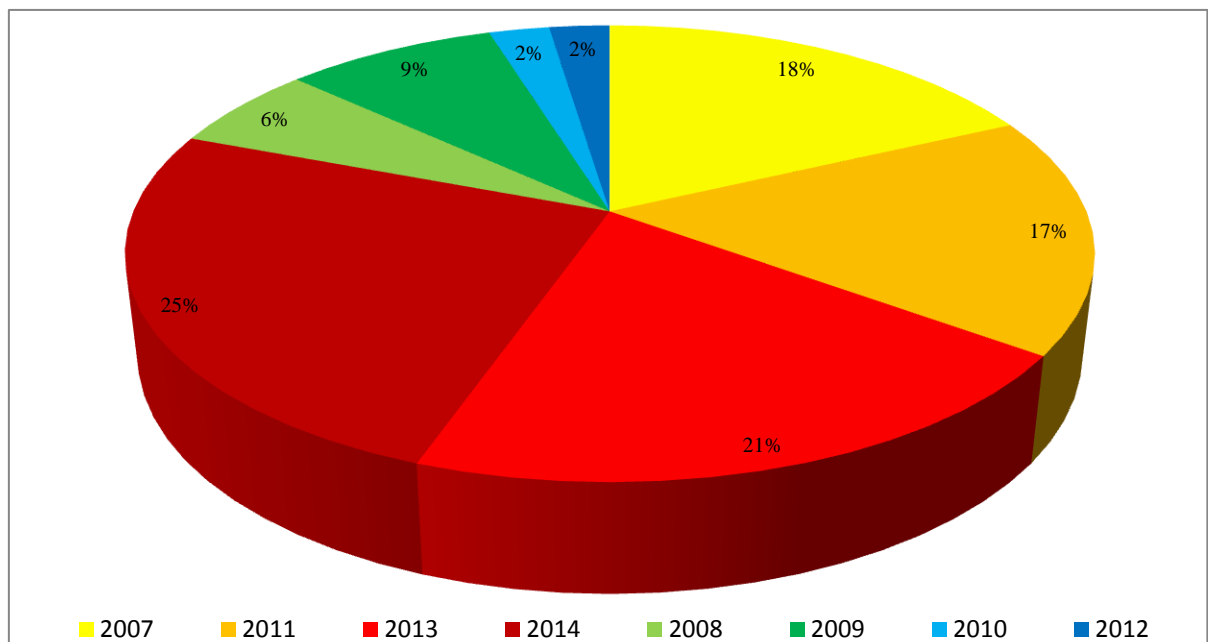
p-valor=0,0001

Na avaliação de tendência linear da série temporal foi verificado um aumento da incidência anual durante o período de estudo, de acordo com coeficiente de correlação (R^2) de 0,1569, em um modelo de regressão linear: $y = 1.2692x + 5.4614$. A tendência gerada pela média móvel mostrou oscilações do número de casos entre os anos estudados.

A alta incidência de DC, persistiu nos dois últimos anos, ratifica o fato de Barcarena, ser um município onde a DC ocorre endemicamente, com grandes diversidades intra-regionais neste município, relacionadas alterações ambientais e sociodemográficas, que ao longo das últimas décadas implicaram na alteração de ecótopos dos vetores facilitando a domicialização dos mesmos (SHIKANAI-YASUDA; CARVALHO, 2012).

Os anos de 2007, 2011, 2013 e 2014 totalizam um percentual maior que 80% dos casos. Expresso na figura 23.

Figura 23: Percentual de casos de DC por ano, em Barcarena, no período de 2007 a 2014.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

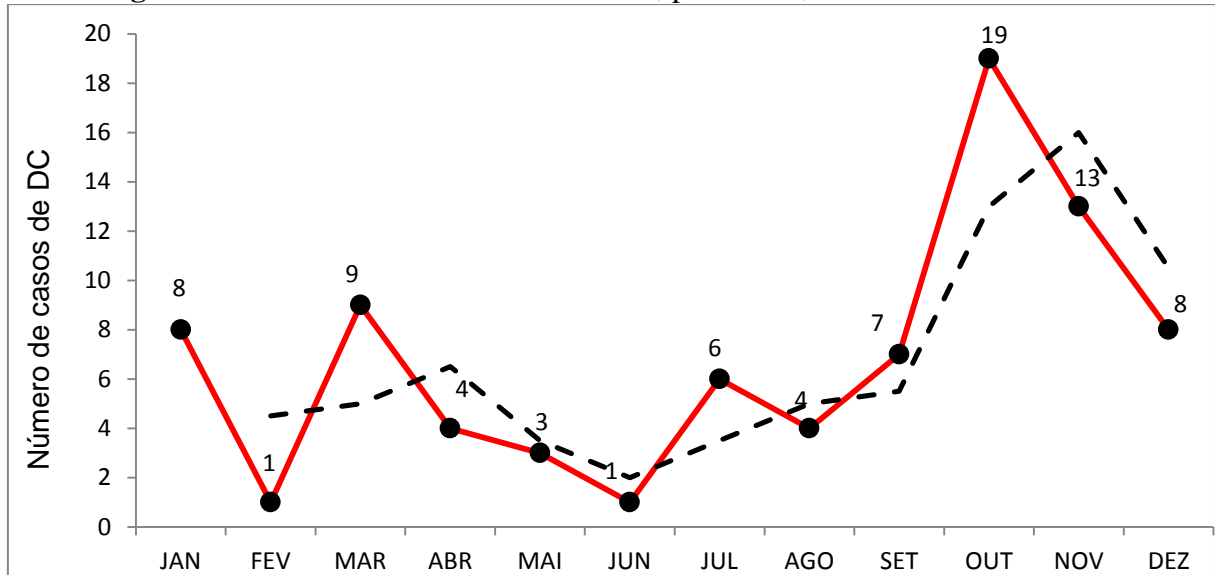
p-valor=0,0001

O maior percentual foi 25,3% (21/83) dos casos em 2014, seguidos por 20,5% (17/83) dos casos em 2013, 18,1% (15/83) dos casos em 2007, 16,9% (14/83) dos casos em 2011, 8,4% (7/83) dos casos em 2009, 6% (5/83) dos casos em 2008 e 2,4% (2/83) dos casos nos anos de 2010 e 2012 em cada ano.

Em relação à sazonalidade, 72,17% dos casos ocorreram no segundo semestre, no período de julho a dezembro. Estes meses coincidem com a safra do açaí e com o período de índices pluviométricos mais baixos sugerindo, desta forma, o estabelecimento de transmissão

oral da doença, relacionado ao consumo deste fruto, quando manipulado de maneira incorreta, (COURA et al., 2010; MONTEIRO et al., 2012). Conforme mostra a figura 24 abaixo.

Figura 24: Série histórica dos casos de DC, por meses, 2007 a 2014.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

A distribuição mensal de casos de DC em todos os anos do período de 2007 a 2014 apresentou uma curva epidemiológica relacionada à sazonalidade, onde foi observado uma diminuição no primeiro semestre destes anos, com tendência decrescente. Contudo foram observados picos ou aumentos de grande expressividade no número de casos notificados no mês de outubro (19/83), segundo semestre (57/83), que em comparação com o primeiro semestre (27/83) apresentou os maiores números de casos notificados.

No sentido da análise da distribuição da doença de Chagas em relação às variáveis ligadas ao indivíduo foi criada uma tabela com as frequências estatísticas das principais variáveis epidemiológicas e sociodemográfica, tais como: Sexo; faixa etária; raça; escolaridade; zona e contaminação oral.

Estes resultados estão expressos na tabela 01, onde podemos observar um maior percentual de infecção no sexo masculino com 55,42% (46/83) dos casos; a faixa etária mais acometida foi à adulta (18 a 59 anos) com 56,63% (47/83) dos casos; em relação à etnia a mais recorrente foi à parda com 74,70% (62/83) dos casos; em termos de escolaridade os dados mostraram que o maior número de infectados está relacionado aos analfabetos com 66,27% (55/83) dos casos; considerando o tipo de zona, os casos aconteceram com mais relevância na zona urbana com 53,01% (44/83) dos casos; sendo a transmissão oral foi o mais observado com 69,88% (58/83) dos casos. Os resultados das análises das frequências das

variáveis estão expressos na tabela 01, onde os resultados que apresentaram o $p < 0,05$ mostraram-se significantes em relação aos casos notificados.

Tabela 01: Quantificação e Frequência dos casos de DC em relação às principais variáveis epidemiológicas, ambientais e socioeconômicas, Barcarena, 2007 a 2014.

Variável		n	%	p-valor
Sexo	Masculino	46	55.42	0.3799
	Feminino	37	44.57	
Faixa Etária	Criança	18	21.69	<0.0001
	Adolescente	11	13.25	
	Adulto	47	56.63	
	Idoso	7	8.43	
Etnia	Branca	8	9.64	<0.0001
	Preta	1	1.2	
	Amarela	1	1.2	
	Parda	62	74.7	
	Indígena	0	0	
	Ignorado	11	13.25	
Escolaridade	Analfabeto	55	66.27	<0.0001
	Fundamental	18	21.69	
	Médio	6	7.23	
	Superior	4	4.82	
Zona	Urbana	53	63.86	0.0157
	Rural	30	36.14	
Contaminação Oral	Sim	58	69.88	0.0004
	Não	25	30.12	
Total		83	100,00	

Fonte: Sousa Júnior, 2016.

O fato de o sexo masculino ter sido o mais acometido corrobora com os estudos realizados por Carvalho Silva et al. (2003), Zicker, (1998) e Nobre (2001) que ao realizarem estudos epidemiológicos sobre DC observaram que 55%, 53% e 58% respectivamente, dos infectados pertenciam ao sexo masculino.

Em termos de faixa etária a mais prevalente foi à adulta (18 a 59 anos) estando de acordo com estudos realizados por Dias (1945), com a faixa etária adulta como a mais acometida, com uma média de 56,88 anos os pacientes mais prevalentes e com média de aproximadamente de 30,8 anos a população doente (SILVA, 2010).

Com relação à etnia, embora a literatura não apresente trabalhos onde pode ser observada a prevalência de DC em pardos, as análises desenvolvidas no âmbito deste estudo mostraram a significância estatística desta correlação. Contudo estudos realizados por Dias (1945), Lima-Costa et al., (2001) e Pereira (2014) mostraram a etnia negra como a mais associada à incidência da doença. O fato da prevalência de DC está relacionado à etnia parda pode ser devido à prática da autodenominação étnica de pardos observada no município em estudo e mostrada no Censo 2010 (IBGE, 2010).

Em relação à escolaridade foi observada que os índices mais elevados concentram-se nas pessoas de menor grau de escolaridade, neste sentido várias pesquisas concordam com o resultado deste estudo, como Gontijo (1996), que em seu estudo demonstrou que maior percentual dos pacientes possuía apenas ensino primário completo. Dias, (2007) diz que essa doença acomete indivíduos de baixa escolaridade. Pereira (2014,) e Lima-Costa et al. (2001) demonstraram que pacientes chagásicos possuem escolaridade baixa e em sua maioria são analfabetos.

Sobre a zona de residência, os dados demonstraram que a maior parte dos casos confirmados ocorreu na zona urbana, corroborando com estudos recentes que apontaram um maior índice de contaminação urbana na Amazônia (MENDES, 2008; BRICEÑO-LEÓN, 2009). Porém algumas literaturas apontam que as áreas de maior risco estão no meio rural, pela maior proximidade do vetor da doença (SILVEIRA, 1984; MILES, 1991).

6.2 Análise Geoestatística

Inicialmente foi gerado um Banco de Dados Geográfico (BDGEO) com a indexação das coordenadas geográficas, de informações relacionadas aos casos notificados da doença na área e período de estudo. Este banco foi produzido com informações obtidas junto a órgãos federais, estaduais e municipais de saúde para que os dados pudessem ser validados e a partir deste foram feitas as correlações espaciais com variáveis epidemiológicas, socioeconômicas e ambientais, com o observado na figura 25.

Figura 25: Fragmento do BDGEO da doença de Chagas, Barcarena, 2007 a 2014.

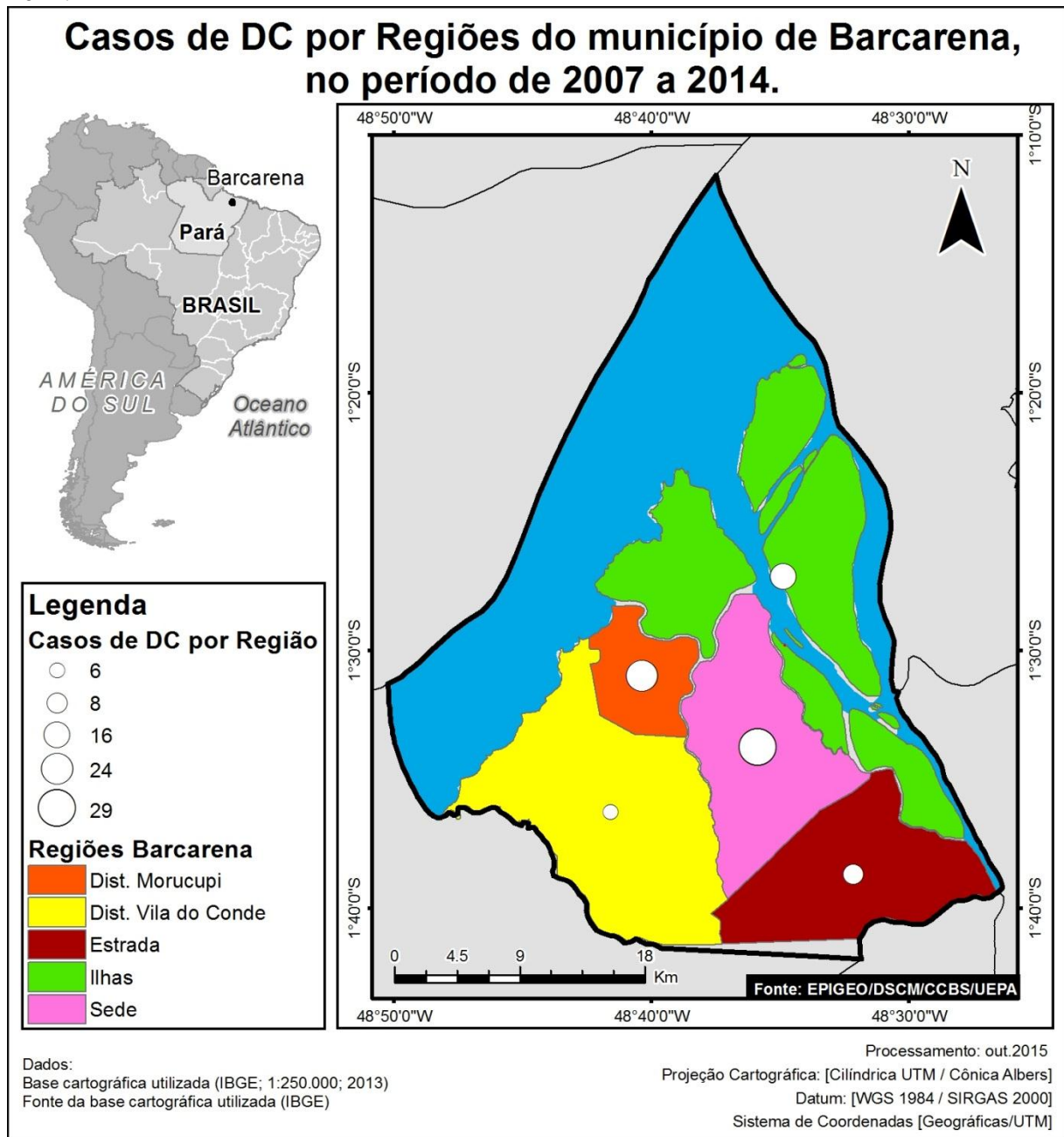
LAT DD	LONG DD	NU ANO	NU IDADE N	CS SEXO	CS GESTANT	CS RACA	CS ESCOL N	ID BAIRRO	NM BAIRRO
-1.517845	-48.672287	2007	4014	M	6	4	09	89	LARANJAL
-1.514482	-48.667478	2007	4065	F	4	9	09	14	LARANJAL
-1.514482	-48.667478	2007	4025	F	9	4	09	89	LARANJAL
-1.517845	-48.672287	2007	4003	F	6	4	10	89	LARANJAL
-1.517845	-48.672287	2007	4007	F	6	4	09	89	LARANJAL
-1.514482	-48.667478	2007	4012	F	4	4	09	89	LARANJAL

Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

A partir do BDGEO, a espacialização e o inter-relacionamento das informações epidemiológicas, ambientais e socioeconômicas relacionadas permitiu a produção dos mapas temáticos.

Segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena (PDDUB, 2006) o município de Barcarena é formado por 5 regiões, de grande importância política e administrativa, devido a sua capacidade de representar características intra-regionais, a saber: Sede e Morucupi, com característica de crescimento demográfico com expansão urbana e habitacional; Vila do Conde, com zoneamento compatível com a expansão do parque industrial do município e as regiões das Ilhas e Estradas com característica de propriedades públicas e privadas de grandes extensão territorial. O maior número de casos de DC ocorreu na Sede com 35% (29/83), seguido por Morucupi com 29% (24/83), Ilhas com 19% (16/83), Estradas com 10% (8/83) e Vila do Conde com 7% (6/83), Observado na figura 26.

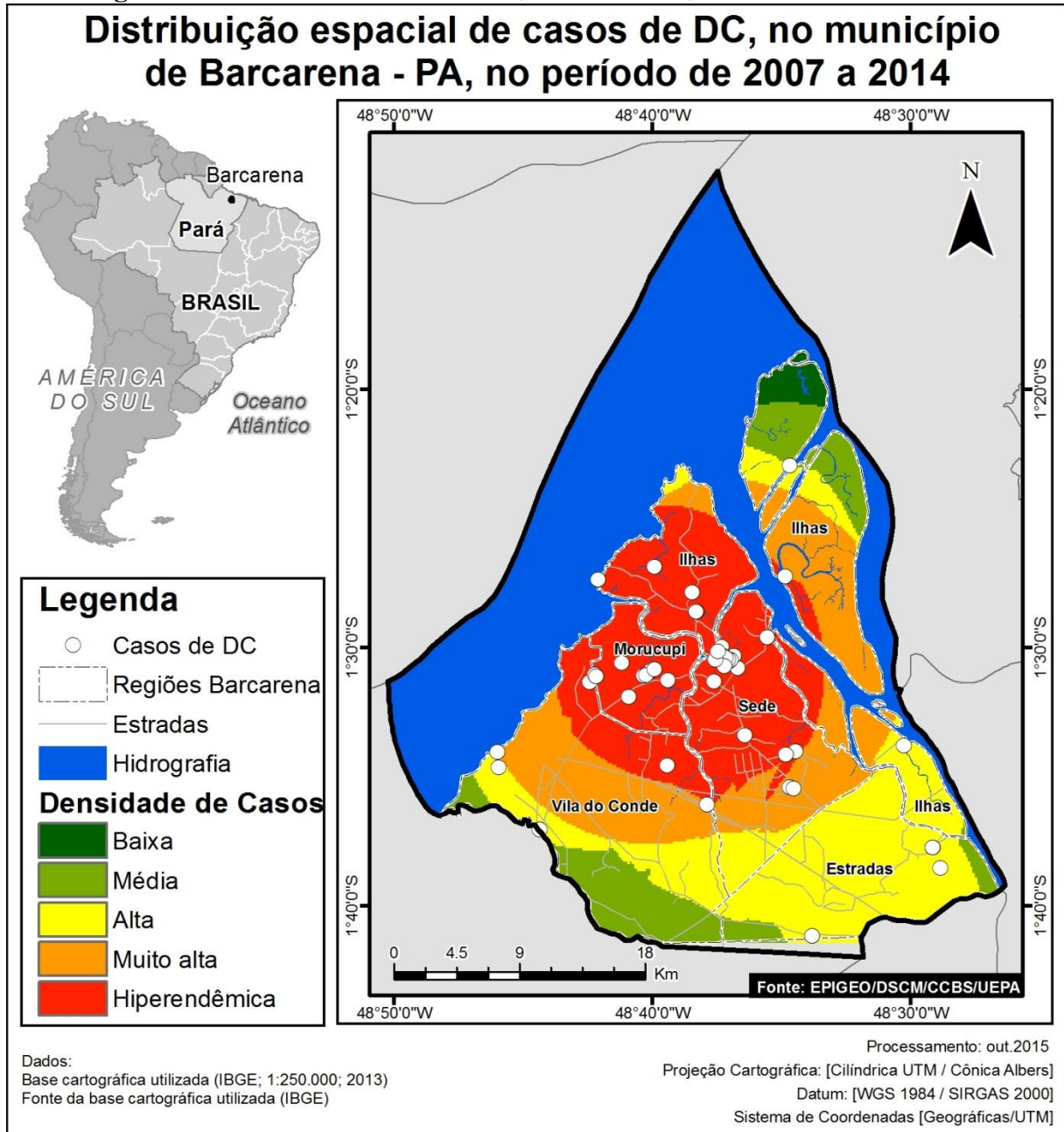
Figura 26: Casos de DC por regiões político administrativa de Barcarena, 2007 a 2014.



No município de Barcarena foram diagnosticados mais casos agudos da doença, entretanto no município a doença sempre foi pouco documentada, com emergência de casos isolados, assim como, surtos em forma de microepidemia familiar, e com muita frequência em áreas urbanas. De acordo com a Coordenação Estadual do Programa de Controle da doença de Chagas foram notificados, anualmente, cerca de 130 casos novos e autóctones de DC no estado do Pará, sendo que Barcarena apresentou uma prevalência no período estudado de mais de 89 casos por 100 mil habitantes, com incidência média anual de mais de 11 casos por 100

mil habitantes. No sentido de apresentar esta distribuição foi utilizada a técnica de kernel para identificar áreas com maior densidade de casos no território. (Figura 27).

Figura 27: Densidade de casos de DC, em Barcarena, 2007 a 2014.



De acordo com distribuição espacial dos casos pode ser observado à existência de concentração dos mesmos em determinadas regiões, mostrando desta forma que a DC em Barcarena não está distribuída de forma homogênea e sim com uma maior concentração de casos em áreas urbanas, como expresso na imagem, identificado assim uma possível área de risco de um tipo diferenciado de transmissão da doença. Foi observada também a existência

de um padrão espacial na distribuição pontual dos casos, sendo observada a presença de aglomerados nas regiões Sede e Morucupi.

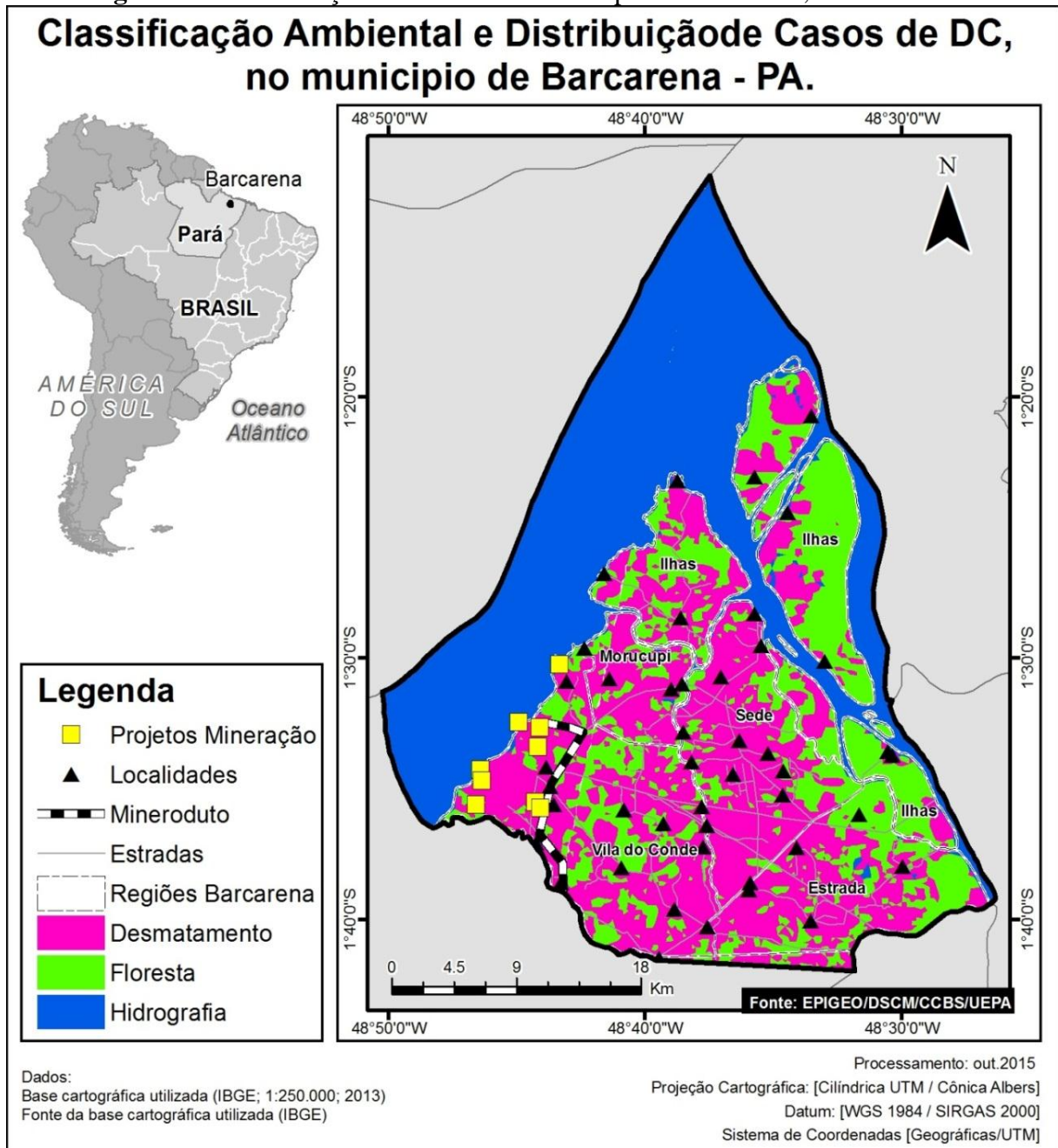
Considerando que o desmatamento resultante da ocupação desordenada do meio ambiente tem como consequência: 1) menor diversidade de oferta de fonte alimentar para os triatomíneos nos diferentes habitats; 2) os triatomíneos tendem a se deslocar em busca de alimento de seus habitats originais onde anteriormente encontravam estes animais e se alimentavam deles e que, em função da degradação ambiental desapareceram, para se alimentar de outras espécies mais ecléticas de mamíferos em relação a ambientes que ocupem e que, portanto não só permaneceram como também se expandiram numericamente; 3) como entre as espécies de mamíferos que apresentam este ecletismo ambiental estão incluídas espécies reconhecidamente como excelentes reservatórios do *T. cruzi*, as populações do parasita também serão expandidas o que resultará um ciclo de transmissão extremamente robusto. (SHIKANAI-YASUDA; CARVALHO, 2012).

Neste trabalho as imagens de satélites foram classificadas por Redes Neurais Artificiais para a produção de dois mapas, o primeiro com a classificação ambiental do desmatamento (figura 27 e 28) e o segundo com a classificação ambiental do uso do solo (figura 30), especificando qual o motivo do desmatamento na região.

De acordo com os parâmetros testados a arquitetura da RNA que apresentou melhor resultado foi uma rede neural com o tamanho da matriz de 5x5 pixels, com número de neurônios igual a 30 com a realização de 100 interações para cada camada, tendo uma taxa de aprendizagem de 0,9. Como critério de parada do treinamento da RNA foi estabelecido um limite de 10.000 iterações utilizando o algoritmo backpropagation, sendo que a metodologia proposta possibilitou discriminar todas as classes de saída pré-estabelecidas.

A partir da utilização da técnica de IA, conhecida como RNA foi observado que o município de Barcarena teve uma área desmatada de 13.90 km² durante o período estudado, com média de 1.74 km² anual. Observado na figura 28.

Figura 28: Classificação Ambiental do Município de Barcarena, Pará.

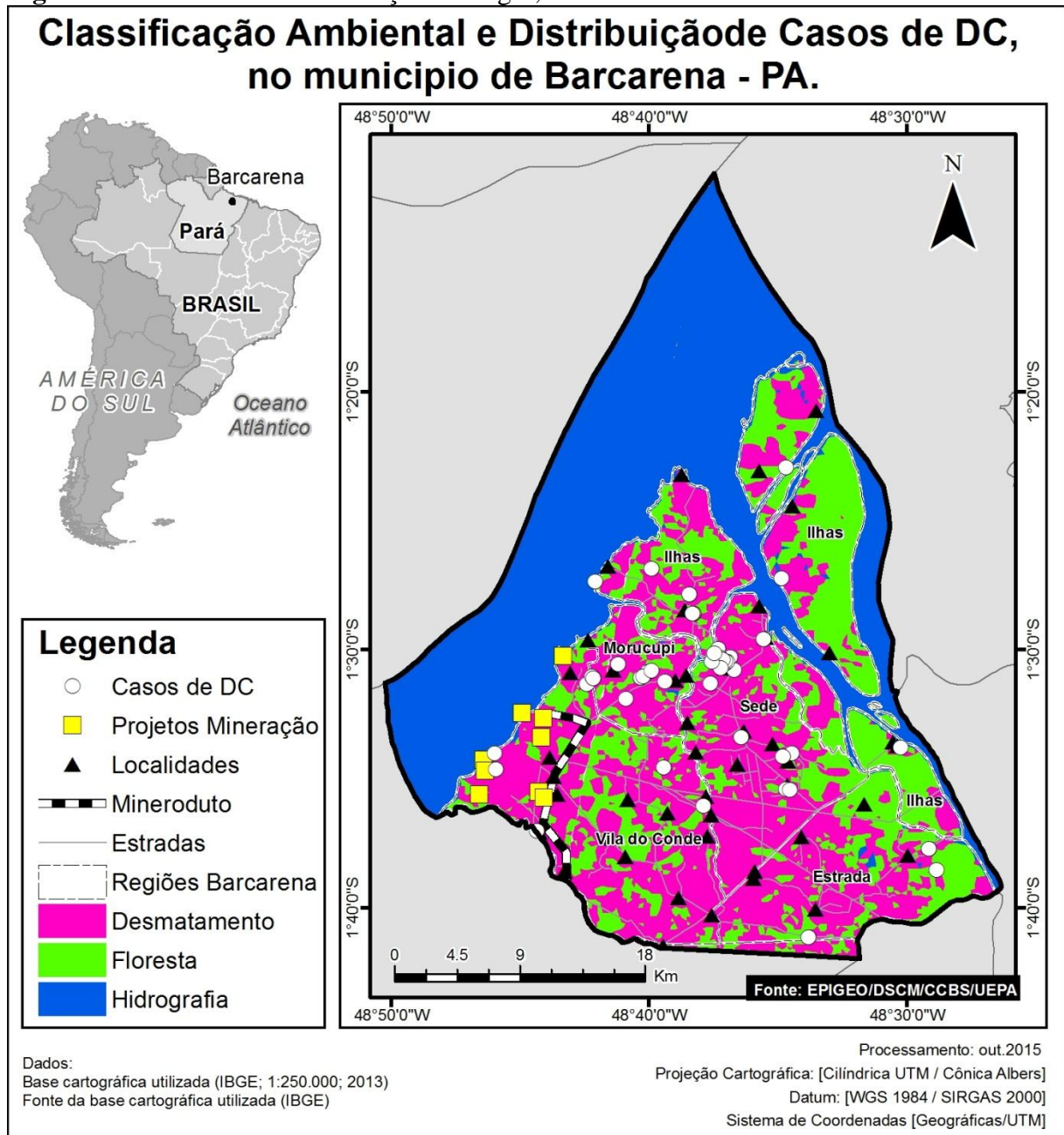


Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

A taxa de desmatamento foi de 31,11%, isso confirma a existência de um processo de desmatamento no município, as casas são construídas próximas à mata remanescente. Os resultados apontam ainda para a necessidade de avaliar o homem no seu ambiente físico, biológico e socioeconômico. A aglomeração humana em determinadas áreas e a habitação inadequada corroboram para o surgimento da doença, que tem relação direta com o ambiente degradado.

A distribuição pontual dos casos de DC mostrou que os mesmos estão situados em áreas bastante desmatadas. (Figura 29).

Figura 29: Desmatamento e doença de Chagas, Barcarena.

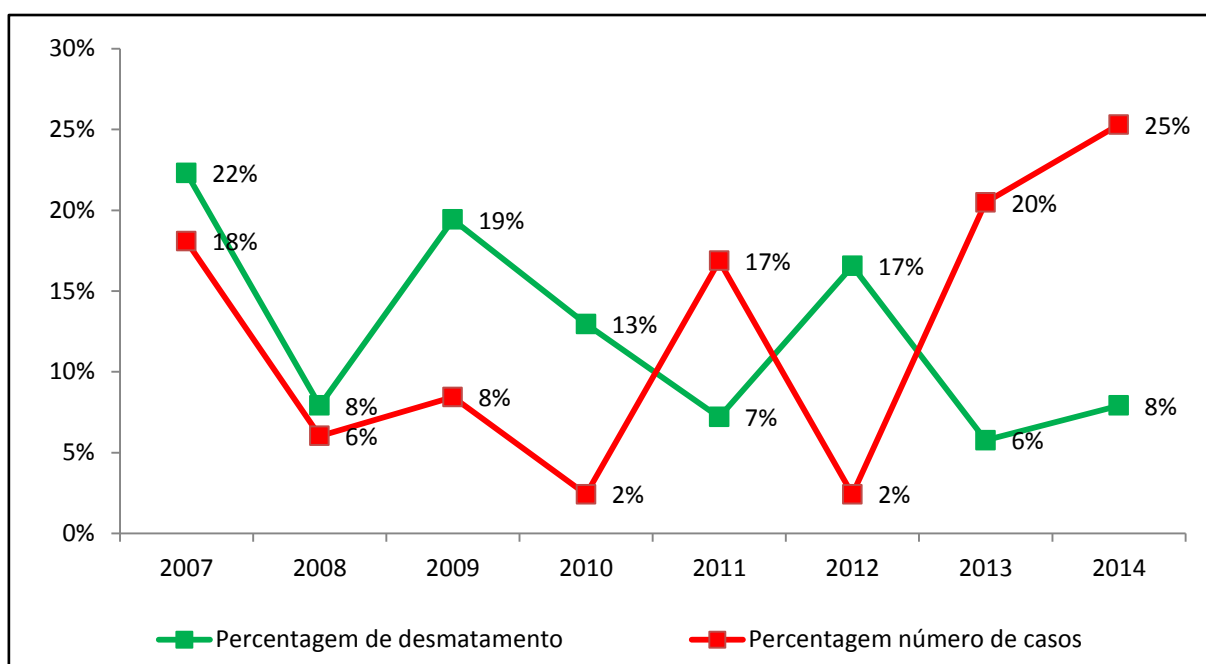


Com o desmatamento há diminuição do habitat de animais silvestres, que atuam como reservatório natural do *Trypanosoma cruzi*. Com isso, há um aumento da aproximação do homem com esses reservatórios, facilitando a transmissão do protozoário pelo vetor (inseto barbeiro). Essa ação do homem sobre o meio ambiente tem contribuído para o aumento dessa doença como, por exemplo, o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros de vetor da doença; a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro; a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos; a poluição dos rios e lagos com pesticidas que

exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença; o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos; qual o barbeiro se alimenta.

Ao longo da série histórica de casos e desmatamento no município foi verificado uma relação direta nos anos de 2007 (22%;18%), 2008(8%;6%), 2009 (19%;8%), 2010 (13%; 2%) e 2014 (25%; 8%). (Figura 30).

Figura 30: Série histórica de casos de DC e desmatamento.



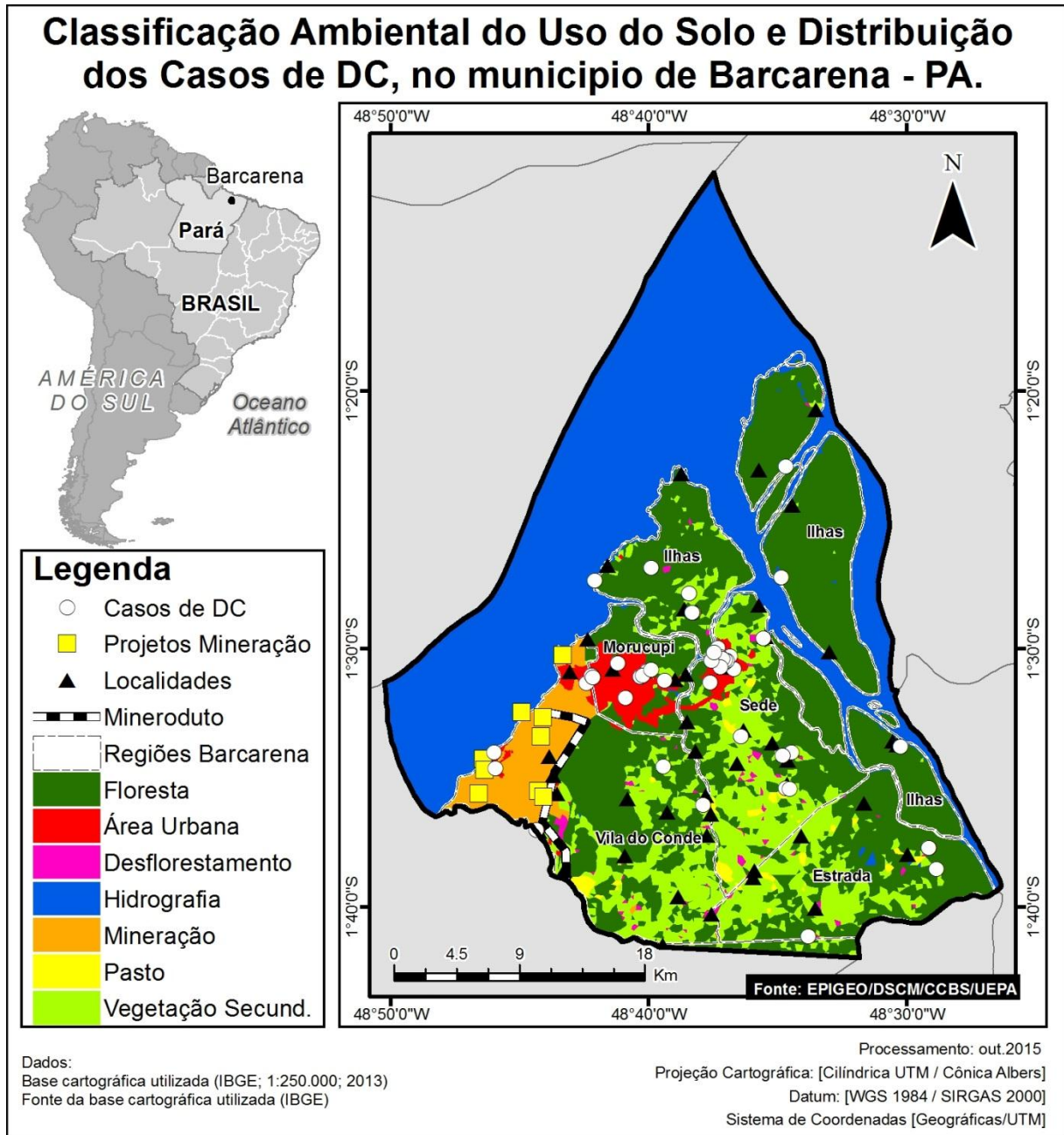
Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

A relação desmatamento e número de casos teve uma significância estatística ($p < 0.0001$), apresentando estatisticamente uma relação da doença com a degradação ambiental na área. Vale ressaltar que a ocorrência de mudanças ambientais provocadas pelos desmatamentos, concentração da população em áreas urbanas provocado pelo êxodo rural, melhor compreensão dos eventos e o acúmulo de conhecimentos por parte da comunidade científica, tornaram necessárias à revisão das estratégias e da metodologia para o controle da doença de Chagas no país (BRASIL, 2005).

O desmatamento foi observado nas grandes áreas onde a vegetação nativa foi retirada para a implantação de grandes projetos desenvolvimentistas, tais como, projetos de mineração, plantio de culturas de subsistência e para criação de animais. Com o intuito de compreendermos a distribuição do desmatamento no município foi gerada uma classificação ambiental temática do uso do solo utilizando a técnica de RNA, onde foi possível verificar as

principais causas do desmatamento no município de Barcarena em relação à distribuição pontual dos casos confirmados da doença, no período de estudo. (Figura 31).

Figura 31: Classificação Ambiental do Uso do Solo e doença de Chagas, Barcarena.

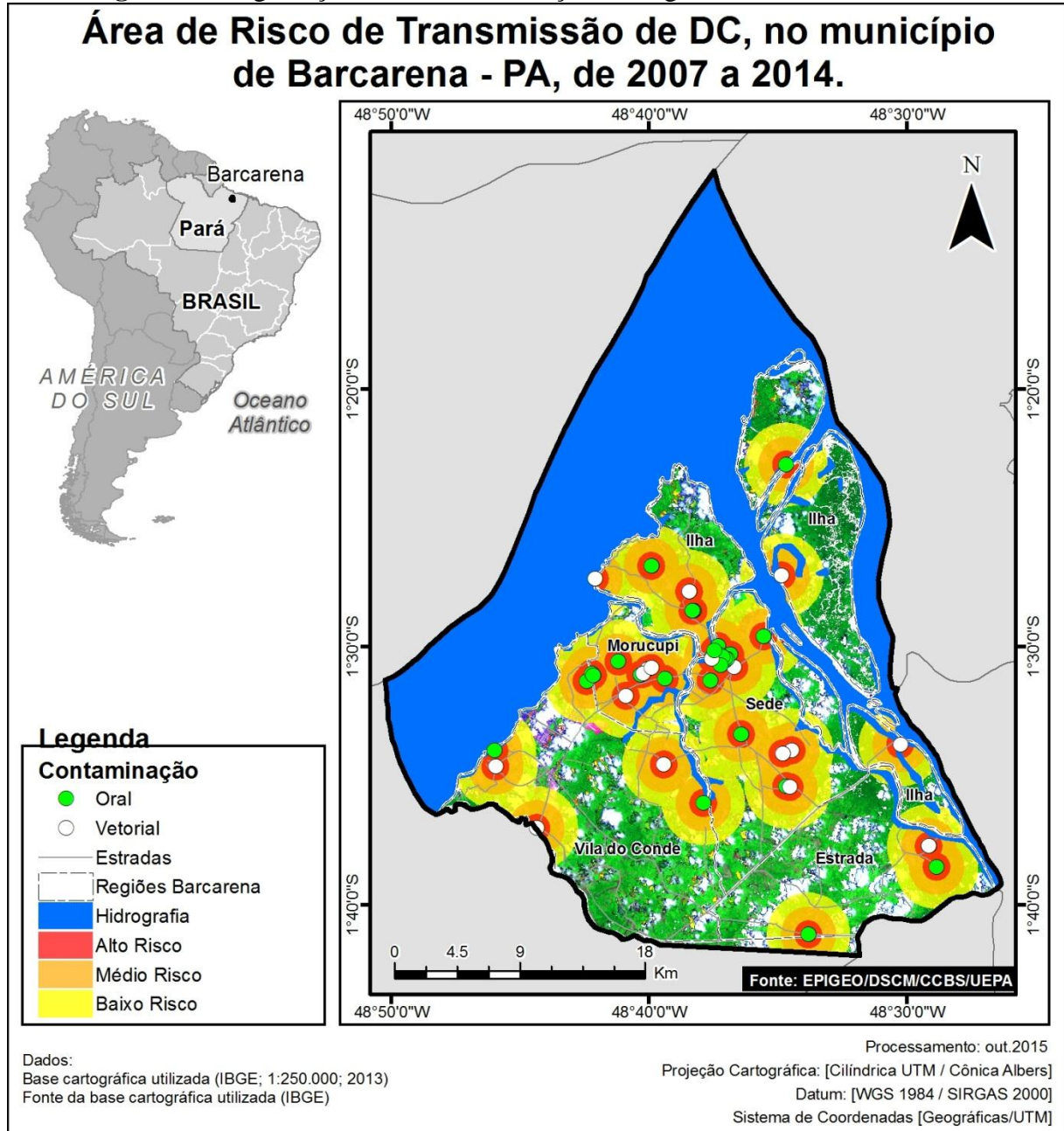


Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

No município de Barcarena é destacada a importância econômica do polo industrial, o setor de mineração (alumínio, caulim e siderurgia) situada em grande parte na região da Vila do Conde, seguidos das atividades agropecuárias e do extrativismo, situadas em sua maioria, nas regiões da Estrada e Ilhas, e expansão de áreas urbanas nas regiões Sede e Vila do Conde. Estas atividades exploraram de forma desordenada e o uso inadequado dos recursos de solos por atividades antrópicas ocasionando efeitos marcantes no âmbito ambiental e

socioeconômico, no que diz respeito à perda da qualidade dos recursos naturais e, conseqüentemente, no aparecimento de agravos a saúde humana, como a doença de Chagas, transformando essas áreas em locais de risco de transmissão da doença. (Figura 32).

Figura 32: Degradação ambiental x doença de Chagas, Barcarena, 2007 a 2014.

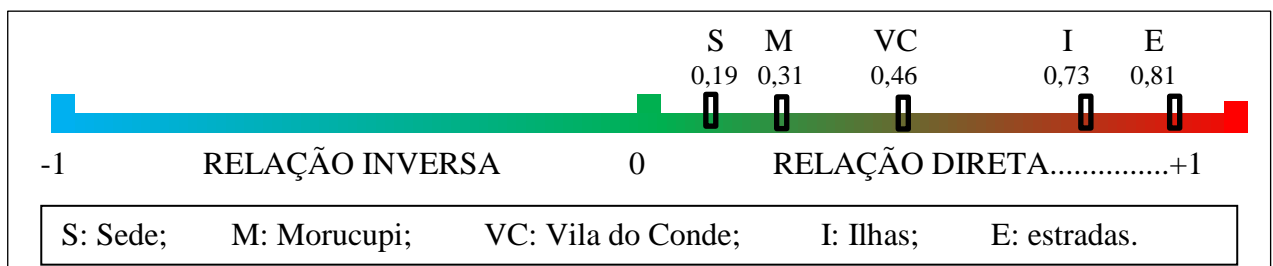


A região central do município possui áreas de alto risco para infecção da doença de chagas, nestas áreas estão localizados os distritos Sede e Morucupi. Como a doença é endêmica no município, os fatores associados a sua ocorrência refletem a forma como a população humana ocupa e explora o ambiente em que vive. Questões como migrações humanas não controladas, atividades produtivas extensivas, degradação ambiental e

precariedade de condições sócio-econômicas (habitação, educação, dentre outras) foram observadas na área e podem estar relacionada à transmissão do T. cruzi ao homem, conforme observado por (VALENTE, 2006).

A autocorrelação espacial das variáveis casos de DC e desmatamento, utilizando a técnica de Moran, mostrou uma relação direta nas cinco regiões do município de Barcarena, com p-valor igual a 0,0001, a saber, Estrada com Índice de Moran igual a 0,81, seguidos pela região das Ilhas com 0,73, Vila do Conde com 0,46, Morucupi com 0,31 e Sede com 0,19. Como observado na figura 33.

Figura 33: Autocorrelação espacial entre DC e desmatamento.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

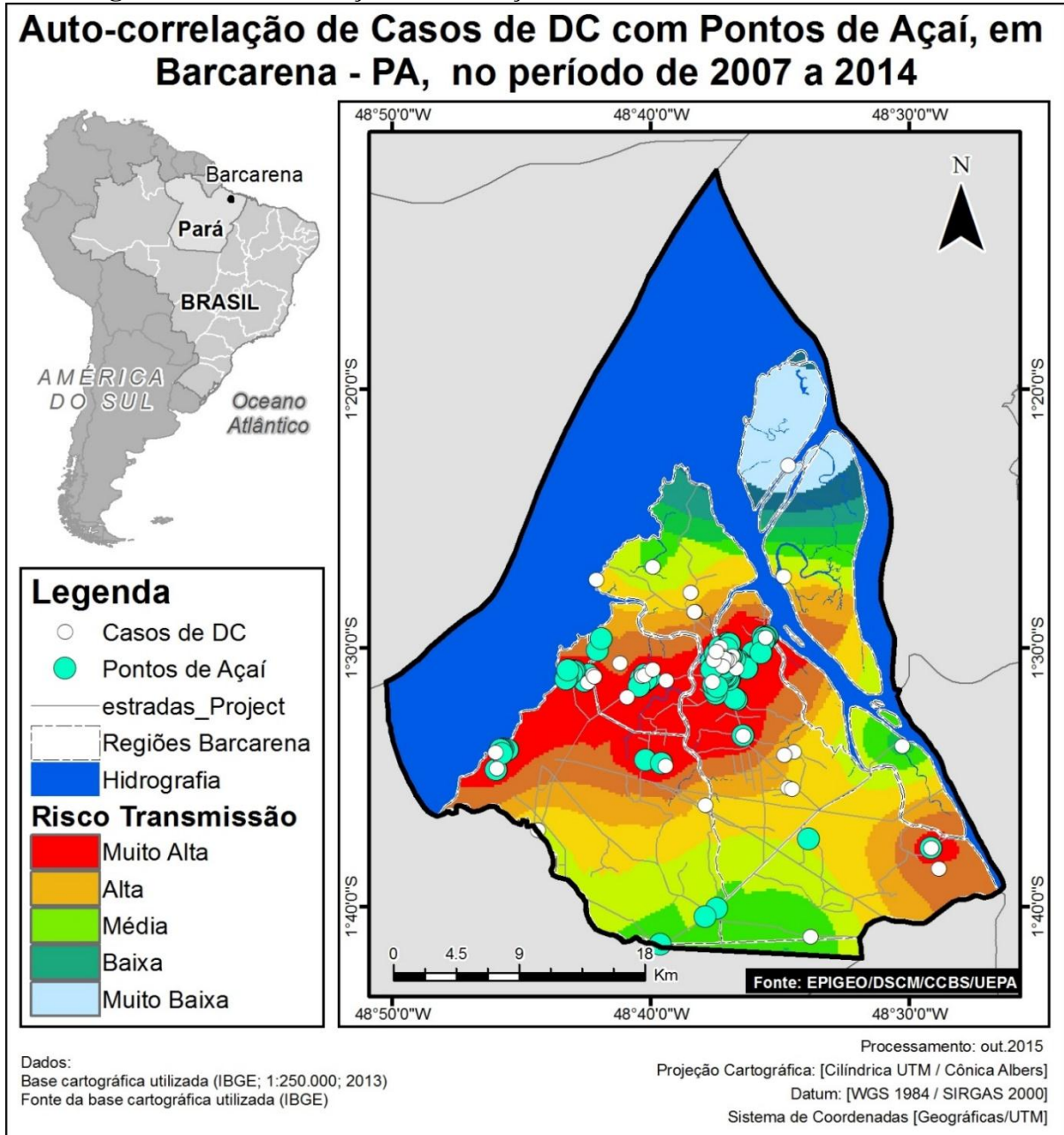
Considerando a relação entre as variáveis desmatamento e casos de DC foram realizadas análises a partir dos indicadores de autocorrelação local Moran a partir de 99 permutações. A aplicação de permutações permitiu uma melhor aproximação a uma distribuição normal, dessa forma garantindo melhores inferências aos dados, onde o padrão de dependência espacial foi positivo, ou seja, Índices de Moran intra-regional tende a ser mais semelhante às regiões vizinhas do que regiões distantes, confirmando uma possível correlação das variáveis. A partir desses dados podemos sugerir que existe uma relação espacial direta entre a distribuição dos casos de DC com o desmatamento nas diversas regiões do município.

De acordo com o que tem sido descrito por (SILVEIRA; RESENDE, 1994; DIAS, 2000; WHO, 2008), o desmatamento pode influenciar na dispersão de vetores aumentando o risco de transmissão da doença de Chagas em uma localidade. Segundo Forattini (2002), a infestação por triatomíneos ocorre quando há um mecanismo oportunista formado por estímulos como abrigo e alimento. Considerando o ambiente peri domiciliar oferece vasta gama de hospedeiros, abrigos e condições climáticas para o sucesso no desenvolvimento de populações de triatomíneos, no entanto, alguns ecótopos artificiais podem ser mais atraentes para determinadas espécies que outros (CECERE et al., 2004).

Considerando que a maioria dos casos de DC, no período estudado, ocorreu em áreas urbanas e que o provável tipo de contaminação foi o oral foi utilizado o teste geoestatístico de

Krigagem para avaliar o grau da relação espacial entre estas duas variáveis, considerando a variabilidade e descontinuidade dos mesmos no espaço. A relação espacial entre os casos de DC e pontos de açaí, em Barcarena, pode ser observado na figura 34.

Figura 34: Autocorrelação da DC e açaí, em Barcarena, 2007 a 2014.

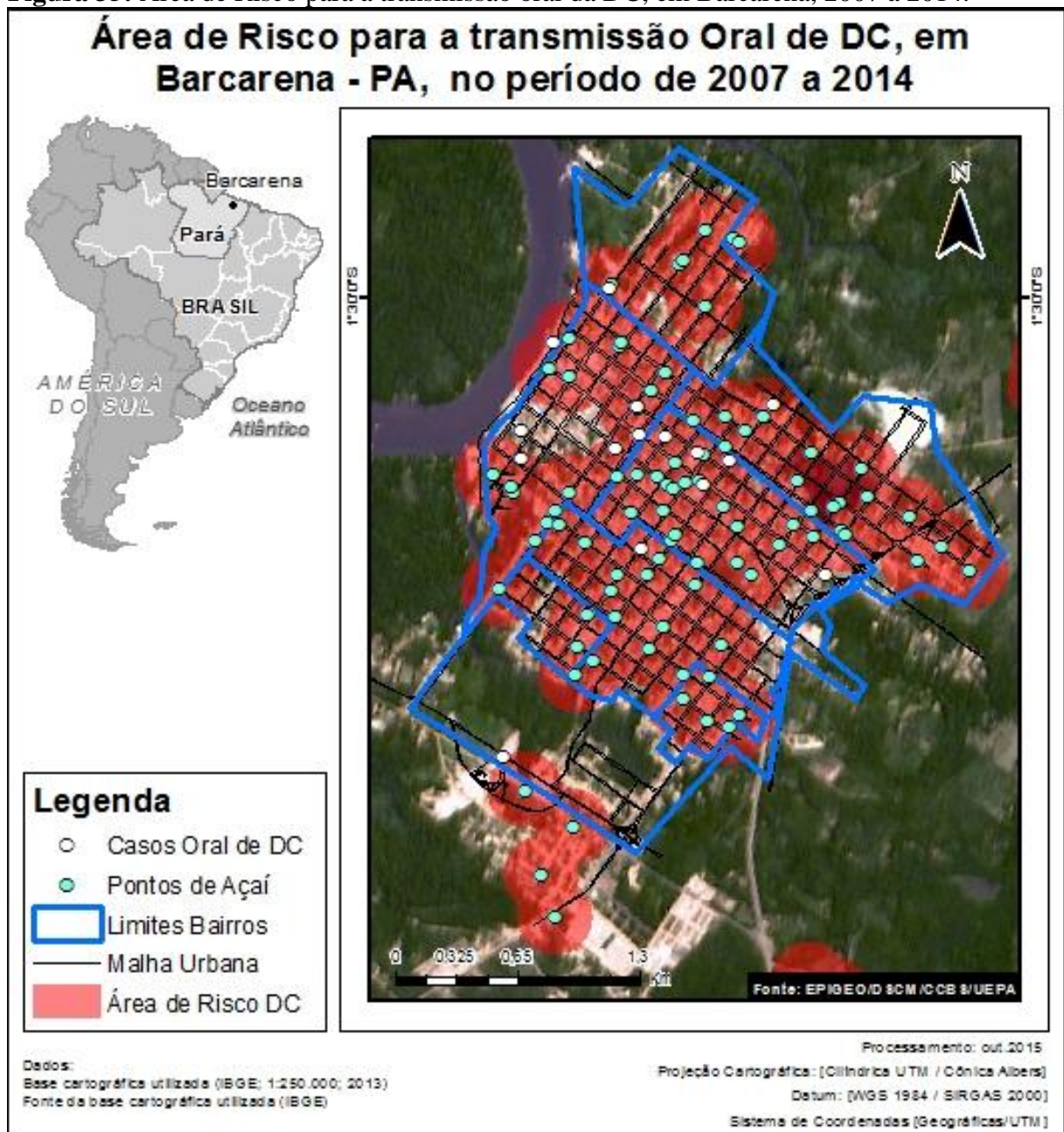


Os dados analisados apontaram para uma evolução nos casos da doença na área urbana, onde esta doença está provavelmente ligada à ingestão de alimentos mal manipulados, o que requer maior intervenção do poder público, uma vez que se trata de populações com baixos indicadores socioeconômicos. O município de Barcarena faz parte da região da Amazônia Legal, onde a DC não era reconhecida como problema de saúde pública, as ações de vigilância devem ser estruturadas e executadas de forma extensiva e regular na região por

meio de detecção e investigação de surtos de casos de DC; identificação e mapeamento de marcadores ambientais a partir do reconhecimento de áreas por desmatamento e possíveis área de risco (BRASIL, 2012).

Contudo, áreas onde a doença de Chagas ocorreu por transmissão oral, relacionada ao consumo de alimentos, principalmente em áreas urbanas, como é o caso das regiões Sede, Morucupi e Vila do Conde, estes eventos são poucos conhecidos ou investigados, havendo uma necessidade de desenvolvimento de estudos contínuos para a mitigação deste agravo nas áreas. Conforme a figura 35.

Figura 35: Área de Risco para a transmissão oral da DC, em Barcarena, 2007 a 2014.



Fonte: EpiGeo/DSCM/CCBS/UEPA

A contaminação oral atualmente se tornou frequente na região amazônica e está relacionada à ocorrência de surtos recentes em diversos estados brasileiros. Apesar de existirem importantes estratégias sendo incorporadas no Brasil no combate à doença de Chagas transmitida via alimento, ainda há a necessidade de incentivos à pesquisa para que os conhecimentos gerados auxiliem na compreensão da transmissão oral e sua melhor interpretação epidemiológica, de prevenção e controle. A implementação das boas práticas de higiene, boas práticas de manufatura e a aproximação entre instituições de ciência e os produtores de açaí também poderão contribuir na solução deste problema.

No município de Barcarena o perfil epidemiológico da DC apresenta um novo cenário com a ocorrência de casos e surtos por transmissão oral e vetorial. Com isso evidenciam-se duas áreas geográficas onde os padrões de transmissão são diferenciados. A região originalmente de risco para a transmissão vetorial, como as regiões das ilhas, estradas e vila do conde, devem ter ações de vigilância epidemiológica e ambiental concentradas nas áreas, com vista à interrupção da cadeia de transmissão da doença por qualquer tipo de vetor passíveis de domiciliação (BRASIL, 2012).

Ressaltamos a importância desta pesquisa no campo da Medicina preventiva e da Saúde Coletiva. Este estudo, através do conhecimento geográfico, contribuiu com os programas de saúde pública, no que se refere à disposição de dados socioeconômicos, ambientais e epidemiológicos da doença de Chagas no município de Barcarena, pode facilitar o trabalho dos órgãos públicos responsáveis pelo bem estar social da população.

7 CONCLUSÃO

Partindo de um referencial teórico sobre a doença de chagas e sua relação com variáveis ambientais e socioeconômicas este trabalho apresentou o padrão espacial da prevalência desta doença, no município de Barcarena-PA, identificando diferenças intra-regionais da mesma neste município. Os resultados deste estudo são informações que podem ser utilizadas pela sociedade civil, profissionais de saúde e gestores de órgãos públicos, uma vez que os mesmos produziram uma memória epidemiológica desta doença através de mapas epidemiológicos. A utilização deste trabalho pode ajudar o planejamento de ações para a mitigação das consequências deste agravo, pois identificou áreas onde os fatores de riscos de transmissão da doença ocorreram de forma mais expressiva.

A distribuição da doença no período de oito anos (2007 a 2014) mostrou uma crescente evolução dos casos, com incidências máximas com 18,3/100.000 habitantes em em 2013 e 22,6/100.000 habitantes em 2014. Esta doença apresentou um padrão sazonal com maior notificação no segundo semestre de todos os anos com picos, sempre no mês de outubro. O perfil epidemiológico no nível do indivíduo acometido pela doença foi do sexo masculino, adulto, etnia parda, analfabeto, residente em áreas urbanas. A transmissão oral foi a maior responsável pela infecção em áreas urbanas, como, nas regiões Sede, Morucupi e Vila do Conde e em relação a transmissão vetorial a maior ocorrência foi em áreas rurais, tais como, a região das Ilhas e Estradas.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) mostrou que o mesmo é um poderoso recurso para analisar informações georreferenciadas ambientais como desmatamento, socioeconômicas como etnia, escolaridade e gênero, além das epidemiológicas como provável tipo de transmissão e evolução da doença. Neste sentido foi possível observar diferentes padrões de distribuição dos casos considerando as variáveis demográficas, zona rural e urbana.

A classificação ambiental do município utilizando a técnica de RNA se mostrou satisfatória, devido possibilitar a identificação das características ambientais relacionadas à ocorrência da doença. A realização das análises ecoepidemiológicas do agravo permitiu o entendimento da dinâmica de transmissão da doença no município. Em relação aos fatores ambientais associados à doença a maior prevalência se deu em áreas desmatadas, porém em função da classificação do desmatamento foi observado que a prevalência da doença ocorreu de forma mais expressiva em área de vegetação secundária, como capoeira jovem e várzea,

onde existem grandes números de palmeiras e a presença do ser humano habitando o local, sendo a região das Ilhas uma área de grande risco contaminação associada ao desmatamento.

O uso de técnicas Geoestatística de autocorrelação espacial foi satisfatória, pois permitiu identificar regiões com diversos níveis de riscos de transmissão da DC. Nesse sentido, ressaltamos a importância da utilização destas técnicas aplicadas no campo da Saúde Pública, pois a utilização das mesmas no âmbito deste trabalho possibilitou a identificação de diferentes áreas de riscos tanto para a transmissão oral quanto para a transmissão vetorial da doença e contribuiu para a construção de possíveis cenários ecopidemiológicos da DC, fornecendo informações importantes para gestores e planejadores em saúde, no sentido do controle e vigilância deste agravo.

Este estudo foi desenvolvido no sentido da produção do conhecimento através do desenvolvimento e integração de tecnologias para representação, análise e disseminação de informações identificando áreas geográficas onde são necessárias maiores ações de vigilância, para o controle da doença de Chagas em Barcarena, que devem ser realizadas através de planejamentos, monitoramentos e avaliações das ações de controle e prevenção desta doença, além de outras doenças infecciosas, no intuito de criar e manter uma memória epidemiológica da região através de um acervo de mapas temáticos digitais da caracterização e distribuição espacial das variáveis epidemiológicas, ambientais e socioeconômicas.

De forma geral o presente trabalho cumpriu os seus objetivos ao possibilitar que um conhecimento produzido na universidade possa retornar para a sociedade contribuindo para o resgate do passivo social que a prevalência da doença de chagas reflete no país.

REFERÊNCIAS

- ADLER, P. Special issue of geographic information systems (GIS) and academic libraries: An introduction. New York: The Journal of Academic Librarianship, 1995.
- AGUILAR, H.M.; ABAD-FRANCH, F.; DIAS, J.C.P.; JUNQUEIRA, A.C.V.; COURA, J.R. Chagas disease in the Amazon Region. **Mem. Inst.Oswaldo Cruz**, v. 102, Suppl. I, p.47-55, 2007.
- ANDRADE, M. E. B. Geografia médica: origem e evolução. In: BARRADAS, R. B. (Org.). **Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000, p. 151-166.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Gerenciamento do Risco Sanitário na Transmissão de Doença de Chagas Aguda por Alimentos**. Brasília, DF: ANVISA, 2008. (Informe Técnico, 35).
- APARÍCIO, C. **Utilização do geoprocessamento e sensoriamento remoto orbital para a análise espacial de paisagem com incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana**. São Paulo, 2001. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- APARÍCIO, C.; BITENCOURT, M.D. Modelagem espacial de zonas de risco da leishmaniose tegumentar americana. **Rev. Saúde Pública**, v. 38, n.4, p. 511-6. 2004.
- ARAÚJO, A. J. G.; SABROZA, P. C.; SILVA, L. F. R. F. **Epidemiologia: situação atual**. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/chagas/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=131>>. Acesso em: 25 maio 2015.
- ARAÚJO, K.C.G.; RESENDES, A.P.C.; SOUZA-SANTOS, R.; SILVEIRA JÚNIOR, J.C.; BARBOSA, C.S. Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano 2000. **Cad. Saúde Pública**, v. 23, n.2, p. 409-417, 2007.
- ARGOLO, A. M.; FELIX, M.; PACHECO, R.; COSTA, J. **Doença de Chagas e seus principais vetores no Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2008.
- ASHFORD, R.W. Leishmaniosis reservoirs and their significance in control. **Clin. Dermatol.**, v.14, p.: 523-532, 1996.
- ATANAKA-SANTOS, M.; SOUZA-SANTOS, R.; CZERESNIA, D. Spatial analysis for stratification of priority malaria control areas, Mato Grosso State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 23, n.5, p. 1099-1112, 2007.
- BARCELLOS, C. (org.). **A geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2008a.
- BARCELLOS, C. et al. Geoprocessamento, Ambiente e Saúde: uma união possível. **Cad. Saúde Pública**, v.12, n. 12, p. 398-397, jul./set.1996.

BARCELLOS, C. et al. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Rev. Soc. Bras. Med. Tropical**, v. 38, n.3, p.246-250, maio/jun. 2005.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. M.; GRACIE, R.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; FONTES, M. P.; SKABA, D. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 17, n.1, p.59-70, jan./mar. 2008b.

BARRETO, M.P. Reservatórios do *Trypanosoma cruzi* nas Américas. **Rev. Bras. Malariol. Doenças Trop.**, Rio de Janeiro, v. 16, p.527-552, 1964.

BAVIA, M. E. et al. Remote sensing and geographic information systems and risk of American visceral leishmaniasis in Bahia, Brazil. **Parasitologia**, v. 47, p.165-169, 2005.

BAVIA, M. E. et al. Use of thermal and vegetation index data from earth observing to evaluate the risk of Schistosomiasis in Bahia, Brazil. **Acta Tropica**, v. 79, n 1, p. 79-85, 2001.

BONAMETTI, A. M.; CASTELO FILHO, A.; RAMOS, L. R.; BALDY, J. L. S.; MATSUO, T. Infecção por *Trypanosoma cruzi* em candidatos a doador de sangue. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, n. 6, Jun. 1998.

BRASIL Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim epidemiológico**, v. 43, p. 1-16, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Guia de Vigilância Epidemiológica**. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: MS, 1998. Cap. 5,7. 12 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Consenso Brasileiro em Doença de Chagas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 38, Supl.3, 2005a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. 6. ed. Brasília : MS, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de notificação – SINAN**. Brasília, DF: MS, 2007. p. 20.

BRICEÑO-LEÓN, R. Chagas disease and globalization of the Amazon. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23, Sup 1, p. S33-S40, 2007.

BRICENO-LÉON, R. La enfermedad de Chagas en las Américas: una perspectiva de ecosalud. **Cad. Saúde Pública**, v. 25, Suppl.1, p. 71-82, 2009.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação. Brasília: EMBRAPA, 2001.

CANDEIAS, N. M. F. & MARCONDES, R. S. [Diagnosis in health education: a model for analysis of relationships between attitudes and practices in the area of public health]. **Rev. Saúde pública**, S. Paulo, 13:63-8, 1979.

CARDIM, L.L. **Caracterização das Áreas de Risco para a Esquistossomose Mansônica no Município de Lauro de Freitas, Bahia**. Salvador, 2010, 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) – Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

CARNEIRO, D.; BAVIA et al. Identificação de áreas de risco para a Leishmanioses Visceral Americana, através de estudos epidemiológicos e sensoriamento remoto orbital, em Feira de Santana, Bahia, Brasil (2000-2002). **Rev. Baiana Saúde Pública**, v. 28, n 1, p.19-32, 2004.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicada à Saúde**. Brasília, DF: OPAS/MS, 2000.

CARVALHO, M.E.; SILVA, R.A.; BARATA, J.M.S.; DOMINGOS, M.F.; CIARAVOLO, M.C.; ZACHARIAS, F. Chagas Disease in the southern coastal region of Brazil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n.1, fev. 2003.

CARVALHO, M.S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de Dados Espaciais em Saúde Pública: métodos, problemas e perspectivas. **Cad. Saúde Pública**, v. 21, n.2, p. 361-378, 2005.

CECERE MC, VAZQUEZ-PROKOPEC GM, GÜRTLER RE, KITRON U. Spatio-temporal analysis of reinfestation by *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) following insecticide spraying in a rural community in northwestern Argentina. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**;71:803–810. 2004.

CHIESA, A.M.; WESTPHAL,A.F.; KASHIWAGI, N.M. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. **Rev. Saúde Pública**, v. 36, n.5, p.559-67, 2002.

COLOSIO RC, FALAVIGNA-GUILHERME AL, GOMES ML, MARQUES DSO, LALA ERP, ARAUJO SM. **Conhecimentos e atitudes sobre a doença de Chagas entre profissionais de saúde – Paraná, Brasil**. Cienc Cuid Saude 6: 355-363, 2007.

CONFALONIERI, Ulisses E. C. Clima e Saúde Pública, in: II Curso de Ecologia e Ciclo do Carbono. Brasília, 2002.

COSTA, G. F. **Geoprocessamento: uso e aplicação na saúde pública e na saúde ambiental**. São Paulo, 2002, 115f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

COURA, J.R. Chagas disease: what is known and what is needed - A background article. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v.10, n.2, p.113-122, 2007.

COURA, J.R. **Relatório apresentado ao Instituto Nacional de Endemias Rurais, Ministério da Saúde, sobre surto de doença de Chagas Aguda ocorrido em Teutônia, Município de Estrela, Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, junho de 1966.

COURA, J.R.; DIAS, J. C. P. Epidemiology, control and surveillance of Chagas disease - 100 years after its discovery. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 104, n.1, p. 31-40, 2009.

COURA, J.R.; JUNQUEIRA, A.C.V. Risks of endemicity, morbidity and perspectives regarding the control of Chagas disease in the Amazon Region. Risks of endemicity,

morbidity and perspectives regarding the control of Chagas disease in the Amazon Region. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 107, n.2, p. 145-154, 2012.

COURA, J.R.; JUNQUEIRA, A.C.V.; FERNANDES, O.; VALENTE, S.A.S.; MILES, M.A. Emerging Chagas disease in Amazonian Brazil. **Trends in Parasitology**, v.18, n.4, p. 171-176, 2002.

COURA, J.R.; VIÑAS, P.A. Chagas disease: a new worldwide challenge. **Nature. Chagas Disease Outlook**. June. S6-S7, 2010.

DEANE, L.M. Animal reservoirs of *Trypanosoma cruzi* in Brasil. . **Rev. Bras. Malariol. Doenças Trop.**, Rio de Janeiro, v.16, p.27-48, 1964.

DEANE, L.M. Tripanosomatídeos de mamíferos da região amazônica IV-Hemoscopia e xenodiagnóstico de animais silvestres da estrada Belém-Brasília. **Rev. Inst. Med. Trop.**, São Paulo, v. 9, p.143-148, 1967.

DESJEUX, P. Worldwide increasing risk factors for leishmaniasis. **Med. Microbiol. Immunol.** Germany, v.190, p. 77-79, 2001.

DIAS, E. **Um ensaio profilático de moléstia de Chagas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1945.

DIAS, J.C.P. Controle da doença de Chagas. In: DIAS, J.C.P.; COURA, J.R. (Orgs.). **Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1997, p. 33-65.

DIAS, J.C.P. Epidemiologia. In: **Trypanosoma Cruzi e Doença de Chagas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000, p. 48-74.

DIAS, J.C.P. Globalização, iniquidade e doença de Chagas. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, supl. 1, p. S13-S22, 2007.

DIAS, J.C.P. Notas sobre o *Trypanosoma cruzi* e suas características bio-ecológicas, como agente de enfermidades transmitidas por alimentos. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v.39, n.4 jul./ago. 2006.

DIAS, J.C.P. O Controle da doença de Chagas no Brasil. In: SILVEIRA, A.C., ARIAS, A.R.; SEGURA, E.; GUILLÉN, G.; RUSSOMANDO, G.; SCHENONE, H.; DIAS, J.C.P.; PADILLA, V.J.; LORCA, M.; SALVATELLA, R. (Orgs.). **O controle da doença de Chagas nos países do cone sul da América**. História de uma iniciativa internacional 1991/2001. Brasília,DF: OPAS, 2002.

DIOTAIUTI LG. Triatomíneos. In: Teixeira. **A. Doença de Chagas e evolução**. Editora Universidade de Brasília, Brasília. 309 pp; 2007;

DIOTAIUTI, L (ORG.); OLIVEIRA, MA (ORG.); SANTOS, JP (ORG.). **Triatomíneos**. Colaboradores: Alessandra Aparecida Guarneri, Ana Cristina Rena de Vitta, Bernardino Vaz de Melo Azeredo, Carlota Josefovicz Belisário, Grasielle Caldas D'Ávila Pessoa, João Carlos Pinto Dias e Sílvia Ermelinda Barbosa. Belo Horizonte: [s.n.], 2008. 271 p. il. Disponível em: http://www.cpqrr.fiocruz.br/texto-completo/livro_triatomíneos. Acesso em 06 fevereiro 2015. 2008.

ELIAS, M. S.; TINEM, R. N. Estudo do impacto das ações de saneamento segundo condições de vida e saúde em Curitiba-PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EPIDEMIOLOGIA, 3., Salvador. 1995.

EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Estratégia. **Relatório de Gestão Embrapa 2003** / Embrapa, Secretaria de Gestão e Estratégia. — Brasília, DF: Embrapa-SGE,113 p. 2004.

FALAVIGNA-GUILHERME, A. L.; PAVANELLI, G. C.; RODRIGUES, M.; SILVA, S. V. & ARAÚJO, S. M., submetido. Infestação triatomínica e prevalência humana e de animais domésticos para o *Trypanosoma cruzi* em zona rural de municípios do Estado do Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, (2002).

FORATTINI, O. P. **Culicidologia médica, identificação, biologia epidemiologia**. São Paulo: Editora USP, 2002, V.2, 864p.

GALO, M. L. B. T. et al. Uso do Sensoriamento Remoto Orbital no Monitoramento da Dispersão de Macrófitas nos Reservatórios do Complexo Tietê. **Plantas Daninhas**, Viçosa, v.20, Edição Especial, p. 7-20. 2002.

GAZZINELLI, S.E.P. Reinfecção de *Mus* músculos da linhagem AKR/J por *Strongyloides venezuelensis* Brumpt, 1934. 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) – Instituto de Ciências Biológicas, **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2005.

GOMES, JONAS & VELHO, LUIZ. **Sistemas Gráficos 3D**. IMPA-SBM,2001

GONTIJO, E. D.; ROCHA, M. O. C.; OLIVEIRA, U.T. Perfil clínico-epidemiológico de chagásicos atendidos em ambulatório de referência e proposição de modelo de atenção ao chagásico na perspectiva do SUS. **Rev. Soc. Bras. Med.Trop.**, v. 2, p.101-8, 1996.

GONZALES, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 527p.

GORGULHO, M. G. P. S. O Sistema de posicionamento global. In: **APOSTILA de GPS**, 2001. Disponível em: <http://gpstm.com/port/apostila_port.htm> Acesso em: 4 outubro 2015.

GRIPP, J.J.; SOARES, V. P. Uso do geoprocessamento no planejamento e gerenciamento das atividades pecuárias. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2006, p.313-343.

GUERIN, P.J.; OLLIARO, P.; SUNDAR, S.; BOALAERT, M.; CROFT, S.L.; DESJEUX, P.; WASSUNA, M.K.; BRYCESON, A.D.M. Visceral Leishmaniasis: current status of control, diagnoses and treatment and a proposed research and development agenda. **Lancet Infect Dis.**, v. 2, p.494 – 501, 2002.

GUHL, F. Chagas disease in Andean countries. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.102, Supl. p.129-38, 2007.

GURGEL-GONÇALVES, R.; M.A. DUARTE; E.D RAMALHO; C.A. ROMANÑA& C.A.C. CUBA 2004. Distribuição espacial de populações de Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) em palmeiras da espécie *Mauritia flexuosa* no Distrito Federal, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 37: 241-247. 2004.

HEPNER, G. F. Artificial Neural Networks Classification using a Minimal Training Set: Comparison to Conventional Supervised Classification. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 56, n. 4, p. 469-473, 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Censo demográfico**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tabelas ocorrência El Niño/La Niña**. Disponível em:< http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: 02 ago.2015.

JAKOBI, H. R. **Mapa de risco ocupacional no Estado de Rondônia baseado em tecnologia de georeferenciamento**. 2008. 96f. Dissertação (Mestrado em Biologia Experimental) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2008.

JANSEN AM, EMPERAIRE L. Meio Ambiente e riscos epidemiológicos associados à doença de Chagas.In: Sabaté P & Boutrolle C (Eds). **Pesquisa do IRD no Brasil desde 1998**. Charbel Gráfica Editora, Brasília. p. 98-101, 2006.

JUBERG J, GALVÃO C. Hermanentia n. gen. da tribo Triatomini, com um rol de espécies de Triatominae (Hemiptera, Reduviidae). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 92, n.2, p. 181-185. 1997.

KRUSE, H.; KIRKEMO, A.M.; HANDELAND, K. Wildlife as source of zoonotic infections. **Emerg. Infec. Dis.**, v.10, n.12, p. 2067-2072, 2004.

KUBO, Y. Sistemas de Informação Espaciais aplicados a Ecologia. **INFOIMAGEM**, Curitiba, v. 2, p. 34-39, jul. 1995.

LAGROTTA, M.T.F.; SILVA, W.C.; SOUZA-SANTOS, R. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 24, n.1, p.70-80, 2008.

LEMOS, J. C.; LIMA, S. C. A Geografia Médica e as doenças infecto - parasitárias. Caminhos da Geografia, Revista On-line, vol. 13, n. 6, p. 74-86, jun. 2002.

LIMA, A. F. R.; JERALDO, V. L. S.; SILVEIRA, M. S.; MADI, R. R.; SANTANA, T. B. K.; MELO, C. M. Triatomines in dwellings and outbuildings in an endemic area of Chagas disease in northeastern Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med.Trop.**, v. 45, n. 6, p. 701-706, 2012.

LIMA-COSTA, M. F. F.; BARRETO, S. M.; GUERRA, H. L.; FIRMO, J. O. A.; UCHOA, E.; VIDIGAL, P. G. Ageing with *Trypanosoma cruzi* infection in a community where the transmission has been interrupted: the Bambuí Health and Ageing Study (BHAS). **Int. J. Epidemiol.**, v.30, p. 887-893, 2001.

MALTA, D. C.; ALMEIDA, M.CM.; DIAS, M. A. S.; MERHY, E.E. A mortalidade infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, por área de abrangência dos Centros de Saúde (1994-1996). **Cad. Saúde Pública**, v.17, n.5, p.1189-1198, set./out. 2001.

MALTA, J. **Doença de Chagas**. São Paulo: Savier, 1996.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; MELLO, L. T. A. Uso dos Métodos de Krigagem e Spline de tensão no mapeamento de chuvas na Região Metropolitana de Goiânia

e seu entorno. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL CAMINHOS ATUAIS DA CARTOGRAFIA NA GEOGRAFIA, 2., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 2010. p. 128.

MEDRONHO, R. A. **Geoprocessamento e Saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ/CICT/NECT. 1995.

MENDES, P. C. **Aspectos ecológicos e sociais da doença de chagas no município de Uberlândia, Minas Gerais - Brasil.** Uberlândia. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Geografia, 2008.

MONTEIRO, W.M.; MAGALHÃES, L.K.C.; SÁ, A.R.N.; GOMES, M.L.; TOLEDO, M.J.O.; BORGES, L.; PIRES, I.; GUERRA, J.A.O.; SILVEIRA, H.; BARBOSA, M.G.V. Trypanosoma cruzi IV causing outbreaks of acute Chagas Disease and Infections by Different Haplotypes in the Western Brazilian Amazonia. **Plos One**, v.7, n.7, e41284, 2012.

MORAES-SILVA, E. et al. Domestic swine in a visceral leishmaniasis endemic area produce antibodies against multiple *Leishmania infantum* antigens but apparently resist to *L. infantum* infection. **Acta Tropica**, n. 98, p.176-182, 2006.

MOREIRA, E.S. **Comparação dos estádios ontogenéticos da palmeira *attalea dubia* em fragmentos de mata atlântica, RJ.** Rio de Janeiro, 2010, 27 f. Monografia (Curso de graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.

NASCIMENTO, C.; MARASSÁ, A.M.; CURADO, I.; PIAZZA, R.M.F. Encontro de *Panstrongylus megistus* em ecótopo artificial: domiciliação ou mera visitação? **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v.30, n.4, p.333-336, 1997.

NOBRE, I.F.O. **Estudo da Infecção Chagásica nos serviços de hemoterapia no Norte de Minas Gerais: perfil epidemiológico, métodos de triagem e ações de controle.** Belo Horizonte, MG, 2001. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina da UFMG, 2001.

NÓBREGA, A.A.; GARCIA, M.H.; TATTO, E.; OBARA, M.T.; COSTA, E.; SOBEL, J.; ARAUJO, W.N. Oral transmission of Chagas Disease by consumption of açaí Palm Fruit, Brasil. **Emerging Inf.Dis.**, v.15, n.4, p. 653– 655, 2009.

NOIREAU F, JURBERG J. Os Vetores da Doença de Chagas. In: Sabaté P & Boutrolle C (Eds). **Pesquisa do IRD no Brasil desde 1998.** Charbel Gráfica Editora, Brasília. p. 93-97, 2006.

OLIVEIRA, A.W.S.; SILVA, I.G. Distribuição geográfica e indicadores entomológicos de triatomíneos sinantrópicos capturados no Estado de Goiás. **Ver. Soc. Bras. Med.Trop.**, v.40, n.2, p. 204-208, 2007.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - OPAS. **Estimación cuantitativa de la enfermedad de Chagas em las Américas.** Washington DC: OPAS, 2006.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - OPAS. **Reunión Internacional sobre Vigilancia y Prevención de la Enfermedad de Chagas en la Amazonía. Implementación de la Iniciativa Intergubernamental de Vigilancia y Prevención de la Enfermedad de Chagas en la Amazonía(AMCHA).** Montevideo: MPPS, OPS/OMS, AEI, 2004.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – OPAS. **Sistema de Informação Geográfica em Saúde: conceitos básicos**. Brasília,DF: OPAS, 2001, 124 p.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – OPAS. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología (SIG-EPI). **Boletín Epidemiológico**, v. 17, n. 1, Marzo, p. 1-6, 1996.

OSTERMAYER, A.L.; PASSOS, A.D.C.; SILVEIRA, A.C.; FERREIRA, A.W.; MACEDO, V.; PRATA, A.R. O Inquérito Nacional de Soroprevalência de avaliação do controle da doença de Chagas no Brasil (2001-2008). **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 44, supl.2, p. 108-121, 2011.

PEREIRA, K.S.; SCHMIDT, F.L.; GUARALDO, A.M.A.; FRANCO, R.M.B.; DIAS, V.L.; PASSOS, L.A.C. Chagas disease as a foodborne illness. **J. Food Protection**, v.72, n.2, p. 441-446, 2009.

PEREIRA, L. S. **Perfil clínico e epidemiológico de pacientes idosos com doença de chagas atendidos no serviço de atenção farmacêutica, entre 2005 a 2013, no Ceará**. Fortaleza,CE, 2014, 94 f. Dissertação (Mestrado em Patologia) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Patologia, 2014.

PIRON, M.; VERGÉS, M.; MUÑOZ, J.; CASAMITJANA, N.; SANZ, S, MAYMÓ, R.M. et al. Seroprevalence of *Trypanosoma cruzi* infection in at-risk blood donors in Catalonia. Spain. **Transfusion**, Philadelphia, v. 48, n. 9, p. 1862-1868, 2008.

RAMOS, J. M.; PONCE, J.; GALLEGOS. I.; FLORES-CHAVEZ, M.; CAÑAVATE, C.; GUTIERREZ, F. *Trypanosoma cruzi* infection in Elche (Spain): comparison of the seroprevalence in immigrants from Paraguay and Bolivia. **Pathogens and Global Health**, v.106, n. 2, p. 102-106, 2012.

REY, L. **Parasitologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2001.

RIBAS, J. R. L. **Geoprocessamento no estudo da raiva urbana em Salvador**. Salvador, BA, 2005. 66 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Tropical) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

ROCHA, D.; JUBERG, J.; ROSA, J.A.; SCHAEFER, C.W.; GALVÃO, C. Description of eggs and Nymphal Instars of *Triatoma baratai carcavallo*, Jurberg, 2000, based on optical and Scanning Electron Microscopy (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). **Zootaxa**, n.2, v.64, p.1-20, 2009.

RODRIGUES, A.F.; ESCOBAR, A.L.; SOUZA-SANTOS, R. Análise espacial e determinação de áreas para o controle da malária no Estado de Rondônia. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 41, n. 1, p.55-64, 2008.

SALVATELLA, R. Una visión de la enfermedad de Chagas desde su propia história. In: SILVEIRA, A.C. (Ed.). **La enfermedad de Chagas a la puerta de los 100 años del conocimiento de una endemia americana ancestral**. Buenos Aires: OPAS/Fundación Mundo Sano, 2007, p. 19-22.

SANDES JÚNIOR, R. L. **Estudo de ocorrências de enxames migratórios do gênero *Apis* na Cidade do Salvador no período de 2000 a 2004**. Salvador, BA, 2007. 80f. Dissertação

(Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) – Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

SANTANA, K.S.O et al. Spatial distribution of triatomines (Reduviidae: Triatominae) in urban areas of the city of Salvador, Bahia, Brazil. **Geospatial Health**, v.5, n.2, p.199-203, 2011.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. São Paulo: HUCITEC, 1996.

SHAW, J.; LAINSON, R.; FRAIHA, H. Considerações sobre a epidemiologia dos primeiros casos autóctones de doença de Chagas registrados em Belém, Pará, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 3, p.153-157, 1969.

SHIKANAI-YASUDA, M.A.; CARVALHO, N.B. Oral Transmission of Chagas Disease. **Emerging Infections**, v.54, p. e845, 2012.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas**. Campinas, São Paulo: Ed. Unicamp, 2003, 236 p.

SILVA, E.M.; ROCHA, M.O.C.; SILVA, R.C.; PAIXÃO, G.C.; BUZZATI, H.; SANTOS, N.A. et al. Estudo clínico-epidemiológico da doença de Chagas no Distrito de Serra Azul, Mateus Leme, Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v. 43, p. 178–181, 2010.

SILVEIRA, A. C. & REZENDE, D. F., 1994. Epidemiologia e controle da transmissão vetorial da doença de Chagas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 27:11-22. 1994.

SILVEIRA, A. C.; FEITOSA, V. R.; BORGES, R Distribuição de triatomíneos capturados no ambiente domiciliar, no período 1975/83, Brasil. **Rev. Bras. Malariol. Doenças Trop.**, n.36, p.15-312, 1984.

SNOW, J. (1813-1858). **Sobre a maneira de transmissão da cólera**. São Paulo: HUCITEC; Rio de Janeiro: ABRASCO, 1999. 250 p. (Saúde em Debate).

SOUSA JÚNIOR, A. S.; PINHEIRO, A. F.; DIAS, F. A. ; PALACIOS, V. R. C. M. ; BICHARA, C. N. C. ; BERNARDES, A. C. ; VEIGA N. G. **Análise ecoepidemiológica da distribuição espaço- temporal da doença de chagas em Barcarena, Pará, brasil, no período de 1998 a 2009**. In: xvii congresso médico amazônico, 2012, Belém. Análise ecoepidemiológica da distribuição espaço- temporal da doença de chagas em Barcarena, Pará, brasil, no período de 1998 a 2009, 2012.

SOUSA JÚNIOR, A. S.; PINHEIRO, A. F.; DIAS, F. A.; PALACIOS, V.R.C.M.; BICHARA, C. N. C.; BERNARDES, A. C. ; VEIGA N. G. Análise ecoepidemiológica da distribuição espaço- temporal da doença de chagas em Barcarena, Pará, Brasil, no período de 1998 á 2009. In: CONGRESSO MÉDICO AMAZÔNICO, 17., 2012, Belém. **Anais...** Belém, 2013.

SOUZA SANTOS, R.; CARVALHO, M.S. Analysis of spatial data in public health: methods, problems, and perspectives. **Cad. Saúde Pública**, v.21, n.2, p. 361-78, 2000.

SOUZA, C.; GASPARETTO, D.; SOUZA, C.T.N.; SOFFIATT, N. F.L.; VEIGA, N. Análise ecoepidemiológica da incidência da Doença de Chagas em Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no Estado do Pará, entre 2000 e 2006, utilizando geotecnologias livres. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 14., 2009, Natal, RN. **Anais...** São José dos Campos, São Paulo: INPE, 2009, p.4457-4464.

SOUZA, F.S.; FONSECA, A.H; PEREIRA, M.J.S.; SILVA, J.X.; GOES, M.H.B. Geoprocessamento aplicado à observação da sazonalidade das larvas da mosca *Dermatobia hominis* no município de Seropédica – RJ. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p. 889-894, 2007.

SOUZA, W. L. **Impacto ambiental de hidrelétricas:** uma análise comparativa de duas abordagens. Rio de Janeiro, 2009, 154f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

SUTHERST, R.W. The vulnerability of animal and human health to parasites under global change. **Int. J. Parasitol.**, 31, n.9, p. 933-948, 2001.

TARTAROTTI, Ester; **PROBLEMÁTICA VETORIAL DA DOENÇA DE CHAGAS:** **Arq Ciênc Saúde** 2004 jan-mar;11(1):44-7.2004.

TATTO, E.; SANTOS, S.O. **Clinical and epidemiology presentation of acute Chagas disease cases in outbreaks related to oral transmission.** In: INTERNATIONAL MEETING ON EMERGING DISEASE AND SURVEILLANCE, Viena, 2007.

VALENTE, S. A.; VALENTE, V. C.; PINTO, A. Y. Epidemiologia e transmissão oral da doença de Chagas na Amazônia brasileira. In: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Informe de la Consulta Técnica en Epidemiología, Prevención y Manejo de la Transmisión de la Enfermedad de Chagas como Enfermedad Transmitida por Alimentos (ETA). Washington, DC: OPS/OMS, p. 21-26. 2006.

VALENTE, S.A.S.; VALENTE, V.C.; CÉSAR, M.J.B.; SANTOS, M.P. Registro de 15 casos autóctones de doença de Chagas no Estado do Amapá com evidências de transmissão oral. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, 33, Belo Horizonte, MG. **Programa e Resumos dos Temas Livres e Posters.** Tema Livre 056, 53. 1997.

VALENTE, S.A.S.; VALENTE, V.C.; FRAIHA NETO, H. Considerations on the epidemiology and transmission of Chagas disease in the Brazilian Amazon. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v.94, Supl. 1, p. 395–398, 1999.

VALENTE, V.C.; PINTO, A.Y.N.; VALENTE, S.A.S. Novo episódio familiar com 7 casos de doença de Chagas aguda e autóctone em Bagre Estado do Pará. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, 36., São Luís, MA, TL 113. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, v.33, Supl.I, p.388-389, 2000.

VASCONCELOS, CELSO DOS SANTOS. **Avaliação: concepção dialética – libertadora do processo de avaliação escolar.** São Paulo, Libetad, 1998.

VEIGA, N. V. **Modelo de Recuperação de Informações Temáticas Inter-relacionadas, contidas em Imagens de Satélites, baseado em descritores contextuais.** Tese de Doutorado. 225 p. Brasília, 2001.

WALDMAN, E. A. et. al **Vigilância em Saúde Pública**. 1998. Disponível em: <http://www.saude.sc.gov.br/gestores/sala_de_leitura/saude_e_cidadania/ed_07/index.html>. Acesso : 21 nov. 2015.

WERNECK, G.L.; MAGUIRE, J.H. Spatial modeling using mixed models: an ecologic study of visceral leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 18, p.633-637, 2002.

WERNECK, G.L.; RODRIGUES, J.R.L.; SANTOS, M.V.; ARAÚJO, I.B.; MOURA, L.S.; LIMA, S.S.; GOMES, R.B.B.; MAGUIRE, J.H.; COSTA, C.H.N. The burden of *Leishmania chagasi* infection during an urban outbreak of visceral leishmaniasis in Brazil. **Acta Tropica**, v.83, p. 13-18, 2003.

WHO. World Health Organization. 2013. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/en/index.html>> Acesso em: 10 jan. 2016.

WHO. World Health Organization. Chagas disease: control and elimination. **Report of the Secretariat**; EB124/17, 2008.

YOSHIDA, N.; TYLER, K.M.; LLEWELLYN, M.S. Invasion mechanisms among emerging food-borne protozoan parasites. **Trends in Parasitology**, v.27, n.10, p 459-466, 2011.

ZICKER, F. Chagas disease and social security, a case-control studies in an urban area, Goiás, Brazil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, ago.1998.

ANEXO A – DICIONÁRIO DE DADOS DA DOENÇA DE CHAGAS



MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE
DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA
COORDENAÇÃO GERAL DE DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS
GT-SINAN

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVO DE NOTIFICAÇÃO

DICIONÁRIO DE DADOS - SINAN NET

AGRAVO: DOENÇA DE CHAGAS AGUDA

Nome do campo	Tipo	Categoria	Descrição	Características	DBF
Data da investigação	DATE		Data em que ocorreu a investigação – informar a Data da 1ª visita ao paciente	Data da investigação > ou = Data da notificação	ANT_DT_INV
Ocupação/Ramo de atividade econômica	VARCHAR(6)		Informar a atividade exercida pelo paciente no setor formal, informal ou autônomo ou sua última atividade exercida quando paciente for desempregado. O ramo de atividade econômica do paciente refere-se as atividades econômicas desenvolvidas nos processos de produção do setor primário (agricultura e extrativismo); secundário (indústria) ou terciário (serviços e comércio)		OCUPACAO
Deslocamento UF 1	VARCHAR (2)		Deslocamento(Datas e locais freqüentados no período de 15 meses anteriores ao início dos	Preenchimento apenas na ficha	ANT_UF_1

Área: <Sigla> Projeto: <Sigla / Nome do Projeto> Emissão: <00/00/0000> Arquivo: <Nome do Arquivo> Pág 1/10

			sinais e sintomas) Informar a UF de Deslocamento		
Deslocamento UF 2	VARCHAR (2)		Informar a UF de Deslocamento		ANT_UF_2
Deslocamento UF 3	VARCHAR (2)		Informar a UF de Deslocamento		ANT_UF_3
Deslocamento Município 1	VARCHAR (6)		Informar o Município de Deslocamento		ANT_MUN_1
Deslocamento Município 2	VARCHAR (6)		Informar o Município de Deslocamento		ANT_MUN_2
Deslocamento Município 3	VARCHAR (6)		Informar o Município de Deslocamento		ANT_MUN_3
Data do encontro do parasito	DATE		Data do encontro do parasito		ANT_DT_ENC
Presença de vestígios de triatomídeos	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Presença de vestígios de triatomídeos intra-domicílio		PRESENCA
História de uso de sangue ou hemoderivados nos últimos 90 dias	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	História de uso de sangue ou hemoderivados nos últimos 90 dias		HISTORIA
Existência de controle sorológico na Unidade de Hemoterapia	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Existência de controle sorológico na unidade de hemoterapia, onde o paciente fez uso de sangue ou hemoderivados		CONTROLE
Manipulação de Material com <i>T. Cruzi</i>	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 3-Não se aplica; 9- Ignorado	Se o paciente manipulou material com Tripanossoma Cruzi		MANIPULA
Recém-Nascido: Mãe com infecção chagásica	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 3-Não se aplica; 9- Ignorado	Se o recém-nascido é filho de mãe com infecção chagásica		RECEMNASC
Possibilidade de transmissão por via oral	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Possibilidade de transmissão por via oral		POSSIB_ORA
Sinais e sintomas	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não;	Se o paciente é	Se categoria = 1 (Sim), pular	ASSINTOMA

ASSINTOMÁTICO		9-Ignorado	assintomático.	para campo Parasitológico direto Crítica alterada conforme documento de homologação data 23/06/2005	
Sinais e sintomas EDEMA	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou edema.		EDEMA
Sinais e sintomas SINAIS DE MENINGOENCEFALITE	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou meningoencefalite.		MENINGOE
Sinais e sintomas POLIADENOPATIA	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou POLIADENOPATIA.		POLIADENO
Sinais e sintomas FEBRE PERSISTENTE	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou febre persistente.		FEBRE
Sinais e sintomas HEPATOMEGALIA	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou hepatomegalia.		HEPATOME
Sinais e sintomas SINAIS DE ICC	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou sinais de Insuficiência Cardíaca Congestiva.		SINAIS
Sinais e sintomas TAQUICARDIA PERSISTENTE	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou TAQUICARDIA PERSISTENTE.		ARRITMIAS
Sinais e sintomas ASTENIA	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou astenia.		ASTENIA
Sinais e sintomas ESPLENOMEGALIA	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou esplenomegalia.		ESPLENOM
Sinais e sintomas CHAGOMA DE INOCULAÇÃO (sinal de Romana ou outro)	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Se o paciente apresentou Chagoma de Inoculação (sinal de Romana ou outro).		CHAGOMA

EXAMES REALIZADOS Parasitológico Direto Data da Coleta	DATE		Data de coleta do material para realização do exame parasitológico		DT_COL_DIR
EXAMES REALIZADOS Parasitológico Direto Exame a Fresco	VARCHAR (1)	1-Positivo; 2-Negativo; 3-Não Realizado;	Se foi realizado parasitológico exame a fresco.		EXAME
EXAMES REALIZADOS Parasitológico Direto Str out/Microhematócrito/QBC	VARCHAR (1)	1-Positivo; 2-Negativo 3-Não Realizado	Se foi realizado parasitológico Micro-hematócrito		MICRO_HEMA
EXAMES REALIZADOS Outro	VARCHAR (1)	1-Positivo; 2-Negativo 3-Não Realizado	Se foi realizado parasitológico Outro		OUTRO
EXAMES REALIZADOS Parasitológico Indireto Data da Coleta	DATE		Data de coleta do material para realização do exame parasitológico		DT_COL_IND
EXAMES REALIZADOS Parasitológico Indireto Xenodiagnóstico	VARCHAR (1)	1-Positivo; 2-Negativo; 3-Não Realizado;	Se foi realizado parasitológico exame a fresco.		XENODIAG
EXAMES REALIZADOS Parasitológico Indireto Hemocultivo	VARCHAR (1)	1-Positivo; 2-Negativo; 3-Não Realizado;	Se foi realizado parasitológico exame a fresco.		HEMOCULT
EXAMES REALIZADOS Data da Coleta S1	DATE		Data de coleta do material para realização do exame parasitológico		DT_COL_S1
EXAMES REALIZADOS Data da Coleta S2	DATE		Data de coleta do material para realização do exame parasitológico		DT_COL_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para ELISA IgM S1	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado ELISA IgM S1		ELI_IGM_S1

EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para ELISA IgM S2	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não- Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado ELISA IgM S2		ELI_IGM_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para ELISA IgG S1	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não- Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado ELISA IgG S1		ELI_IGG_S1
EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para ELISA IgG S2	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não- Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado ELISA IgG S2		ELI_IGG_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para Hemoaglutinação IgM S1	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não- Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado hemoaglutinação IgM S1		HEM_IGM_S1
EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para Hemoaglutinação IgM S2	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não- Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado hemoaglutinação IgM S2		HEM_IGM_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para Hemoaglutinação IgG S1	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não- Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado hemoaglutinação IgG S1		HEM_IGG_S1

EXAMES REALIZADOS Resultado da Sorologia para Hemoaglutinação IgG S2	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado hemoaglutinação IgG S2		HEM_IGG_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI IgM S1	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado imunofluorescência indireta IgM S1		IMU_IGM_S1
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI Título IgM S1	VARCHAR (5)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Título Resultado imunofluorescência indireta IgM S1		TIT_IGM_S1
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI IgM S2	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado imunofluorescência indireta IgM S2		IMU_IGM_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI Título IgM S2	VARCHAR (5)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Título Resultado imunofluorescência indireta IgM S2		TIT_IGM_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI IgG S1	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado imunofluorescência indireta IgG S1		IMU_IGG_S1
EXAMES REALIZADOS Resultado da	VARCHAR (5)	1-Reagente; 2-Não-	Título Resultado imunofluorescência		TIT_IGG_S1

Imunofluorescência Indireta - IFI Título IgM S1		Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	indireta IgG S1		
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI IgG S2	VARCHAR (1)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Resultado imunofluorescencia indireta IgG S2		IMU_IGG_S2
EXAMES REALIZADOS Resultado da Imunofluorescência Indireta - IFI Título IgG S2	VARCHAR (5)	1-Reagente; 2-Não-Reagente; 3-Inconclusivo 4-Não Realizado	Título Resultado imunofluorescencia indireta IgG S2		TIT_IGG_S2
EXAMES REALIZADOS Data da Coleta do Histopatológico	DATE		Data da Coleta do exame histopatológico		DT_COL_HIS
EXAMES REALIZADOS Resultado do Histopatológico	DATE		Data da Coleta do exame histopatológico		DT_COL_HIS
Tipo de Tratamento Específico	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Tipo de Tratamento específico.	Se item (Específico) e (Sintomático) preenchidos com 2 (Não) ou 9 (Ignorado), pular para o campo Ocorreu ou medidas tomadas. Critica incluída conforme documento de homologação data 23/06/2005	ESPECIFICO
Tipo de Tratamento Sintomático	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 9-Ignorado	Tipo de Tratamento Sintomático	Se item (Específico) e (Sintomático) preenchidos com 2 (Não) ou 9 (Sintomático), pular para o campo Ocorreu ou medidas tomadas. Critica incluída conforme documento de homologação data 23/06/2005	SINTOMATIC

Droga Utilizada no Tratamento Específico	VARCHAR (50)	1-Benznidazol 2-Outro	Droga utilizada.		DROGA
Tempo de Tratamento					
Ocorreu ou Medidas Tomadas Controle de Triatomídeos	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 3-Não se Aplica; 9- Ignorado	Controle de triatomídeos.		MED_CONTR
Ocorreu ou Medidas Tomadas Implantação de Normas de biosegurança em Laboratório	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 3-Não se Aplica; 9- Ignorado	Se ocorreu implantação de normas de biossegurança em laboratório		IMPLANTA
Ocorreu ou Medidas Tomadas Fiscalização Sanitária em Unidade de Hemoterapia	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 3-Não se Aplica; 9- Ignorado	Se ocorreu fiscalização sanitária em Unidade de Hemoterapia.		FISCALIZA
Ocorreu ou Medidas Tomadas Outros	VARCHAR (1)	1-Sim; 2-Não; 3-Não se Aplica; 9- Ignorado	Se ocorreu outra medida de controle.		MED_OUTRO
Ocorreu ou Medidas Tomadas Outros, especifique	VARCHAR (30)		Descrição de outras medidas de controle	Preenchimento apenas na ficha	OUTRO_DES
Classificação Final	VARCHAR (1)	1-Confirmado 2-Descartado 3-Inconclusivo	Conclusão da investigação.		ID_DG_NOT
Critério de Confirmação/Descarte	VARCHAR (1)	1-Laboratório 2-Clinico-Epidemiológico 3-Clinico	Critério de Confirmação e descarte investigação.		ID_CRITERI
Evolução do caso	VARCHAR (1)	1 – Vivo 2- Óbito por Chagas 3- Óbito por outras causas 9- Ignorado	Informar a evolução do caso.	Se categoria for = 1 (Vivo) ou 9 (Ignorado), pular para o campo Modo provável de infecção. Se categoria for = 2 (Óbito por Chagas) ou 3 (Óbito por outras causas) ir para o campo Data de Óbito	ID_EV_NOT

				documento de homologação data 23/06/2005.	
Data do Óbito	DATE	dd/mm/aaaa	Informar a data do óbito.	Só será preenchida se o campo Evolução do caso for = 2 (Óbito por Chagas) ou 3 (Óbito por outras causas)	DT_OBITO
Modo Provável da Infecção	VARCHAR (1)	1- Transfusional 2-Vetorial 3- Transplacentária 4-Acidental 5-Outra 9-Ignorada	Fonte provável da Infecção.		CON_PROVAV
Local Provável de Infecção (no período de 90 dias)	VARCHAR (1)	1-Unidade de Hemoterapia; 2-Domicílio; 3-Laboratório 4-Outro 9-Ignorado	Local provável da infecção (no período de 90 dias)		CON_LOCAL
O caso é autóctone do município de residência?	VARCHAR (1)	1-sim 2-não 3-Indeterminado		Campo obrigatório Se campo = 1 (Sim), pular para o campo (Distrito), obedecendo as regras dos campos UF, País Município. Se campo for = 2 (Não), habilitar os campos UF, País, Município para preenchimento. Se campo for 3 (Indeterminado), pular para o campo (Doença relacionada ao trabalho) preenchendo automaticamente os campos UF, País, Município com UF, País e Município ignorado.	CON_AUTOCT
UF local provável de infecção	VARCHAR (2)		Informar a UF correspondente ao local	Campo obrigatório, Se o campo (O caso é autóctone	CON_INF_UF

			provável da fonte de infecção.	do município de trabalho) for = 1 (sim), preencher automaticamente com a UF de residência do caso.	
País local provável de infecção	NUMBER(3)		Informar o país correspondente ao local provável da fonte de infecção.	Campo obrigatório. Se o campo (O caso é autóctone do município de trabalho) for = 1 (sim), preencher automaticamente com o País de residência do caso	CON_INF_PA
Município local provável de infecção	VARCHAR (6)		Informar o município correspondente ao local provável da fonte de infecção.	Campo obrigatório, Se o campo (O caso é autóctone do município de trabalho) for = 1 (sim), preencher automaticamente com o Município de residência do caso.	CON_INF_MU
Distrito local provável de infecção	VARCHAR2(9)		Informar o distrito correspondente ao local provável da fonte de infecção.		CON_INF_DI
Bairro local provável de infecção	NUMBER(8))		Informar o bairro correspondente ao local provável da fonte de infecção.		CON_INF_BA
Doença relacionada ao Trabalho	VARCHAR (1)	1 – Sim 2 – Não 9 – Ignorado	Informar se a doença está relacionada ao ambiente de trabalho do paciente.		DOENCA_REL
Data do Encerramento	DATE	dd/mm/aaaa	Informar a data do encerramento do caso.		CON_DT_ENC
Observações	VARCHAR (255)		Informações complementares e observações a respeito do caso se necessário.		DS_OBS