

**Análise Ecoepidemiológica
da Incidência da Doença de Chagas em Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no estado do
Pará, entre 2000 e 2006, utilizando Geotecnologias Livres**

Cláudia Souza^{1,2}
Douglas Gasparetto²
Cleice T. N. Souza^{2,3}
Nelson F. L. Soffiatti²
Nelson Veiga²

¹ Centro de Informática/Universidade Federal de Pernambuco - Cin/UFPE
Caixa Postal 7851 – 50740-540 - Recife - PE, Brasil
claudiacnsouza@yahoo.com.br

² Laboratório de Geoprocessamento – LabGeo/IEC/SVS/MS
Caixa Postal 1128 – 67030-000 - Ananindeua - PA, Brasil
douglaslabgeo@gmail.com
cleicetnsouza@yahoo.com.br
nelsonsoffiatti@iec.pa.gov.br
necoveiga@uol.com.br

³ Centro Universitário do Pará – CESUPA
Caixa Postal 8619 – 66060-239 - Belém - PA, Brasil

Abstract. The main propose of this paper is to demonstrate the ecoepidemiological analysis of the spatial distribution of vectors of Chagas's Disease in the municipalities of Abaetetuba, Barcarena and Bragança, in the state of Pará. Taking into account that the incidence of this disease is linked to human activities such as deforestation, agriculture for subsistence, among others. To achieve this goal was developed a characterization of the various types of vegetation which was used for the analysis of the spatial distribution of possible ecotops, using a model of neural classification from satellite imagery. It was developed a database with ecopidemiological data using PostGIS. After the process of logical and physical design of the database was developed spatial queries, connected to the PostGIS, using free environment OpenJump, for the extraction of information. As result it was found that, from the neural classification, characteristics of the spatial distribution of the areas of collection of vector of the disease and possible ecotops were more expressive in areas with the type of vegetation Buriti and Açaí, to the cities of Barcarena and Abaetetuba, and increased the palm of Babaçu for the city of Bragança. With regard to the spatial queries, we obtained a significative result about which possible breeding offer good conditions to the vetorial proliferation, using the technologies and PostGIS OpenJump.

Palavras-chave: Artificial Neural Network, Geographic Information System, Classification of Images, Epidemiologic, Geographic Databases.

1. Introdução

Desde a antiguidade a relação entre o homem e o meio ambiente tem gerado implicações nas suas condições de saúde, relação esta que tem motivado constantes estudos e observações por parte de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, por exemplo, a Epidemiologia.

Nesse sentido, metodologias que representem computacionalmente a localização precisa de um fenômeno ecoepidemiológico têm sido desenvolvidas para subsidiar a automação do

processo de análise das condições saúde-doença que foram ocasionadas pela intervenção antrópica no meio ambiente.

Levando em consideração isso, a integração de métodos das áreas da ciência como Geografia, Cartografia, Estatística e Computação possibilitaram o surgimento de um conjunto de técnicas para a manipulação de dados espaciais, o geoprocessamento.

No âmbito epidemiológico – área do conhecimento que estuda a frequência da distribuição ou eventos relacionados à saúde em populações específicas e a aplicação desses estudos no controle dos problemas de saúde (Waldman e Rosa, 1998) – o geoprocessamento têm sido adotado a como uma ferramenta de integração de dados ambientais, socioeconômicos e de saúde que permitem realizar o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos, o planejamento de ações de saúde e a avaliação (Resendes et al, 2006).

Com o avanço das tecnologias de informação foram desenvolvidos os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), estes, possibilitam realizar o armazenamento, manipulação e análises espaciais complexas contidas em imagens de satélites, bases de dados cartográficas georreferenciadas e banco de dados produzidos na estrutura relacional, como por exemplo, os ambientais e epidemiológicos. A fim de atender esses objetivos, as principais funções de um SIG correspondem em: aquisição e manipulação de dados alfanuméricos e espaciais; gerenciamento de banco de dados; visualização e apresentação através de mapas temáticos; e, consultas e análises através de funções e operadores espaciais (Resende et al, 2006).

No que diz respeito à estrutura de armazenamento de dados aplicados a SIG, sabe-se que muitos sistemas computacionais para Banco de Dados (BD) não usufruem dos dados geográficos de forma a prover análises que considerem o contexto espacial. Por exemplo, quais são os casos de uma determinada doença para as regiões localizadas em áreas de alto desmatamento, na Amazônia Legal. Neste contexto, os Bancos de Dados Geográficos (BDG) (Yeung e Hall, 2007) são importantes ferramentas que oferecem uma infra-estrutura para gerenciamento desses dados e realização dessas análises.

Entre as tecnologias de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Espaciais (SGBDE), aplicadas ao contexto de software livre (SL), o módulo de extensão espacial PostGis do PostGreSQL foi adotado neste estudo, por de apresentar uma grande quantidade de funções espaciais, ser uma excelente opção para soluções geográficas que necessitem de boa performance e baixo custo (Uchoa et al, 2005) e, também, ser baseado no padrão OpenGis *Consortium* – órgão que tem o objetivo de desenvolver e especificar técnicas e criar um formato padrão para garantir a interoperabilidade entre sistemas geográficos.

Na área epidemiológica técnicas de Inteligência Artificial, especificamente as redes neurais artificiais (RNAs), também, têm sido incorporadas para desenvolver análises e diagnósticos automatizados (Veiga et al., 2008). Tais sistemas computacionais – sistemas baseados nos neurônios biológicos - têm como objetivo o aprendizado através de exemplos (são utilizados como informações de entrada para o treinamento da rede) e inferir sobre o aprendizado, possibilitando uma melhora gradativa no desempenho (Ferneda, 2006).

Nesse sentido, o presente trabalho buscou realizar um levantamento de informações, referente à Doença de Chagas (DC) nos municípios preconizados, nos bancos de dados do Sistema Nacional de Notificação (SINAM), do Ministério da Saúde (MS), bem como repositórios de dados do Instituto Evandro Chagas (IEC) sobre casos humanos clinicamente diagnosticados e, finalmente, banco de dados de informações entomológicas da Secretaria de Estado e Saúde do Pará (SESPA). Para desenvolver um banco de dados, utilizando o SGBDE PostGis, de cunho epidemiológico foram georreferenciados, através de trabalhos de campo, casos laboratorialmente confirmados nos municípios de Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no estado do Pará. Para a visualização e desenvolvimentos mapas temáticos que subsidiaram o estudo utilizou-se o SIG livre OpenJump. E finalmente, aplicou-se o classificador neural de

imagens de satélite para identificar e caracterizar os diversos tipos de vegetação presentes nas áreas estudadas.

Além da seção introdutória, este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentada uma descrição sobre a localização das áreas que estão sendo estudadas; na Seção 3 é detalhada a metodologia adotada no estudo; na Seção 4 são apresentados os resultados obtidos; e finalmente, na seção 5 é descrito as conclusões obtidas pelas análises desenvolvidas na presente pesquisa.

2. As Áreas de Estudo

As áreas de estudo correspondem nos municípios de Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no estado do Pará, estes estão localizadas na região nordeste do estado, cujas sedes municipais têm coordenadas geográficas $1^{\circ}43'04''\text{s}$ $48^{\circ}52'5''\text{w}$; $01^{\circ}30'21''\text{s}$ $48^{\circ}37'33''\text{w}$; e $01^{\circ}03'13''\text{s}$ $46^{\circ}45'56''\text{w}$, respectivamente. A figura 1 apresenta o mapa temático da localização geográfica das áreas em questão.



Figura 01 – Mapa temático das áreas de estudo: Abaetetuba, Barcarena e Bragança, no estado do Pará.

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento/SVS/MS

3. Metodologia

O desenvolvimento metodológico do estudo correspondeu em:

1. Realizar um estudo do referencial teórico sobre Vigilância em Saúde (VS), Epidemiologia de DC, Software Livre aplicado a Geotecnologias e Classificação de Imagens utilizando técnicas de Inteligência Artificial;
2. Levantar informações sobre contidas nas bases de dados do SINAM, IEC e SESPA;
3. Realizar trabalho de campo de georreferenciamento, utilizando receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS), para a coleta de dados ecoepidemiológicos;
4. Desenvolver um banco de dados epidemiológico utilizando o SGBDE PostGis;
5. Análise da aplicabilidade das geotecnologias utilizadas no contexto do estudo;

Nas subseções a seguir são apresentadas as geotecnologias adotadas que subsidiaram o desenvolvimento da expressão visual – mapas temáticos- que representa a relação espacial do fenômeno ecoepidemiológico que está sendo estudado.

3.1. Sistema Gerenciador de Banco de Dados Espacial (SGBDE): PostGis

Conforme apresentado na seção introdutória, o PostGis é o módulo de extensão especial que adiciona entidades geográficas ao PostGreSQL, este módulo apresenta um expressivo número de funções espaciais e topológicas que estendem o SQL do seu SGBD (Uchoa et al, 2005). Neste artigo, é apresentado o script de criação da tabela e inserção dos dados ecopidemiológicos (ver figura 1 e 2) e a consulta espacial. A figura 3 mostra o SQL gerado a partir da transformação da base cartográfica municipal para SQL estendido que será utilizado para o SGBDE PostGis.

- Query: Criação da tabela que armazena os dados epidemiológicos, georreferenciados, sobre a localização dos criadouros.
 - CREATE TABLE criadouro (gid serial PRIMARY KEY, localidade varchar, criadouro varchar, latitude varchar, longitude varchar, y_coord float, x_coord float);
 - SELECT AddGeometryColumn('criadouro','the_geom','4291','POINT',2);
- Query: identificar os criadouros que estão contidos no município de Barcarena.
 - SELECT a.nome_criadouro from pa97_00_mun b, criadouros a where contains (b.mun_geom, a.criadouro_geom)='t' and b.nome_municipio='Bragança';

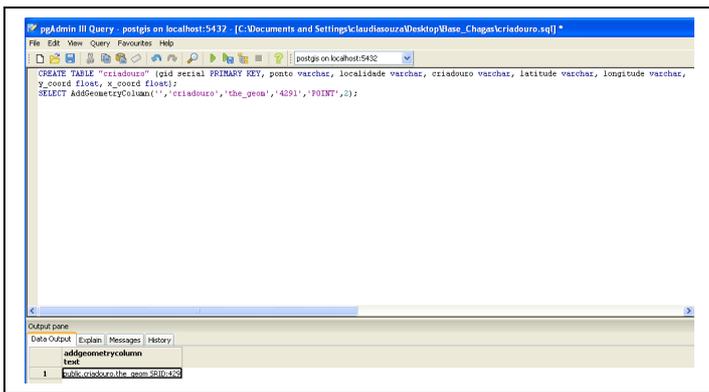


Figura 1: Criação da tabela com atributos espaciais para os dados ecopidemiológicos.

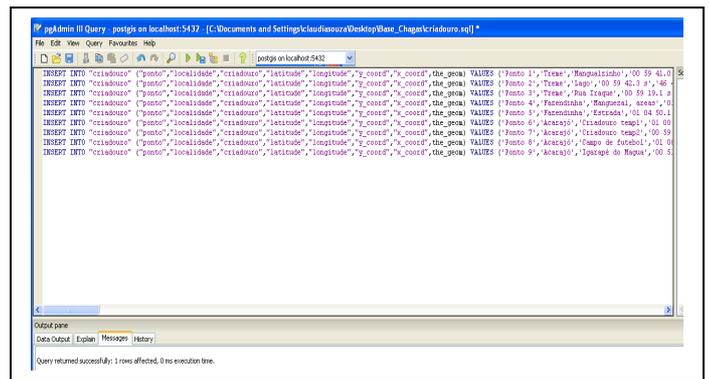


Figura 2: Inserção dos dados georreferenciados sobre a localização dos criadouros de DC.

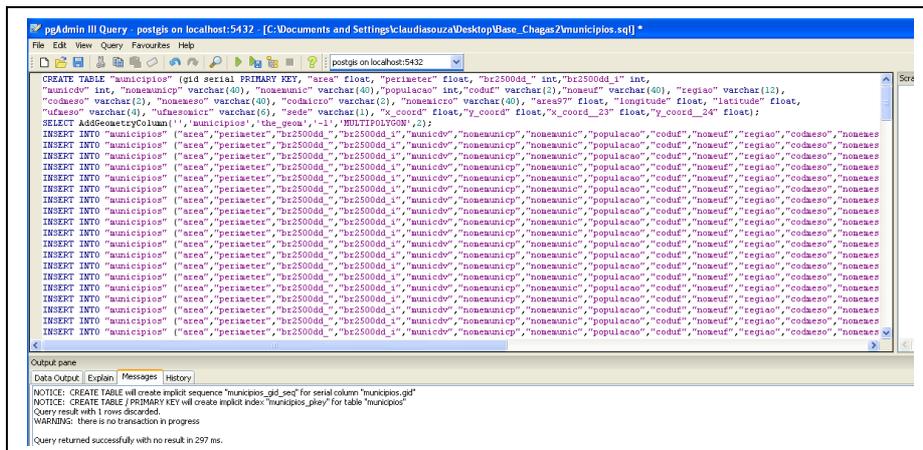


Figura 3: SQL estendido referente a base cartográfica do estado do Pará.

3.2. OpenJump

O OpenJump é um SIG desenvolvido em tecnologia Java, baseado no modelo de negócios SL. O SIG permite a manipulação topológica sobre geometrias 2D, o acesso de feições no formato *shapefile* e possui suporte a dados armazenados no PostGIS (Destro, 2007). Nesse sentido, o sig foi utilizado para realizar a conexão com o *datastore* no PostGIS e as consultas espaciais. A figura 4 apresenta uma consulta espacial utilizando atributos geométricos para a identificação de possíveis criadouros contidos no município de Barcarena-PA, tal consultal é semelhante a desenvolvida na interface do PostGIS. Conforme é mostrado na figura 5, temos a visualização gráfica referente ao resultado da imagem anterior.

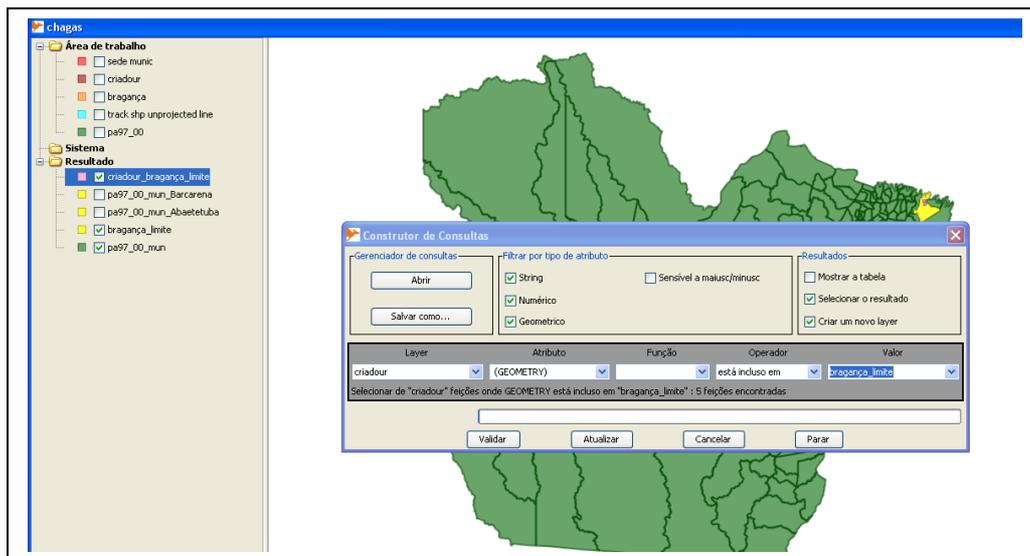


Figura 4. Consulta espacial utilizando o OpenJump

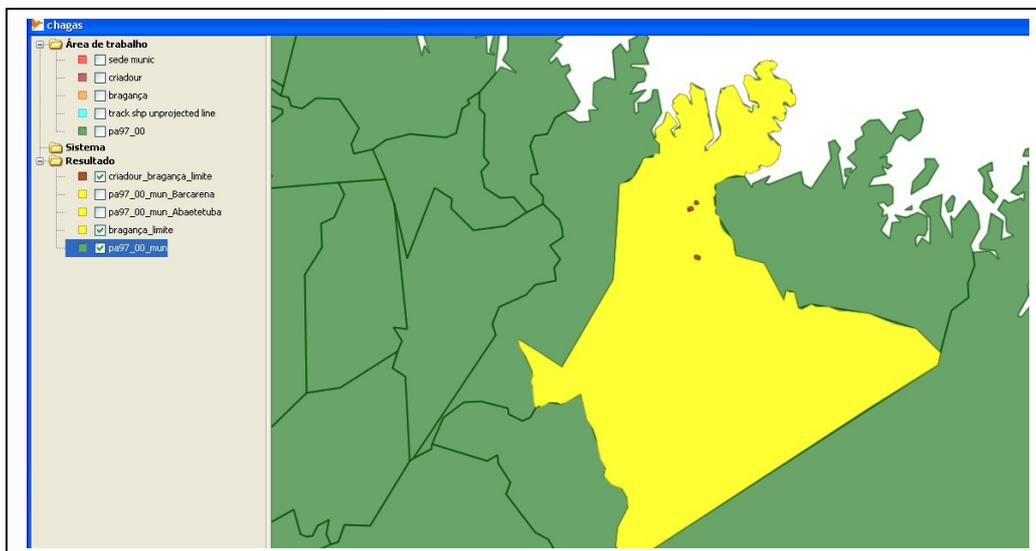


Figura 5. Resultado da consulta espacial utilizando o OpenJump

3.3 Classificador Neural de Imagens de Satélite

No presente estudo a técnica de RNA foi utilizada para a classificação de imagens de satélite, que, possibilitaram a interpretação e visualização das relações de causa e efeito entre alvos ambientais e fenômenos ocorridos em determinado espaço e tempo.

A Rede Neural *FeedForward* com o algoritmo *BackPropagation* foi utilizado para o treinamento da rede. Como resultado, obteve-se uma série de classificações supervisionadas de informações geomorfológicas 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 240/061. A figura 7 apresenta o processo de classificação referente a um dos recortes de imagens de satélite relacionadas a uma das áreas de estudo. O critério da representatividade temática foi adotado para validar as informações geradas e visualizadas em mapas e imagens digitais a serem certificadas em campo.

Nesta etapa do estudo, 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, favorecendo, desta forma, a ocorrência do agravo.

4. Resultados e Discussões

A figura 1 apresenta a expressão visual da distribuição espacial dos possíveis ecótopos e casos da DC no município de Bragança. As bases de dados desenvolvidas correspondem aos casos laboratorialmente confirmados da doença no período preconizado e a localização de possíveis ecótopos de vetores de Chagas.

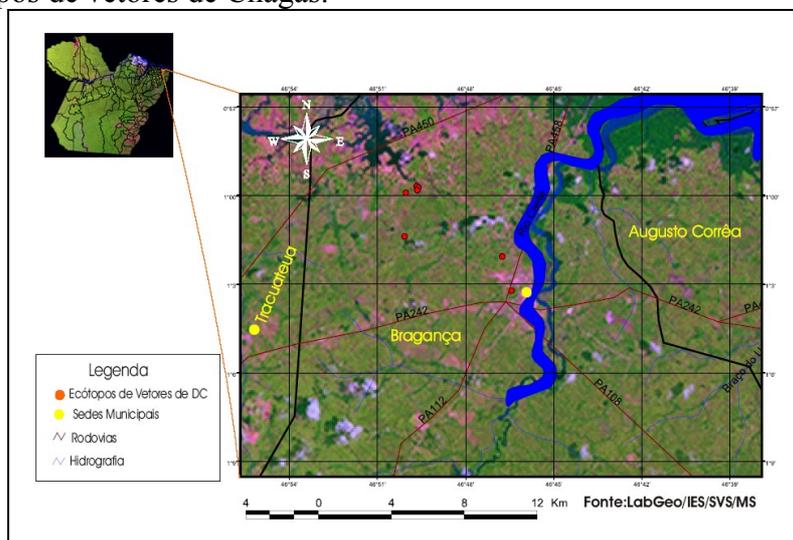


Figura 06 – Imagem de Satélite LANDSAT TM-7, escala 1:250.000.
Fonte: Laboratório de Geoprocessamento/SVS/MS

Com a classificação feita pela técnica de RNA foi possível gerar uma imagem do satélite Spot 4.0 HRVIR, órbita ponto 240/61, para mostrar a distribuição espacial de possíveis ecótopos de vetores de 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 precisa de pacientes no município de Barcarena, conforme é apresentado na figura 7. Ressalta-se que o mesmo processo foi aplicado aos dados relacionados aos municípios de Abaetetuba e Bragança.

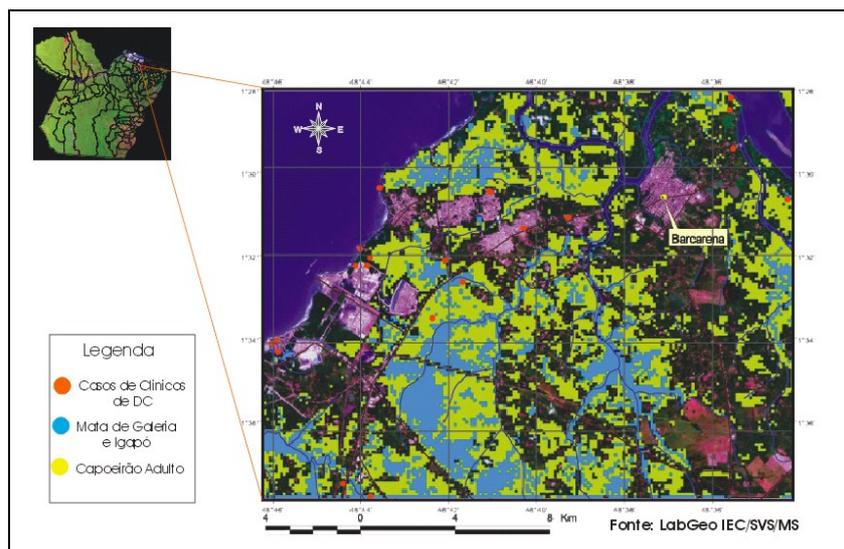


Figura 07 – Classificação neural da vegetação no município de Barcarena-PA
 Fonte: Laboratório de Geoprocessamento/SVS/MS

5. Conclusão

A imagem digital como um poderoso recurso para captar, armazenar e recuperar informações (Kaufmann et al, 1998 *apud* Gasparetto et al, 2007), nesse sentido, foi possível identificar nas áreas de estudos, características ambientais propícias à propagação do vetor.

Nesse contexto, no município de Barcarena pôde-se observar a relação de dependência espacial da incidência de DC juntamente com a distribuição espacial dos possíveis ecótopos identificados. Observou-se também, a relação da cobertura vegetal do tipo capoeirão adulto na área de influência dos ecótopos e vetores de propagação da doença, o que sugere a possibilidade da incidência da doença ter sido influenciada pelas modificações provocadas pelo homem no meio ambiente.

Nos municípios de Abaetetuba e Bragança, observou-se que a incidência da doença nas sedes municipais, contribuindo para outro processo de infecção pelo parasita causador da DC.

As consultas especiais desenvolvidas a partir das funções espaciais/topológicas do SGBDE PostGis viabilizaram análises epidemiológicas mais precisas. Tais análises foram expressas através de mapas temáticos produzidos pelo ambiente OpenJump, ressalta-se, que o SIG apresentou um bom desempenho quando conectado ao PostGis, no sentido, de realizar consultas espaciais mais amigáveis.

A utilização de RNAs para a classificação de informações geomorfológicas em imagens de satélites mostra-se como uma excelente ferramenta para análises ecoepidemiológicas de agravos e condições de saúde, pois realizam classificações de dados observáveis, o que permite o entendimento da reprodução das etiologias dos agravos e tendências no processo saúde-doença a médio e curto prazo.

6. Referência Bibliográfica

Destro, J. N.; Modelo para WEBMAP: Um estudo de Caso. 2007. 31 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná. 2007.

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 10.nov.2008.

Gasparetto, Douglas et al.; Sistema Multifuncional de Avaliação Ecoepidemiológica Aplicado a Prevalência da Malária - SISMAE.Trabalho de Conclusão de Curso – TCC. 2007.

OpenJump. Disponível em: <<http://openjump.org/wiki/show/HomePage>>. Acessado em: 09.nov.2008.

Postgis. Disponível em: <<http://postgis.refractions.net/>>. Acessado em: 09.nov.2008.

Resendes, Ana Paula da Costa.; Barcellos, Christovam.; Skaba, Daniel Albert.; Oliveira, Evangelina Xavier Gouveia de.; Gondim, Grácia Maria de Miranda.; Rojas, Luisa Basilia Iñiguez.; Pina, Maria de Fátima de.; Magalhães, Mônica de Avelar F.M.; Santos, Reinaldo Souza dos.; Gracie, Renata.; Santos, Simone M. Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública. Série: Capitação e atualização em geoprocessamento em saúde. Volume 2, 2007.

Uchoa, H.N; Coutinho, R. C.; Ferreira, P. R.; Filho, L.C. T.; Brito, J.L.; Análise do módulo PostGis (OpenGIS) para armazenamento e tratamento de dados geográficos com alta performance e baixo custo. 2005.

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.

Veiga, N.; Souza C.; Gasparetto, D.; Barbosa, F.; Monteiro, J.; Barreiros, M.; Soffiatti, N. F. L. 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. Anais do XXVIII Congresso da SBC, WIM – Workshop de Informática Médica. 2008.

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>. Acessado em: 10.nov.2008.

Yeung, A. K. W.; Hall, G. B.: Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management. Springer, 2007.