

# Classificação de Dados Botânicos e Geomorfológicos, Utilizando Redes Neurais Artificiais, Aplicados a Análise Ecoepidemiológica da Doença de Chagas em Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no estado do Pará no período de 2000 a 2006

VEIGA, N.<sup>1</sup>

[necoveiga@uol.com.br](mailto:necoveiga@uol.com.br)

SOUZA, C.<sup>2</sup>

[claudiacnsouza@yahoo.com.br](mailto:claudiacnsouza@yahoo.com.br)

GASPARETTO, D.<sup>3</sup>

[douglaslabgeo@gmail.com](mailto:douglaslabgeo@gmail.com)

BARBOSA, F.<sup>4</sup>

[fabrizio.b.f@gmail.com](mailto:fabrizio.b.f@gmail.com)

MONTEIRO, J.<sup>5</sup>

[jjmonteiro10@yahoo.com.br](mailto:jjmonteiro10@yahoo.com.br)

BARREIROS, M.<sup>6</sup>

[alves.m.barreiro@gmail.com](mailto:alves.m.barreiro@gmail.com)

SOFFIATTI, N. F. L.<sup>7</sup>

[nelsonsoffiatti@iec.pa.gov.br](mailto:nelsonsoffiatti@iec.pa.gov.br)

## Resumo

Neste trabalho é mostrada a relação existente entre processos de degradação ambiental que ocorrem em diferentes ambientes geográficos com a incidência da Doença de Chagas nos municípios de Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no período de 2000 a 2006. Para tal foi feita uma caracterização ambiental dos diversos tipos de vegetação que serviram para a análise da distribuição espacial dos ecótopos, utilizando um modelo de classificação neural de imagens de satélite. Após inter-relacionar os dados ambientais socioeconômicos e epidemiológicos com coordenadas geográficas, foi observada a existência de uma dependência espacial entre os mesmos. O presente trabalho foi considerado satisfatório face aos objetivos preconizados.

**Palavras-Chave:** Epidemiologia, Rede Neural, Sistema de Informação Geográfica, Doença de Chagas, Classificação de Imagens.

---

<sup>1</sup> Doutor em Ciência da Computação e Pesquisador do LabGeo/IEC/SVS/MS

<sup>2</sup> Mestranda em Ciência da Computação - UFPE

<sup>3</sup> Bacharel em Ciência da Computação e Assistente de Pesquisa do LabGeo/IEC/SVS/MS

<sup>4</sup> Bacharel em Ciência da Computação

<sup>5</sup> Licenciatura em Geografia

<sup>6</sup> Bacharel em Ciência da Computação

<sup>7</sup> Bacharel em Administração e Assessor da Direção do IEC

## **Geomorfological and Botanicals Data Classification, Using Artificial Neural Networks, Applied to Chagas' Disease Ecoepidemiological Analysis in the Districts of Abaetetuba, Barcarena and Bragança, in Pará State between 2000 to 2006**

### **Abstract**

The main propose of this work is to demonstrate the relationship between environmental degradation processes that occurs in different geographic environments with the incidence of Chagas' disease in the districts of Abaetetuba, Barcarena and Bragança, in the period 2000 to 2006. An environmental characterization using different types of vegetation for spatial analysis of the ecótopos distribution was done with a model of neural classification of satellite imagery. After inter- relationship process of environmental, social, economic and epidemiological with geographic coordinates data it was observed that there is a spatial dependence between them. This work was considered satisfactory face the objective expected.

**Word-Key:** Epidemiology, Neural Network, Geographic Information System, Chagas' Disease, Classification of Images.

# **Classificação de Dados Botânicos e Geomorfológicos, Utilizando Redes Neurais Artificiais, Aplicados a Análise Ecoepidemiológica da Doença de Chagas em Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no estado do Pará no período de 2000 a 2006**

## **1 – Introdução**

Com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de recursos tecnológicos e a difusão do geoprocessamento na área da saúde no fim da década de 80, surgiram programas de mais fácil manipulação, técnicas sofisticadas de análises e equipamentos de menor custo, como sistemas para mapeamento digital, produção de mapas temáticos e organização de dados espaciais [1]. No mesmo período surgiram também as abordagens espaciais que têm sido utilizadas para analisar e caracterizar fenômenos antrópicos e naturais relacionados com a saúde pública, meio ambiente e território [2].

O geoprocessamento tem sido apontado como ferramenta de integração de dados ambientais, socioeconômicos e de saúde que, georreferenciados, permitem identificar padrões de distribuição de doença ou casos de óbitos e a identificação de tendências espaço-temporais verificadas espacialmente, através de uma análise histórica de eventos ocorridos em uma determinada área [3]. Nas últimas décadas ele tem permitido avanços significativos na área da epidemiologia, que estuda a frequência da distribuição e dos determinantes dos estados ou eventos relacionados à saúde em populações específicas e a aplicação desses estudos no controle dos problemas de saúde [4].

Levando em consideração esse contexto há necessidade de uma vigilância epidemiológica que é um conjunto de ações orientadas para obtenção de informações fundamentais para o conhecimento dos processos de sanidade e instrução de ações em saúde, detectando ou prevenindo mudanças nos fatores ambientais, biológicos e antrópicos de um território ou distritos e perímetros deste, ao nível individual ou

coletivo; insere-se, portanto, na noção mais ampla de condições de vida, sendo capaz de orientar adequadas medidas de prevenção e controle [5].

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) foram desenvolvidos para manipular informações temáticas com componentes espaciais e temporais, possibilitando que dados precisos - em relação à localização geográfica de fenômenos ecoepidemiológicos - sejam caracterizados.

A utilização dos SIGs tem permitido avanços significativos na área da saúde. Nesse âmbito o presente trabalho procurou levantar informações disponíveis no banco de dados do Sistema Nacional de Notificação (SINAM), do Ministério da Saúde (MS), bem como no banco de dados de informações clínicas a respeito de casos humanos de Doença de Chagas do Instituto Evandro Chagas (IEC) e no banco de dados entomológico da Secretaria de Estado de Saúde do Pará (SESPA). No sentido de gerar um banco de dados epidemiológico foram georreferenciados casos laboratorialmente confirmados, nos municípios de Abaetetuba, Barcarena e Bragança.

No campo da epidemiologia e da geomorfologia, vem sendo incorporada a utilização de redes neurais artificiais (RNAs) para desenvolver análises e diagnósticos automatizados. As RNAs são sistemas computacionais inspirados nos neurônios biológicos e podem ser classificadas de diferentes modos que geralmente dizem respeito à forma de aprendizado, que podem ser: aprendizado supervisionado e não-supervisionado. No aprendizado supervisionado são apresentados à rede, conjuntos de padrões de entrada e seus correspondentes padrões de saída. No decorrer desse processo, a rede neural artificial realiza um ajustamento dos pesos das conexões entre os elementos de processamento. Já no aprendizado não-supervisionado a rede analisa os conjuntos de dados apresentados, determina algumas propriedades e “aprende” a refletir estas propriedades na sua saída [6]. A rede neural artificial tem como principal objetivo o aprendizado através de exemplos e inferir sobre o aprendizado, possibilitando uma melhora gradativa no desempenho [7].

No presente trabalho foi utilizada uma técnica de classificação neural de imagens de satélite que objetivou a caracterização dos diversos tipos de vegetação identificada visualmente, resultando em um mapa digital constituído de pixels classificados [8]. Utilizou-se a Rede Neural *FeedForward* com o algoritmo *Back-*

*Propagation* para o treinamento da rede com o objetivo de realizar uma série de classificações supervisionadas de informações geomorfológicas e botânicas em um conjunto de imagens de satélites LandSAT TM-7, na escala 1:205.000, entre as órbitas pontos 229/058, 203/261, 222/068 e 227/067 e Spot 4.0 HRVIR, órbita ponto 240/61. O classificador neural utilizado constituiu-se de um modelo multicamadas onde cada camada analisa e seleciona um parâmetro específico. A camada de entrada, nesta rede, permite especificar o modo como a matriz irá analisar as imagens contidas no banco de dados. Sua estrutura recebe valores de intensidade de brilho de cores e os transforma em parâmetros que serão selecionados como componentes das imagens de saída. Nesta aplicação as cores são as indicações botânicas que identificam os ecótopos dos vetores e os fatores antrópicos provenientes da colonização local que influenciam na incidência e prevalência da Doença de Chagas [9]. Para cumprir esse procedimento dispõe de um conjunto de 4 neurônios, cada um com uma janela de 3 X 3 pixels, que varre toda a imagem em suas três bandas. O quarto neurônio da camada de entrada é utilizado para armazenamento do bias ou polarizador, que serve como padrão de referência para a rede, uma vez que a classificação é supervisionada. A escolha da janela de 3 X 3 pixels viabilizou a obtenção de informações sobre os pixels adjacentes ao pixel que está sendo processado no momento. Isto ocorre tanto na fase de treinamento como na fase de classificação.

Apenas uma camada oculta, composta por 10 neurônios foi utilizada. As camadas ocultas são importantes, pois sua utilização favorece o reconhecimento e captação de informações com textura.

A camada de saída é composta de 5 neurônios, cada um recebendo informações pertinentes a uma classe, que está vinculada às informações geomorfológicas e botânicas processadas pela rede. Cada neurônio de uma classe está conectado a todos os neurônios da camada posterior (densamente interconectado). Com os estímulos da camada intermediária e construído o padrão que será a resposta. Já as camadas intermediárias codificam características apresentadas nos padrões de entrada, permitindo que a rede construa sua própria representação da situação problema [10].

Na fase de operacionalização 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, com relação 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 semelhantes. Duas viagens aos municípios em estudo foram realizadas, com o objetivo de validar as informações geradas e visualizadas em mapas e imagens digitais.

Nesta etapa do estudo, a interdisciplinaridade, existente nas análises ecoepidemiológicas, mostrou-se tecnicamente viável, pois foi obtida ao se integrar, através de ferramentas de geoprocessamento, as informações das áreas de saúde, epidemiologia e botânica com imagens de satélites de espaços geográficos onde ocorrem infecção por Doença de Chagas (DC) [11]. A utilização de redes neurais artificiais possibilitou observar a existência de uma dependência espacial entre as variáveis estudadas, ao reconhecer os padrões de coexistência dos ecótopos dos vetores em perímetros onde circulam humanos e animais, o que favorece a ocorrência do agravo.

## **2 – Metodologia**

O trabalho foi dividido nas seguintes etapas: 1) levantamento do material bibliográfico sobre Epidemiologia de DC, Geotecnologias, Vigilância em Saúde (VS) e Classificação de Imagens; 2) obtenção das informações disponíveis nas bases de dados do Sistema Nacional de Notificação – SINAM, bem como no banco de dados de informações clínicas em relação aos casos de doenças de Chagas do Instituto Evandro Chagas (IEC) e do banco de dados entomológicos da Secretaria de Estado de Saúde do Estado do Pará (SESPA); 3) coleta de dados epidemiológicos e ambientais georreferenciados em campo; 4) desenvolvimento de um banco de dados de apoio na plataforma Excel (Microsoft) para alimentação dos dados procedentes dos trabalhos de campo; 5) levantamento das imagens de satélites, fornecidas pelo Sistema de Proteção

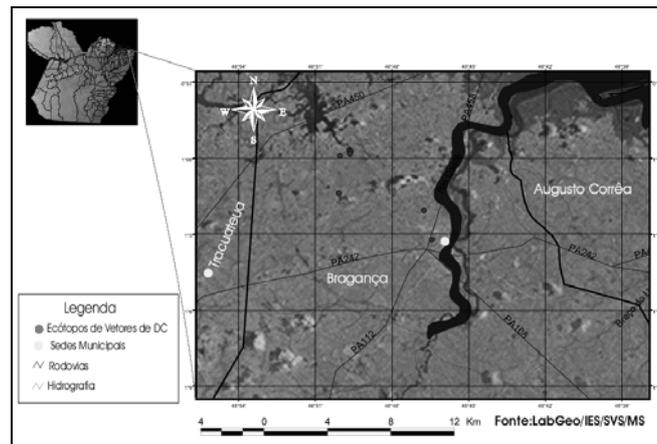
da Amazônia – SIPAM e IBAMA, além da resolução espacial de 20 metros dos locais de estudos da órbita ponto 240/61 de Setembro de 2004 para a geração de mapas temáticos que expressem visualmente as relações espaciais e temporais em função dos fenômenos ecoepidemiológicos.

Para a construção do banco de dados ambiental observou-se as características da distribuição espacial dos possíveis ecótopos dos vetores da Doença de Chagas como, por exemplo, a presença de matas de galerias e bosques colonizados por palmeiras do tipo Açaí, Inajá, Babaçu e Buriti. As mais expressivas enquanto indicador ambiental utilizado como referência, no processo de classificação da imagem digital de satélite trabalhada foram o Açaí e o Buriti, para as cidades de Barcarena e Abaetetuba, sendo acrescida a palmeira de Babaçu para o município de Bragança. O banco de dados socioeconômico foi gerado com características das habitações, peridomicílio e dos processos produtivos desenvolvidos pelas comunidades nas áreas de estudo, que podem gerar relações antrópicas (agricultura de subsistência, desmatamento, imperícia no manejo de alimentos, dentre outros). As imagens reproduzem as coincidências desses indicadores e permitem inferir sua interferência nos casos de Doença de Chagas.

### **3 – Resultados Obtidos**

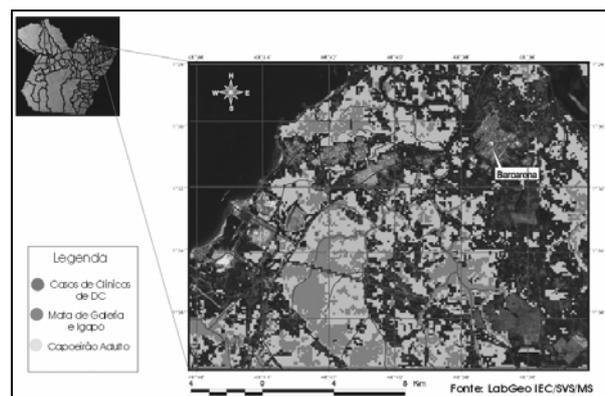
Foram geradas bases de dados dos casos laboratorialmente confirmados de DC no período de 2000 e 2006 e localização de possíveis ecótopos de vetores da doença. A classificação feita pela técnica RNA gerou a visualização da distribuição espacial desses possíveis ecótopos e casos da doença no município de Bragança – PA- Figura 1.

A distribuição desses componentes nas imagens geoindexadas está nas figuras 1 a 3, que, para fins de publicação, foram produzidas em tons de cinza; contudo as imagens geradas pelo classificador neural são policromáticas.



**Figura 1. Imagem de satélite LANDSAT TM-7.**

Foi gerada uma classificação neural de uma imagem do satélite Spot 4.0 HRVIR, órbita ponto 240/61, com o objetivo de mostrar a distribuição espacial de possíveis ecótipos de vetores da DC, que ocorrem em áreas de vegetação dos tipos Capoeirão Adulto, Matas de Galerias e áreas alagadas de Igapó e sua relação, de dependência espacial, com a localização pontual de pacientes no município de Barcarena, conforme é mostrado na figura 2 abaixo. O mesmo processo foi aplicado aos dados relacionados aos municípios de Abaetetuba e Bragança.



**Figura 2. Classificação neural da vegetação no município de Barcarena-PA.**

Foi gerado o inter-relacionamento das bases de dados de imagens de satélite e cartográficas do município de Abaetetuba e dos casos de DC cedidos pela seção de Parasitologia do IEC, conforme mostra a figura 3 abaixo.

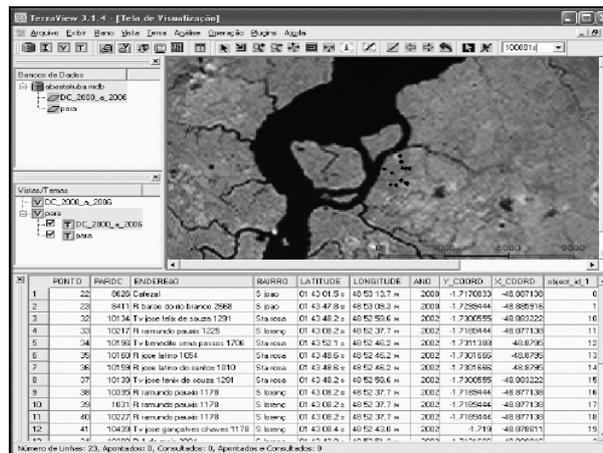


Figura 3. Inter-relacionamento de Bases de Dados epidemiológicos georreferenciados e de imagem de satélite, referente aos casos de DC.

#### 4 – Considerações Finais

Nas análises espaciais feitas no município de Barcarena observa-se a dependência espacial da incidência da Doença de Chagas, no município, com a distribuição espacial dos possíveis ecótopos identificados; nesses perímetros ocorre a cobertura vegetal do tipo capoeirão adulto na área de influência dos ecótopos e da doença, o que sugere a possibilidade da incidência da doença ter sido influenciada por relações antrópicas relativas às modificações provocadas pelo homem no meio ambiente. Com relação as análises feitas nos municípios de Abaetetuba e Bragança, observou-se que a incidência da doença de Chagas distribuiu-se nas sedes destes municípios, sugerindo desta forma, outro processo de infecção pelo parasita causador da Doença de Chagas.

Uma característica importante observada, na rede neural artificial utilizada diz respeito a possibilidade de desenvolvimento de critérios formais para a avaliação de performance da rede em função do número variável de neurônios necessários para executar o processamento.

A utilização de RNAs para a classificação de informações geomorfológicas e botânicas mostra-se como uma excelente ferramenta alternativa para análises

ecoepidemiológicas de agravos a condições de saúde, pois realizam classificações de dados observáveis em imagens de satélites o que permite a prospecção e o entendimento da reprodução das etiologias dos agravos e tendências no processo saúde-doença a médio e curto prazo.

## Referências Bibliográficas

- [1]RAMALHO, Walter M. Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública. Série: Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde. Volume 2, 2007.
- [2]BOSSEL, Hartmut. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. 1999 Disponível em <[www.iisd.org/pdf/balatonreport.pdf](http://www.iisd.org/pdf/balatonreport.pdf)>. Acessado em 23 de Março de 2008.
- [3]BARCELLOS, Christovam. BASTOS, Francisco. 1996. Aplicabilidade do SIG nas Investigações em Saúde. Disponível em <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4379/16/Cap%C3%ADtulo%206.pdf>>. Acessado em 23 de Março de 2008.
- [4]WALDMAN, Eliseu Alves. ROSA, Teresa Etsuko da Costa. Vigilância em Saúde Pública. 1998. Disponível em <[http://www.saude.sc.gov.br/gestores/sala\\_de\\_leitura/saude\\_e\\_cidadania/ed\\_07/index.html](http://www.saude.sc.gov.br/gestores/sala_de_leitura/saude_e_cidadania/ed_07/index.html)>. Acesso em 21 de Março de 2008.
- [5]ALVANHAN, Rosângela A. Menezes, et al. Vigilância Epidemiológica. 2007. Disponível em <<http://www.ccs.uel.br/nesco/regesus/arquivos/Cap%C3%ADtulo%2011.pdf>>. Acesso em 21 de Março de 2008.
- [6]KARRER, Daniel, et al. Redes Neurais artificiais: conceitos e aplicações.2005. Disponível em <<http://www.gpi.ufrj.br/pdfs/artigos/Karrer,%20Cameira,%20Vasquez,%20Benzecry%20-%20Redes%20neurais%20artificiais%20-%20IX%20Profundao%20-%202005.pdf>>. Acesso em 21 de Março de 2008.
- [7]FERNEDA, Edberto. Redes Neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v35n1/v35n1a03.pdf>>. Acesso em 22 de Março de 2008.
- [8]QUINTANILHA, José Alberto. 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>>. Acesso 23 de Março de 2008.
- [9]VEIGA, Nelson. SENNA. 1996. Classificação Automática de Informações Geomorfológicas Utilizando o Modelo de Rede Neural BackPropagation.
- [10]FERNANDES, Anita Maria da Rocha. 2003. Inteligência Artificial: Noções Gerais. Editora VisualBooks.
- [11]TEIXEIRA, Antônio Lima C. 2007. Doença de Chagas e Evolução. Editora UNB.