

Inteligência Artificial e Geotecnologias Emergentes Aplicadas em Estudos Ecoepidemiológicos de Malária no Município de Bragança-Pará, Brasil, no Período de 2006 a 2008.

Nelson Veiga¹, João Julio Batista Monteiro¹, Cássia Maria Carneiro Kahwage¹, Cristina do Socorro Fernandes de Senna¹, Lena Patricia Souza Rodrigues¹.

¹Laboratório de Geoprocessamento – Instituto Evandro Chagas – IEC/SVS/MS
BR-316 km 7 s/n – Levilândia – 67.030-000 – Ananindeua – PA – Brasil

{nelsoncg2009, jjbmonteiro, cassiaKahwage, lpsrd13,
}@gmail.com, polensenna@yahoo.com.br

Abstract. This work presents a integration model of Artificial Neural Networks (ANNs) e emerging Geotechnologies applied to ecoepidemiological malaria studies at Bragança-Pa, from 2006 to 2008. The Implementing of the model aimed to generate environmental information, through classification of digital satellite images. Afterwards, a Geographic Information System (GIS) was used to manipulate and analyze data and building desease scenarios, according to the relative importance of environmental, socioeconomic and epidemiological variables in the studies place. The accuracy, speed and area coverage scale consolidate the use of geotechologies in the analysis of vector transmission of diseases.

Resumo. Este trabalho apresenta um modelo de integração entre Redes Neurais Artificiais (RNA), e Geotecnologias emergentes aplicadas em estudos ecoepidemiológicos de malária no município de Bragança-Pará, Brasil, no período de 2006 a 2008. A implementação do modelo objetivou a geração de informações ambientais, através da classificação de imagens digitais de satélite. Na sequência, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) manipulou e analisou os dados, que serviram para auxiliar a construção de cenários do agravo, segundo a importância relativa dos variáveis ambientais, socioeconômicos e epidemiológicos da área de estudos. A precisão das informações geradas, em diferentes escalas geográficas, consolidou o uso das geotecnologias, na análise de agravos de transmissão vetorial.

1. Introdução

A utilização integrada de técnicas computacionais tais como Geotecnologias Emergentes (GE) e Inteligência Artificial (IA) têm permitido avanços significativos, em diversas áreas do conhecimento. O uso dessas tecnologias pode possibilitar o entendimento de fatos através de testes de hipóteses, tais como o desenvolvimento de estudos de reconhecimento de padrões, na dinâmica de transmissão de doenças infecto-contagiosas e parasitárias (DIPs). Tal fato pode ser observado em mapas temáticos (MTs), que são expressões visuais de bancos de dados georreferenciados, com interesses em estudos ecoepidemiológicos.

A construção de MTs pode ser obtida utilizando-se técnicas de Sensoriamento Remoto (SR), que permite a aquisição de dados sobre a superfície terrestre por meio de sensores localizados em satélites meteorológicos e ambientais, utilizando-se as características espaciais, temporais e espectrais dos alvos, podendo monitorar de forma sistemática as condições terrestres, devido ao fornecimento de grandes quantidades de dados climáticos, de cobertura vegetal e de uso do solo, conforme Andrade (2004).

A visualização dos dados com as condições ambientais e de saúde das populações humanas, expressos em MTs, permitem observar a distribuição espacial de situações de risco e problemas de saúde, segundo Carvalho *et al* (2002). Tais dados podem ser usados para geração de informações, mapeando potenciais ecótopos de vetores, avaliando fatores de risco das DIPs, no tempo e no espaço, prevendo alterações na população de vetores e seus reservatórios de infecção, através do monitoramento das mudanças ambientais. Portanto, estes métodos podem possibilitar o planejamento de programas de controle de endemias por indicar áreas de maior ou menor risco para DIPs, conforme estudos desenvolvidos por Barcellos *et al* (1996).

A partir da década de 80, com o crescimento de programas e técnicas computacionais de maior acessibilidade com possibilidade de representação geográfica de dados, surgiram metodologias baseadas em abordagens espaciais, tais como os MTs. Tais transformações têm contribuído para o desenvolvimento de análises de fenômenos relacionados a questões de saúde pública, meio ambiente e território. Tal fato impulsionou a difusão da utilização de técnicas computacionais, como o Geoprocessamento (GEO), na área da saúde. Essa difusão pode possibilitar a exploração de informações em um processo que busca o entendimento do dinamismo espacial das DIPs, que pode ser observado em MTs.

Para a realização deste trabalho foram utilizadas técnicas de: SR, que se constitui de um conjunto de procedimentos voltados para a aquisição e processamento de imagens digitais, obtidas por dispositivos imagedores dispostos remotamente do objeto que está sendo imagedo, segundo Figueiredo *et al* (2007); GEO, que tem sido apontado como um conjunto de ferramentas de integração de dados ambientais, socioeconômicos e epidemiológicos, que georreferenciados permitem identificar padrões de distribuição de agravos à saúde, podendo reconhecer coordenadas geográficas e correlacioná-las a dados, a partir de estruturas formais, convencionais e não convencionais, bem como a identificação de tendências espaço temporais verificadas através de análises baseadas em séries históricas de eventos ocorridos, em uma determinada área, conforme Waldman *et al* (1988) Barcellos *et al* (1996) Dias *et al* (2004) e Veiga *et al* (2009).

Neste trabalho também foram utilizados conceitos oriundos da Cartografia Digital (CD), que se consolidou a partir da incorporação de recursos computacionais gráficos aos métodos e técnicas de cartografia tradicional, sendo atualmente uma poderosa ferramenta de apoio a decisão, em diferentes setores. Tal característica decorre da natureza dos dados cartográficos, os quais possuem como atributo básico, sua distribuição no espaço geográfico, independente do tipo de fenômeno que esteja sendo mapeado, segundo estudos desenvolvidos por Veiga *et al* (2007); os conceitos de Computação Gráfica (CG) foram utilizados para a formulação dos bancos de dados e utilização de técnicas para a captura de

informações em imagens digitais, de acordo com estudos de Gomes *et al* (2000); e a IA, que é a área da Ciência da Computação (CC) que procura desenvolver modelos formais capazes de simular o processo cognitivo, utilizando técnicas de representação do conhecimento, cujo objetivo é resolver problemas expressando-os graficamente, do mesmo modo que um ser humano os resolveria, sendo indicada para trabalhos de reconhecimento de padrões de informações existentes em imagens digitais de satélite, processo este que é chamado de Classificação Neural de Imagens (CNI), conforme estudos desenvolvidos por Arariboia (1988), Rich *et al* (1994) e Russel *et al* (2004), dentre outros.

As técnicas de CNI de satélite permitem a caracterização ambiental de áreas de estudo, facilitando a localização dos criadouros, das formas imaturas dos vetores das DIPs, e de localidades, em áreas de risco de contaminação. O uso contínuo dessas técnicas computacionais, de forma customizada, resultou na incorporação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) em análise de situações de saúde.

Do ponto de vista conceitual, os SIGs consistem em entrada, armazenamento, processamento e saída. As entradas (inputs) incluem a coleta de dados geográficos ou espaciais e dados de atributo ou características relacionadas com a população ou área geográfica e o seu entorno. A coleta de dados pode ser feita por levantamento de trabalhos em campo diretamente ou acessando diferentes bancos de dados ou, ainda, mediante métodos remotos, como por satélites. O armazenamento em forma digital dos dados é feito em bancos de dados geoindexados, para sua posterior utilização. Em seguida, procede-se a sua recuperação, transformação, análise e, finalmente, os dados são transformados em informação na forma de mapas, gráficos e tabelas para sua apresentação e interpretação (saída ou resultado – output), segundo Meneguette *et al* (2010).

Neste contexto, os SIGs são considerados um importante instrumento a ser utilizado na descrição e análise de cenários epidemiológicos, subsidiando as ações de gestão em saúde, conforme Camara *et al* (2002). Desta forma, este sistema tem se constituído de uma tecnologia computacional poderosa para processamento eletrônico de dados, por permitir a captura, o armazenamento, a manipulação, a análise, a visualização e a geração de relatórios de dados referenciados geograficamente, que possibilitam a análise de grandes quantidades de informação dentro de um contexto geográfico, de acordo com Resendes *et al* (2007).

Dentre os recursos computacionais para tomada de decisão as GE se constituem de sistemas de geoinformação automatizados, tendo as coordenadas geográficas como elemento indexador de seus dados, compondo, desta forma, soluções em hardware, software e peopleware, que juntos constituem poderosas ferramentas para geração de informações, conforme preconizou Gasparetto *et al* (2010).

Para a integração de dados, as GE podem utilizar recursos de diversas áreas da computação, dentre as quais a IA, que segundo Russell *et al* (2004) esta relacionada aos processos de pensamento e raciocínio. Tal fato pode ser observado em soluções de problemas em várias áreas do conhecimento. Dentre as técnicas de IA destacam-se a Lógica Fuzzy, os Sistemas Baseados em Casos, os Sistemas Especialistas, os Algoritmos

Genéticos e as Redes Neurais Artificiais (RNA), como sendo as mais utilizadas na área da saúde.

Do ponto de vista contextual, para o desenvolvimento deste estudo foi utilizado técnicas de RNA aplicadas a estudos de malária, em um município da região Amazônica. Neste sentido, a Rede Neural Artificial utilizada constituiu-se de um sistema baseado em unidades autônomas de processamento chamado neurônios, que são capazes de simular, através de arquiteturas adequadas a execução de operações lógicas e matemáticas, semelhantes ao sistema cognitivo, de acordo com Barreto (1997).

Levando em consideração o caráter interdisciplinar que as análises ecoepidemiológicas possuem, este trabalho preconizou a utilização integrada da IA e GE aplicadas em estudos ecoepidemiológicos de malária, no município de Bragança-Pará, Brasil, no período de 2006 a 2008.

Dentre as doenças parasitárias, a malária é uma doença infecto contagiosa grave com expressividade epidemiológica no mundo, cuja disseminação apresenta riscos à saúde pública. Este agravo tem sua incidência relacionada às características ambientais e relações socioeconômicas, presentes no espaço geográfico onde ocorre, conforme Dutra (2009) e Gasparetto *et al* (2010). Apesar da execução de medidas governamentais preventivas, para o controle e erradicação de malária, a incidência deste agravo continua alta, segundo dados do Ministério da Saúde (MS, 2009). Tal fato pode justificar a constante busca pelo desenvolvimento de métodos e recursos tecnológicos, para a sistematização de ambientes de análises de processos epidemiológicos, relacionados a esta doença.

Sendo assim, este estudo procurou contribuir com o desenvolvimento de métodos sistematizados aplicados a análise de dados epidemiológicos, desta forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver estudos exploratórios relacionados à epidemiologia de malária, no município e período estudado, utilizando de forma integrada IA e GE. Para tal, foi utilizada uma técnica de CNI de satélite que objetivou a caracterização dos diversos tipos de vegetação identificada visualmente, resultando em um mapa digital constituído de pixels classificados, segundo estudos desenvolvidos por Quintanilha (2008). Utilizou-se a Rede Neural *FeedForward* com o algoritmo *BackPropagation*, com o objetivo de realizar uma série de classificações supervisionadas de informações geomorfológicas e botânicas em um conjunto de imagens de satélites.

2. Materiais

Para o trabalho realizado, em campo e no laboratório, foram utilizados: Receptor GPS Garmin 76 CSx (Global Position System – Sistema de Posicionamento Global); softwares TerraView 3.1, ArcGis 9.3, Spring 4.0, TabWin e o classificador neural de imagens de satélite, desenvolvido para a classificação dos dados ambientais contidos, nas imagens de satélites LandSat TM-5, na escala 1:250.000, entre as órbitas pontos 229/058, 203/261, 222/068 e 227/067 e CBERS 2B.

3. Métodos

A execução deste trabalho foi realizada conforme as seguintes etapas: inicialmente foi levantado o material bibliográfico, bem como a obtenção das bases de dados dos Sistemas de Informação em Saúde (SIS), do Sistema de Informação de Localidades (SISLOC) e do Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Malária (SIVEP-Malaria), todos de domínio público e disponíveis no sítio do Ministério da Saúde. Através destes SIS foram obtidos dados referentes aos casos notificados por local de infecção, no período de 2006 a 2008.

Em seguida foram levantadas as bases entomológicas, ambientais e cartográficas e adquiridas às imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), todas referentes à área de estudo. Estas várias fontes de dados foram utilizadas devido à possibilidade do seu interrelacionamento, conforme demonstrado por Veiga *et al* (2008), gerar informações qualitativas e quantitativas relacionadas a fenômenos, que ocorrem em um determinado espaço geográfico.

Após o levantamento das bases de dados, foi realizado georreferenciamento em campo, utilizando o receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS) dos criadouros naturais e artificiais de formas imaturas de vetores, confirmados pelos laboratórios da Secretaria de Estado de Saúde Pública do estado do Pará (SESPA), das localidades da área de estudo e a caracterização ambiental rápida do peridomicílio, que serviu, também, para comprovar a verdade terrestre da região de estudo, identificada a partir da classificação das imagens digitais de satélite, cuja sede municipal possui coordenadas geográficas 01°03'47.9''s, 46°46'24.0''w.

Na seqüência, foi realizado o trabalho laboratorial com o pré-processamento das imagens de satélite, utilizando software Spring 4.0, para composição de bandas espectrais; Terra View 3.1 e ArcGis 9.3 para desenvolvimento da álgebra de mapas, que se constitui do interrelacionamento das diferentes bases de dados georreferenciadas, dentre as quais as imagens dos satélites Landsat TM 5 e Cbers 2B, de dados ambientais, entomológicos, epidemiológicos e cartográficos, para a construção das expressões visuais das análises ecoepidemiológicas, através de mapas digitais; TabWin para depuração das redundâncias, incompletudes e atributos desnecessários oriundos dos bancos de dados dos SIS; Em seguida foi realizada a classificação ambiental da área de estudo utilizando a RNA FeedForward, com o algoritmo Back-Propagation para o treinamento da rede através de uma série de classificações não supervisionadas de informações geomorfológicas e botânicas, sobre as imagens de satélites, anteriormente especificadas. Esta classificação serviu para que se pudesse observar a correlação da distribuição da vegetação com a incidência de casos de malária. Na sequência, foi elaborado um mapa digital constituído de pixels classificados, pertencentes ao acervo do LabGeo/IEC/SVS/MS, conforme Veiga *et al* (2008).

O classificador neural utilizado constituiu-se de um modelo multicamadas onde cada camada analisa e seleciona um parâmetro específico. A camada de entrada, na rede desenvolvida, permitiu especificar o modo como as funções de entrada deveriam analisar as imagens contidas no banco de dados. Estas funções receberam valores de intensidade de

brilho de pixel e de cores, os quais foram transformados em parâmetros para selecionar os componentes das imagens de saída.

Nesta aplicação, as cores representaram formações botânicas e fatores antrópicos que favorecem a proliferação de criadouros de formas imaturas de vetores que transmitem a malária. Para cumprir esse procedimento a arquitetura da rede se constituiu de um conjunto de quatro neurônios, cada um com uma janela de 3 X 3 pixels, que varreu toda a imagem digital de satélite.

O quarto neurônio da camada de entrada foi utilizado para armazenamento do bias ou polarizador, que serviu como padrão de referência para a rede, uma vez que as classificações foram não supervisionada. A escolha da janela de 3 X 3 pixels viabilizou a obtenção de informações sobre os pixels adjacentes ao pixel que estava sendo processado no momento. Isto ocorreu tanto na fase de treinamento como na fase de teste ou classificação, propriamente dita.

Apenas uma camada oculta, composta por dez neurônios foi utilizada. As camadas ocultas são importantes, pois sua utilização favorece o reconhecimento e captação de informações com textura.

A camada de saída foi composta de nove neurônios, cada um recebendo informações pertinentes a uma classe. A eles foram vinculadas as informações geomorfológicas e botânicas processadas pela rede. Cada neurônio de uma classe foi conectado a todos os neurônios da camada posterior (densamente interconectado). Assim, os resultados ou saídas da camada intermediária produziram padrões expressos através de imagens, pela camada de saída, conforme Fernandes (2003).

Na fase de operacionalização ou testes do classificador neural foram utilizados 16 recortes amostrais de imagens de satélites, da área de estudo, de tamanho 512 X 512 pixels para treinamento da rede, relacionados aos diversos tipos de vegetação existentes.

Levando em consideração as taxas satisfatórias de convergência, geradas na fase de treinamento, foram inseridas, na seqüência 32 imagens de mesmo tamanho, para a fase de teste, porém de espaços geográficos diferentes, mas relacionadas às áreas de estudos, que possuíam características geomorfológicas e botânicas diferentes.

Para a avaliação dos resultados obtidos, foram feitas seqüências de análises probabilísticas da transmissão da doença, nas áreas de estudo, levando em consideração as relações totais ou parciais, entre as variáveis envolvidas.

4. Resultados

Foi gerada a caracterização ambiental da área de estudo, que permitiu a identificação de características botânicas, onde ocorreu a distribuição espacial dos criadouros de malária. Essa caracterização possibilitou analisar áreas de riscos, em função de fatores ambientais, socioeconômicos e epidemiológicos, de forma sistêmica. Esta caracterização foi gerada pelo classificador neural baseado em RNA *FeedForward* utilizando imagens de satélite, conforme figura 1.

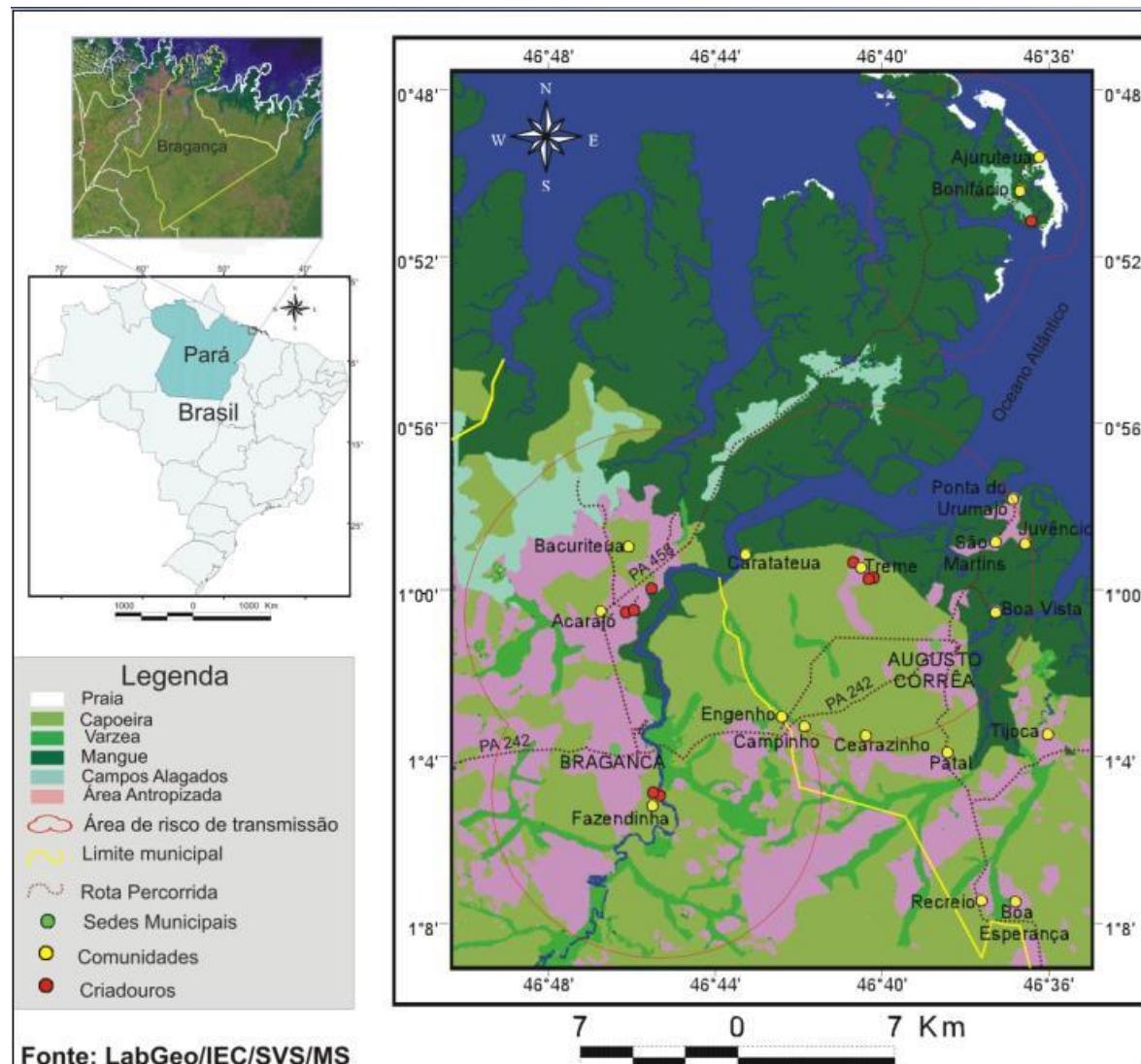


Figura 1 – Imagem classificada pela RNA do município de Bragança-Pa.

Foram geradas bases de dados depuradas, referentes aos casos confirmados de malária no período de 2006 a 2008, bem como imagens com a localização dos criadouros, das formas imaturas dos vetores da doença, localidades em áreas de risco de transmissão de

malária, bem como a classificação ambiental da área de estudo. Foi desenvolvido um modelo de interrelacionamento de dados ambientais, socioeconômicos e epidemiológicos.

A figura 2 apresenta informações relacionadas à distribuição espacial das comunidades, com casos laboratorialmente confirmados, por malária. Nesta figura, foram calculadas e identificadas as áreas de risco de transmissão. Este cálculo foi possível devido aos estudos realizados por Forattini (2002), onde mostram que o vetor, em condições adequadas de vento, temperatura e pressão voa em média 7,2 Km em busca de repasto sanguíneo.

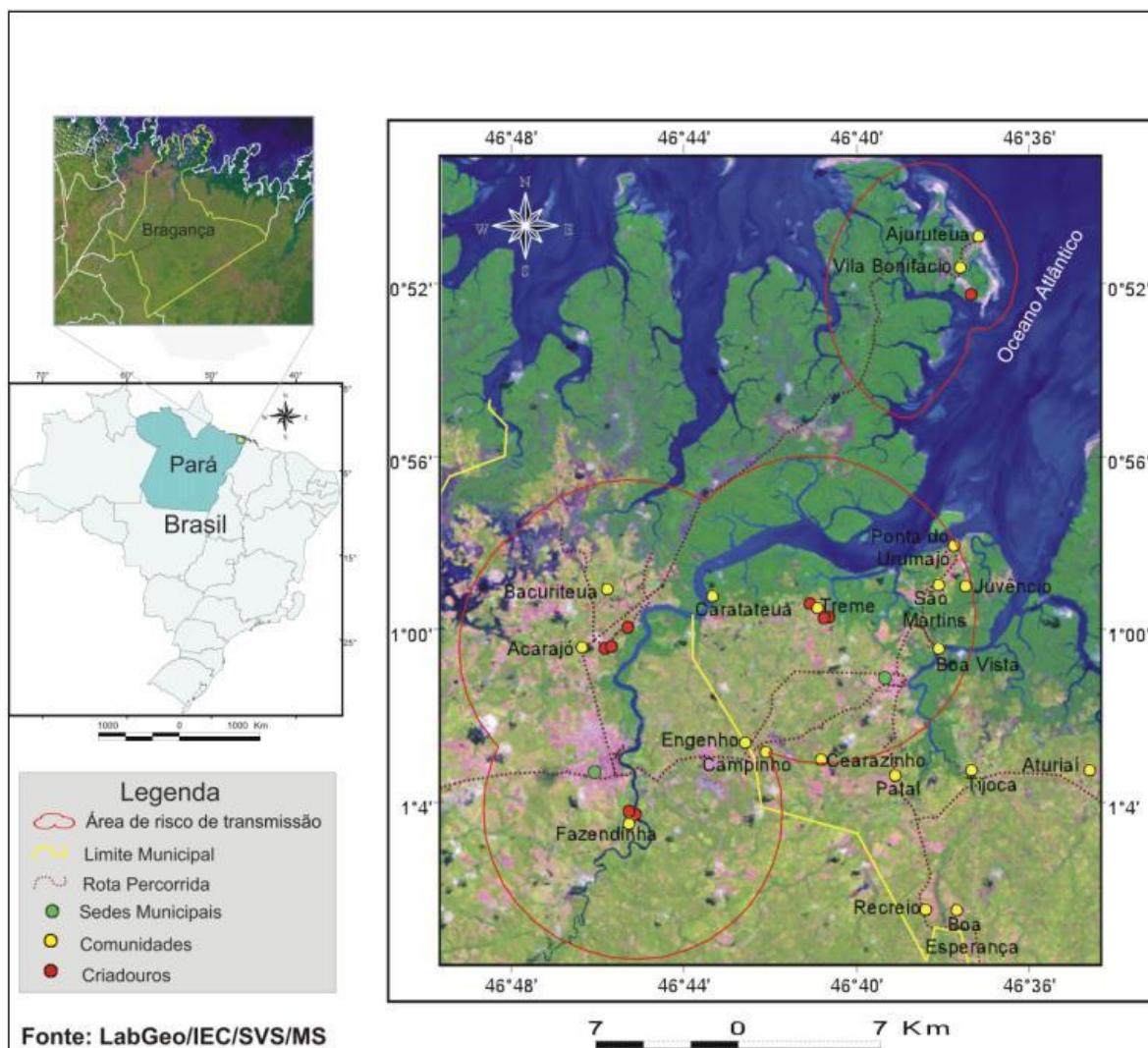


Figura 2 – Identificação das áreas de risco de transmissão por malária, do município de Bragança-PA.

5. Discussões

O modelo de classificação neural desenvolvido, a partir dos dados gerados, expressos visualmente em MTs digitais georreferenciados, possibilitou a observação da influência que as variáveis ambientais, socioeconômicas e epidemiológicas exerceram sobre a incidência de malária, no município e período estudado, desta forma, foi possível observar que a incidência deste agravo não ocorreu de forma homogênea, pois apresentou incidência diferenciada em vários locais do município, devido às características peculiares desta região, tais como: formas de ocupação humana desordenada; características ambientais favoráveis a incidência desta doença; atividade produtiva diferenciada como do tipo pesca, dentre outras.

A classificação neural desenvolvida apresentou a distribuição espacial de possíveis fatores de risco de contaminação de malária, que ocorreram em áreas de vegetação de mangue e área antropizada. Tais fatores favoreceram a incidência deste agravo, no município e período estudado, tal fato pode ser justificado a partir da presença desses fatores em área de risco de transmissão e localização dos criadouros de malária.

Em última análise, o presente trabalho se constituiu de uma tentativa para se gerar resultados práticos e experimentais no âmbito da Epidemiologia Sistemática, Cartografia Digital e Geografia Médica e Inteligência Artificial, tendo atingido satisfatoriamente os objetivos preconizados.

Referências Bibliográficas

- Andrade, F. (2004). **Aspectos ecológicos da fauna de morcegos, com ênfase na família phyllotomidae, associada às florestas de mangue e terra firme na fazenda das salinas**, Bragança-Pa.;1;67;UFPA,
- Arariboia, G. (1988). **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Ed. LTC.
- Barcellos, C. et al (1996). **Aplicabilidade do SIG nas Investigações em Saúde**. Disponível em <<https://repository.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4379/16/Cap%C3%ADtulo%206.pdf>>.
- Barreto, J. M. (1997). **Introdução às Redes Neurais Artificiais**. In V Escola Regional de Informática. Sociedade Brasileira de Computação, Regional Sul, Santa Maria, Florianópolis, Maringá, 5-10/05, p. 41–71.
- Câmera N. G. et al. (2002) **Análise Espacial e Geoprocessamento**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos/SP. Divisão de Processamento de Imagens. Disponível na Internet via URL.
- Carvalho, M. L. (2002). **Aspecto da produtividade primária dos bosques de mangue do Furo Grande, Bragança-Pa.**2002.57f. Dissertação (mestrado) – curso de Pos-graduação em Biologia ambiental, Campus Universitário de Bragança, UFPA, Bragança-PA. ORIENTADOR: MARCUS e.b.Fernandes.
- Dias, J.E. et al (2004). **Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda – RJ**. In.: Silva, X. J; Zaidan, R.T. (org.).

- Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 368 p.
- Dutra, P. (2009). **Malária: informações para profissionais da saúde.** Disponível em:<http://www.sucen.sp.gov.br/doencas/malaria/texto_malaria_pro.htm#hist>.
- Fernandes, A.M. R. (2003). **Inteligência Artificial:** Noções Gerais. Editora VisualBooks.
- Figueiredo, G. C. et al (2007) **Estudo do Comportamento dos Índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, Comumente Usados para Avaliar a Classificação de Imagens do Sensoriamento Remoto.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis-SC. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis-SC.
- Forattini, P. (2002). **Culicidologia Médica**, vol. 2: Identificação, Biologia, Epidemiologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Gasparetto, D. et al. (2010). **Algoritmo Genético Aplicado à Análise de Fatores de Risco Associados à Incidência da Malária, no Município de Augusto Corrêa Pará, Brasil, em 2005.** In: Computer on the Beach 2010, 2010, Florianópolis - SC. Anais do Computer on the Beach 2010. Florianópolis - SC : UNIVALE.
- Gomes, J. et al. (2000). **Computação Gráfica:** Imagem. Série Computação e Matemática, SBM/IMPA, Florianópolis-SC.
- Meneguette, A. et al (2010) **Sistemas de Informação Geográfica como uma Tecnologia Integradora: Contexto, Conceitos e Definições.** Versão em Português: Unesp - Campus de Presidente Prudente, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em: http://www.embrageo.com.br/downloads/artigo_sig.pdf
- Ministério da Saúde - MS (2009). **Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária (PNCM).** Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=21400.
- Quintanilha, J.A. (2008). **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP.** Laboratório de Geoprocessamento. Classificação de Imagens. Disponível em <<http://www.ptr.poli.usp.br/labgeo/graduacao/ptr321/material2/classificacao.pdf>>.
- Resendes, A. P. C. et al. (2007) **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública.** Série: Capitação e atualização em geoprocessamento em saúde Volume.
- Rich, E. et al (1994). **Inteligência Artificial.** Makron Books. 2ª. Edição. São Paulo, 722p.
- Russel, S. et al (2004). **Inteligência Artificial.** Campus, São Paulo, 1040p.
- Veiga, N. G. et al (2007). **Modelo de Análise Espaço-Temporal da Ecoepidemiologia da Malária no Município de Bragança e Augusto Correa-Pa, no período de 2001 a 2006.** In: III Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, Curitiba-Pr. Anais do III Simpósio Nacional de Geografia da Saúde. Curitiba-Pr : UFPr. p. 1-11.
- Veiga, N. G. et al (2008) **Modelo de análise espaço-temporal da prevalência da malária, no município de Bragança e Augusto Correa PA, no período de 2001 a 2006.** In: III Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, Curitiba-Pr. Anais do III Simpósio Nacional de Geografia da Saúde. Curitiba-Pr : UFPr. p. 1-11.

2006. In: X Coloquio Internacional de Geocrítica, 2008, Barcelona- Esp. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica. Barcelona : Universidade de Barcelona.

Veiga, N. G. *et al.* (2009) **Análise Espaço-Temporal da Incidência da Malária no Município de Bragança-Pa, Brasil, no Período de 2001 a 2008.** In: **II Congresso Internacional de Geografia da Saúde, 2009**, Uberlândia-MG. Anais do II Congresso Internacional & IV Simpósio Nacional de Geografia da Saúde. Uberlândia-MG : UFU, 2009.

Waldman, E. A. *et. al.*(1988). **Vigilância em Saúde Pública.** Disponível em <http://www.saude.sc.gov.br/gestores/sala_de_leitura/saude_e_cidadania/ed_07/index.html