



## ANÁLISE ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE ESQUISTOSSOMOSE EM SERGIPE UTILIZANDO O GEOPROCESSAMENTO

**Adelson de Santana Borges**

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

Universidade Federal de Sergipe

**José Antonio Pacheco de Almeida**

[jalmeida@ufs.br](mailto:jalmeida@ufs.br)

Prof. Dr. da Universidade Federal de Sergipe

**Maria Amélia Ribeiro de Jesus**

[jesus-amelia@uol.com.br](mailto:jesus-amelia@uol.com.br)

Pofa. Dra. da Universidade Federal de Sergipe

**Marília Matos Bezerra Lemos Silva**

[mariliawill@hotmail.com](mailto:mariliawill@hotmail.com)

Universidade Federal de Sergipe

### RESUMO

O presente estudo analisa o quadro atual da ocorrência de esquistossomose no estado de Sergipe, mediante a modelagem dos dados epidemiológicos, fisiográficos, sociais, educacionais e de cobertura do saneamento básico nos municípios, visando, segundo o critério de vulnerabilidade da ocorrência da doença, o zoneamento dos principais focos da esquistossomose no Estado. A espacialização dos dados operacionais das atividades de vigilância do Programa de controle da Esquistossomose (PCE), obtido na Secretaria de Estado da Saúde e demais dados dos municípios, permitiu a geração dos mapas contendo as áreas de maiores ocorrência da doença no período de 2001 a 2006, assim como, da vulnerabilidade dos municípios a partir das manipulações e análises das variáveis. Para tanto, foi utilizados os Sistemas de Informações Geográficas "SPRING" e "TerraView", desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Na comparação com os resultados representados no mapa síntese verificou-se uma correlação satisfatória entre as áreas mais vulneráveis e as áreas de maiores ocorrência da doença. Fato este confirmado principalmente alguns municípios litorâneos situados no sul do Estado que apresentam um dos maiores registros de casos de esquistossomose em 2006 (20,93% e 23,03%). Admitindo-se satisfatório o enquadramento alcançado e a metodologia aplicada, conclui-se que 24 municípios de Sergipe encontram-se em nível de vulnerabilidade alto e 18 municípios em nível médio o que coloca em risco uma grande parcela da população do Estado.

**Palavras-chave:** esquistossomose, geoprocessamento, dados epidemiológicos

### INTRODUÇÃO

O *Shistosoma mansoni* é o causador da esquistossomose, uma das parasitoses de maior ocorrência no mundo. Segundo AMARAL e PORTO (1994), estima-se que o total de casos da doença esteja entre dez e doze milhões no Brasil. De acordo com a World Health Organization (WHO, 1985), a esquistossomose ocorre em 76 países, atingindo 200 milhões de pessoas, ocupando o segundo lugar em ocorrência no mundo, sendo superada apenas pela malária. É uma das doenças de maior prevalência entre aquelas veiculadas pela água e, nos países em desenvolvimento, representa um dos principais riscos para as populações rurais." O *Shistosoma Mansoni*, para ser transmitido, necessita, obrigatoriamente, sair do hospedeiro definitivo (homem), passar por ciclo complementar no interior de um hospedeiro intermediário (algumas espécies de caramujos que habitam ambientes aquáticos), para que então se torne novamente infectante para o homem. Quanto se tem como meta o controle

da transmissão da doença, o estudo do “*habit*” natural desses planorbídeos, bem como seu comportamento frente às alterações climáticas, reveste-se de especial importância, visto que ambientes que abrigam populações de caramujos de importância epidemiológica ou suscetíveis ao *S. mansoni* constituem áreas receptivas ao processo de transmissão de esquistossomose (FUNASA, 1998).

O conhecimento sobre a doença e seus mecanismos de transmissão avançou significativamente desde a sua descoberta pelo médico e cientista Pirajá da Silva, possibilitando reconhecer que as variações espaciais e ou temporais observadas no padrão de transmissão da endemia são também condicionadas por modificações ambientais, climáticas, sócio-econômicas, culturais e outras.

Modelagem dos dados epidemiológicos nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG): a metodologia consistiu em utilizar-se na coleta das informações, principalmente junto à vigilância epidemiológica do Estado, tratamento dos dados mediante a utilização dos SIG’s – SPRING e TerraView. A correlação dos dados epidemiológicos de casos de doença levantados no Estado aos dados de cobertura do sistema de abastecimento e de ensino em cada município para em seguida estabelecer critérios, na tentativa de enquadrar os municípios em áreas de baixa, média e alta vulnerabilidade.

### **OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho visa o zoneamento, segundo o critério de vulnerabilidade, para a ocorrência da esquistossomose no estado de Sergipe, mediante a modelagem dos dados epidemiológicos, fisiográficos, sociais, ensino e de cobertura do saneamento básico nos municípios sergipano.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Levantar dados epidemiológicos registrados, demografia e IDH-M dos municípios, do ensino referente a taxa de alfabetização, taxa bruta de frequência escolar da população dos municípios, de acesso aos serviços básicos de saneamento e dos aspectos fisiográficos do Estado (clima e hidrografia);

Criar Banco de Dados contendo os planos de informações: fisiografia, dados sociais da população, ensino, saneamento e dados epidemiológicos;

Correlacionar os aspectos fisiográficos com os dados sociais, de ensino e de cobertura do saneamento básico;

Estabelecer índice de vulnerabilidade para os municípios;

Identificar as zonas de maior incidência da doença e confeccionar mapas temáticos identificando as potencialidades das variáveis que favorecem a vulnerabilidade.

### **APORTE TEÓRICO**

Acredita-se que a introdução da esquistossomose no Brasil se deu através do tráfico de escravos originários da África, que assegurava a mão de obra necessária para as lavouras de cana de açúcar na região nordeste. A partir daí, a doença se expandiu pelos outros estados do nordeste brasileiro, formando extensa área de transmissão entre o Rio Grande do Norte e a Bahia, alcançando parte do estado de Minas Gerais (FUNASA, 1998). De acordo com DIAS (1998) a dispersão da esquistossomose deu-se lenta e progressivamente no país o que fez estabelecer um quadro preocupante que motivou o início dos trabalhos de controle da doença com o reconhecimento das contribuições dos sanitaristas do Ministério da Educação e Saúde.

Desde a descoberta de Pirajá da Silva, os marcos históricos mais importantes na luta contra a esquistossomose no Brasil foram a realização do primeiro inquérito coprocópico de âmbito nacional, no período de 1947 a 1952, conduzidos pelos sanitaristas Pelon e Teixeira, na Divisão de Organização Sanitária (DOS) do Ministério da Educação e Saúde, que permitiu o mapeamento da doença no país e a

criação, em 1975, na Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM), do Programa Especial de Controle da Esquistossomose (PECE), quando o controle desta endemia foi tratado com prioridade correspondente a sua importância (FUNASA, 1998)

O Ministério da Saúde/Fundação Nacional de Saúde (MS/FUNASA) em 1998 produziu um manual contendo as diretrizes técnicas necessárias ao planejamento, operacionalização, controle e avaliação das ações do programa de controle da esquistossomose, de forma a oferecer um balizamento mínimo que garantisse a homogeneidade das ações de controle, suficiente para o acompanhamento, a análise e avaliação dos resultados em bases seguras e que até hoje constitui a referência de trabalho no estado de Sergipe. Segundo este documento, para a implementação de um programa, faz-se necessário um conjunto de providências anteriores à deflagração das operações de controle propriamente ditas: reconhecimento geográfico e inquérito coproscópico mediante a realização de exames laboratoriais amostrais, ressaltando, que variações espaciais e ou temporais observadas no padrão de transmissão da endemia são também condicionadas por modificações ambientais, climáticas, sócio-econômicas, culturais e outras. Araújo et al (2007) acrescenta que o padrão de distribuição espacial desses focos indica que a dinâmica de transmissão não pode ser analisada apenas a partir da distribuição dos vetores ressaltando a importância da produção social do espaço onde a transmissão se materializa.

A delimitação epidemiológica das áreas endêmicas foi realizada a partir do ano de 1975 pelo Programa Especial de Controle da Esquistossomose e vem sendo mantido mediante a alimentação dos sistemas por parte dos municípios, e que constitui a base de dados das áreas endêmicas e focais que determinam o direcionamento das ações da vigilância epidemiológica. Segundo Palácios et al (2004) o setor possui alguns sistemas de informações em operações: Sistemas de informações hospitalares e ambulatoriais, SIH-SUS e SAI-SUS, disponibilizados pelo DATASUS; Sistema Nacional de Agravos e Notificação (SINAN), disponibilizado pelo antigo Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), atual Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS).

Chama atenção Barbosa (1996) que “As situações de transmissão da endemia são tão variadas como são a ecologia e os grupos sociais nos quais ela ocorre” colocando que as medidas de controle deveriam contemplar essa diversidade, se almejam lograr efetividade nas suas ações. Segundo a FUNASA (1998), as ações da vigilância sanitária têm conseguido reduções significativas na prevalência da doença, contudo, esbarra-se no patamar endêmico, admitindo que só através da implementação de programas educativos possa transpor esse quadro.

Os setores implicados nas questões que dizem respeito à saúde ambiental, a Saúde, nos três níveis de governo, vêm-se estruturando para a implantação de ações de vigilância e a construção de um sistema de informações em saúde ambiental (PALÁCIOS et al, 2004). É necessária também a formação de agentes devidamente capacitados, aumento da cobertura do saneamento básico, bem como, a intensificação das campanhas educativas no sentido de conscientizar a população. Observações realizadas durante o acompanhamento de ações de saneamento em comunidades especialmente carentes da zona rural têm revelado que a eficiência das mesmas é determinada pelo grau de educação da população local, com a diminuição de ocorrência de enfermidades relacionadas às questões sanitárias, que trazem como consequência, menores gastos públicos com internações e tratamento das enfermidades.

As dimensões culturais e sociais peculiares a cada ser humano contribuem de forma inevitável, mediando às atitudes que o indivíduo toma frente ao ambiente (RIBEIRO, 2005) o que segundo o mesmo, produz efeitos sobre o ambiente natural, determinando uma inter-relação, isto é, uma reciprocidade dinâmica entre pessoa e ambiente.

Segundo a Vigilância Epidemiológica do Estado a área endêmica corresponde a 51 municípios do Estado de Sergipe, expondo uma população de 1.576.029 hab em 5.357

localidades. As series históricas de prevalência da *S. mansoni* em inquéritos coproscópicos desde 1977 a 2005, no Brasil e em Sergipe revelam uma diminuição atingindo os percentuais entorno de 6% e 10% respectivamente com uma tendência de estabilização nos últimos 5 anos, níveis que não são visivelmente sentidas pela comunidade. No exercício de 2006, o número de registros no PCE proveniente das atividades de coproscopia e tratamento por município, apontou que para os 37 municípios trabalhados, num total de 84.524 exames realizados, 5 municípios apresentam prevalência inferior a 5%, 30 municípios apresentam prevalência entre 5% e 25%, 2 municípios entre 25% e 50% e nenhum acima de 50% de prevalência da *S. mansoni*. Apesar de que mais de 50% dos municípios da área endêmica desenvolverem atividades satisfatórias para o controle, o programa deve avançar no sentido de cobrar mais comprometimento dos demais gestores, promovendo maior integração com outras instituições e do Programa Saúde da Família (PSF) e do programa Agente Comunitário de Saúde (ACS). Rever os mecanismos de repasses de recursos financeiros destinados ao controles das endemias (dengue, Esquistossomose, Chagas, etc.) para os municípios evitaria o direcionamento para ações que necessariamente não sejam prioritárias para os mesmos.

### **GEOPROCESSAMENTO: ANÁLISE ESPACIAL E SAÚDE**

Conforme coloca SKABA et al (2004), o georreferenciamento dos eventos de saúde é importante na análise e avaliação de riscos à saúde coletiva, particularmente as relacionadas com o meio ambiente e com o perfil socioeconômico da população e a possibilidade de lançar de forma precisa em uma base cartográfica os dados têm se difundido na atualidade. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento permitem realizar análises complexas, ao integrar dados do mundo real, obtidos de diversas fontes em diferentes formatos, criando bancos de dados georreferenciados (bancos de dados geográficos). Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (MEDEIROS, 1999). Essa poderosa ferramenta tem possibilitando o cruzamento de informações das diversas áreas do conhecimento assim como análises multitemporais. No campo da saúde é possível acessar grande volume de dados disponibilizados pelo Sistema Único de Saúde através do DATASUS e Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), assim como os dados socioeconômicos (coletados nos censos e pesquisas) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cabe aqui ressaltar que os resultados alcançados em tais estudos dependem da qualidade do dado obtido, bem como do seu correto georreferenciamento e da escala a ser trabalhada, sob risco de incorrer em falsos resultados e conclusões.

Chama atenção BARCELLOS e BASTOS (1996), a escala deve ser compatível com o fenômeno que se pretende focar, buscando-se uma homogeneidade interna e heterogeneidade externa das unidades de análise escolhidas, ressaltando que numa escala de 1:1.000.000, as diferenciações internas das cidades desaparecem, possibilitando estabelecer apenas relações entre as mesmas, enquanto uma escala local (1:10.000) é possível revelar variáveis ligadas ao ambiente e habitação, a exemplo Dr. Snow, que ilustra bem o poder explicativo da análise espacial realizado em 1854 na cidade de Londres, onde a população estava sofrendo uma grave epidemia de cólera, doença sobre a qual na época não se conhecia a forma de contaminação. O Dr. John Snow colocou no mapa da cidade a localização dos doentes de cólera e os poços de água (fonte principal de água dos habitantes da cidade). Com a espacialização dos dados, percebeu que a maioria dos casos estava concentrada em torno do poço da "Broad Street" e ordenou o seu fechamento, o que contribuiu em muito para debelar a epidemia.

A associação dos atributos sociais, educacionais e culturais a uma base cartográfica poderá ser realizada mediante a determinação de suas coordenadas geográficas, conferindo análises mais precisas sobre a ocorrência do evento, ou pelos centróides dos polígonos construídos durante a vetorização das áreas de interesse no estudo.

Sob a ótica da análise exploratória o fenômeno (número de casos de esquistossomose) a ser estudado é discreto, visto que o espaço conterá entidades do mundo real (a exemplo: cobertura do saneamento básico, municípios). Por si tratar de eventos localizados a análise terá padrões pontuais. Dados de ocorrência do fenômeno (número de casos da doença) serão associados ao identificador de cada município.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa adotou os modelos conceituais bibliográficos e documentais, desenvolvida a partir da consulta em livros e publicações periódicas, bem como da utilização dos bancos de dados do IBGE, DATASUS e SRH o que permitiu o uso de dados contendo informações socioeconômicas, fisiográficas e de cobertura dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água e esgoto). Para o tratamento dos dados utilizou-se às ferramentas SPRING e TerraView “softwares” desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), possibilitando a criação de planos de informações, bem como, a geração de mapas temáticos a partir da combinação dos mesmos.

Com os dados operacionais das atividades de vigilância e controle da esquistossomose, “Resumo das Atividades de Coproscopia e Tratamento por Município – 2001 a 2006”, do Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), obtido na Coordenação Regional do PCE de Sergipe, vinculados à SVS/MS foi possível gerar um mapa a partir do estimador de intensidade “Kernel Estimation” para a variável, número de casos de esquistossomose registrados. Tal procedimento teve como meta identificar as zonas de maiores incidências de casos, em seguida foram realizadas análises espaciais da potencialidade das variáveis e geração de mapas temáticos. Para evitar distorções utilizou-se da densidade Drenagem (perímetros dos rios/ área do município) possibilitando a uniformização dos dados. Para tanto, realizou-se o corte dos planos de informações (hidrografia e município), tendo como resultado a totalização da densidade de drenagem dos 75 municípios. O cálculo da taxa foi efetuado no sistema de gerenciamento de banco de dados relacional “Access”, mediante edição de algoritmo no padrão SQL (Structured Query Language) para efetuar a operação aritmética de divisão das variáveis (perímetro total e área do município).

A Construção do banco de dados contendo a base estadual com as divisões político-administrativas dos municípios foi obtida na base de dados da SRH na escala de 1:100.000 que importados para o SPRING e TerraView passaram a constituir os planos de informação: aspectos fisiográficos (clima e hidrografia); dados Município: ocorrência da esquistossomose e dados socioeconômicos; Saneamento (sistema de abastecimento de água no Estado).

Para o estabelecimento das áreas de vulnerabilidade, as variáveis foram associadas a constantes que refletem a importância da variável na ocorrência da doença.

**ÍNDICE DE VULNERABILIDADE (IV):**  $[1.00 \times \text{Clima} + 1.00 \times \text{Hidrografia (Potencialidade dos Aspectos Fisiográficos)} + 1.50 \times \text{IDH-M} + 1.50 \times \text{Taxa de Alfabetização} + 1.50 \times \text{Taxa bruta de Frequência Escolar (Potencialidade dos Dados Sócio-Econômicos)} + 2.50 \times \text{Cobertura do SAA} + 2.50 \times \text{Cobertura do SES (Potencialidade do Saneamento)}] / 11.50$ .

É importante salientar que o índice de vulnerabilidade proposto parte da premissa da existência do hospedeiro intermediário (caramujo) e definitivo (homem infectado).

O cálculo do índice de vulnerabilidade de cada município foi realizado no sistema de gerenciamento de banco de dados relacional “Access”, mediante edição de algoritmo no padrão SQL das operações aritméticas de soma e divisão entre as potencialidades das variáveis.

No estudo optou-se em analisar separadamente as características do clima e hidrografia, os dados socioeconômicos e de saneamento ambiental, seguindo a metodologia de ALMEIDA (2001), admitindo-se pesos: 1 (baixa), 2 (média) e 3 (alta) potencialidade para a ocorrência da doença que combinados formam o índice de vulnerabilidade municipal (Quadro 1; Quadro 3 e Quadro 5).

As interações dos geo-campos temáticos com valores de potencialidade das variáveis foram realizadas no sistema de gerenciamento de banco de dados relacional "Access", mediante edição de algoritmo no padrão SQL e consistiram na associação dos valores 1 (baixa), 2 (média) e 3 (alta) para a potencialidade (Quadro 2; Quadro 4 e Quadro 6).

Quadro 1  
Características Fisiográficas

| CLIMA         | DENSIDADE HIDROGRÁFICA (M/km <sup>2</sup> )          | VALOR atribuído as variáveis |
|---------------|--|------------------------------|
| Semi-Árido    | Baixa Densidade (<=950 M / km <sup>2</sup> )         | 1                            |
| Agreste       | Média Densidade (>950 E <=1600 M / km <sup>2</sup> ) | 2                            |
| Litoral Úmido | Alta Densidade (> 1600 M / km <sup>2</sup> )         | 3                            |

Quadro 2  
Potencialidade dos Aspectos Fisiográficas

| VALORAÇÃO DO ASPECTO | POTENCIALIDADE DO ASPECTO | COR |
|----------------------|---------------------------|-----|
| 1.00                 | Baixa Potencialidade      |     |
| 2.00                 | Média Potencialidade      |     |
| 3.00                 | Alta Potencialidade       |     |

Quadro 3  
Indicadores Socioeconômicos

| IDH- M      | Taxa Bruta de Freqüência Escolar | Taxa de Alfabetização | VALOR atribuído as variáveis |
|-------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 0,81 – 1,00 | >= 65%                           | >= 65%                | 1                            |
| 0,50 – 0,80 | >=35% E <65%                     | >=35% E <65%          | 2                            |
| 0,10 – 0,49 | < 35%                            | < 35%                 | 3                            |

Quadro 4  
Potencialidade dos indicadores Sócioeconômicos

| VALORAÇÃO DO INDICADOR | POTENCIALIDADE DO INDICADOR | COR |
|------------------------|-----------------------------|-----|
| 1.00                   | Baixa Potencialidade        |     |
| 2.00                   | Média Potencialidade        |     |
| 3.00                   | Alta Potencialidade         |     |

Quadro 5  
Cobertura do Saneamento Ambiental

| TAXA DO SAA  | TAXA DO SES  | VALOR atribuído as variáveis |
|--------------|--------------|------------------------------|
| >= 65%       | >= 65%       | 1                            |
| >=35% E <65% | >=35% E <65% | 2                            |
| < 35%        | < 35%        | 3                            |

Quadro 6  
Potencialidade do Saneamento Ambiental

| VALORAÇÃO DO DADO | POTENCIALIDADE DO DADO | COR |
|-------------------|------------------------|-----|
| 1.00              | Baixa Potencialidade   |     |
| 2.00              | Média Potencialidade   |     |
| 3.00              | Alta Potencialidade    |     |

O fatiamento dos valores e geração do mapa síntese de vulnerabilidade segundo a classificação representada no quadro 07. O estabelecimento de uma escala relativa de valores para a vulnerabilidade para a ocorrência da esquistossomose procurou seguir as considerações de BECKER e ELGER (1996) para a determinação das áreas produtivas (de consolidação e expansão) e áreas críticas (de preservação e recuperação).

Quadro 7  
Índice de Vulnerabilidade (IV)

| VALORAÇÃO DO ÍNDICE | POTENCIALIDADE DO ÍNDICE | COR |
|---------------------|--------------------------|-----|
| 1,391 – 1,956       | Baixa Vulnerabilidade    |     |
| 1,957 – 2,087       | Média Vulnerabilidade    |     |
| 2,088 – 2,521       | Alta Vulnerabilidade     |     |

Para geração de mapas temáticos das potencialidades das variáveis, optou-se pela ferramenta de análise espacial por valor único da variável do SPRING, de forma a apresentar uma topologia gradual de intensidade da cor vermelha.

No TerraView foram realizadas interações das variáveis a partir da árvore geradora mínima, procedimento para particionar um mapa e obter conglomerados espaciais em regiões disjuntas tais que os grupos obtidos sejam internamente homogêneos com relação a atributos de interesse e, ao mesmo tempo, sejam heterogêneos entre si.

Na análise de conglomerados espaciais a medida de distância geográfica é a de uma variável indicadora das áreas que partilham fronteira comum. A partir desta medida de distância, uma relação de vizinhança. É importante que as variáveis estejam padronizadas antes de calcular essa distância, caso contrário, as variáveis com maior variância vão tender a dominar o valor da dissimilaridade. Nessa etapa o propósito é estabelecer os municípios que apresentem maiores similaridades.

## RESULTADOS

A análise de cada variável, separadamente, permite verificar que a concentração de valores, faz com que suas potencialidades enquadrassem em setores, conforme evidenciado nos mapas temáticos das variáveis IDH-M (Figura 1), taxa de alfabetização (Figura 2), taxa bruta de frequência escolar (Figura 3), cobertura do SAA (Figuras 4) e cobertura do SES (Figura 5).

Registros da doença no período de 2001 a 2006 possibilitaram a geração, mediante o estimador Kernel, do mapa de ocorrência real dos casos de esquistossomose (Figuras 9). Pela análise do mesmo, observa-se que a incidência maior dos casos encontra-se na faixa do clima litoral úmido e agreste. A área 1 englobando os municípios principalmente os municípios litorâneos de parte sul do Estado, e a área 2, mais extensa, que engloba municípios situados na região litorânea e agreste do Estado. Entretanto, a inexistência de registros de casos em uma faixa extensa, na qual predomina o clima semi-árido não descarta a possibilidade da existência de focos da doença não identificados nesses municípios.

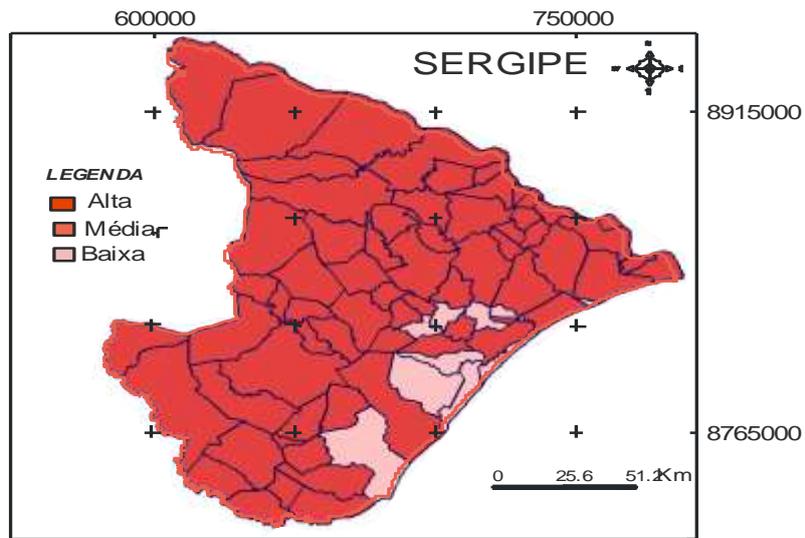


Figura 1 – Potencialidade do Indicador Socioeconômico – IDH-M

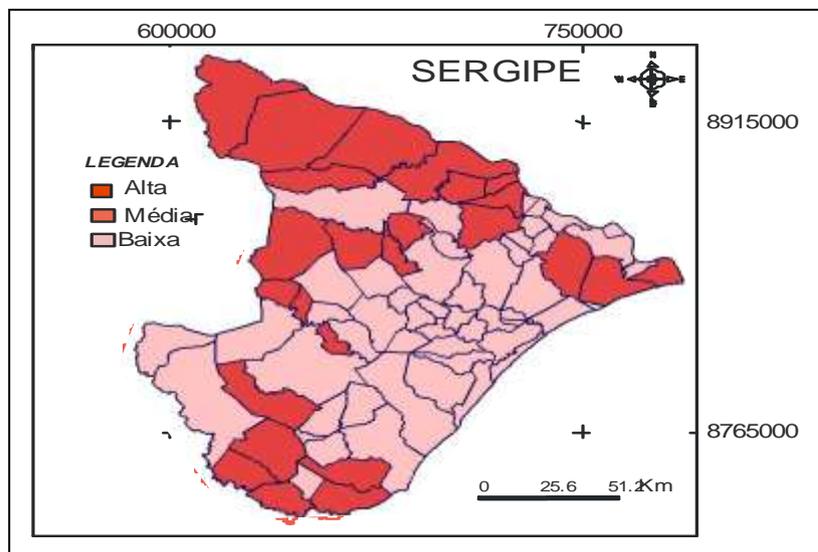


Figura 2 – Potencialidade do Indicador Socioeconômico - Taxa de Alfabetização



Figura 3 – Potencialidade do Indicador Socioeconômico – Taxa Bruta de Freq. Escolar

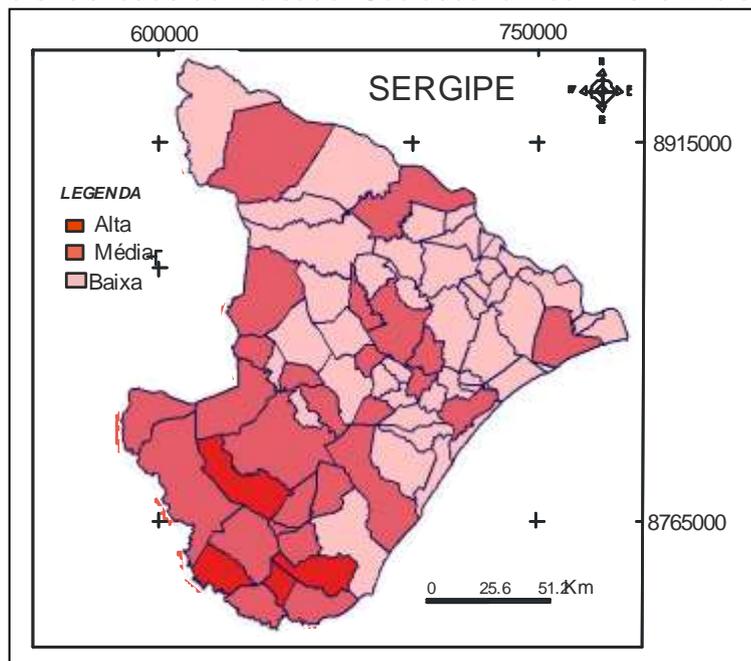


Figura 4 – Potencialidade do Saneamento Ambiental – Cobertura SEA

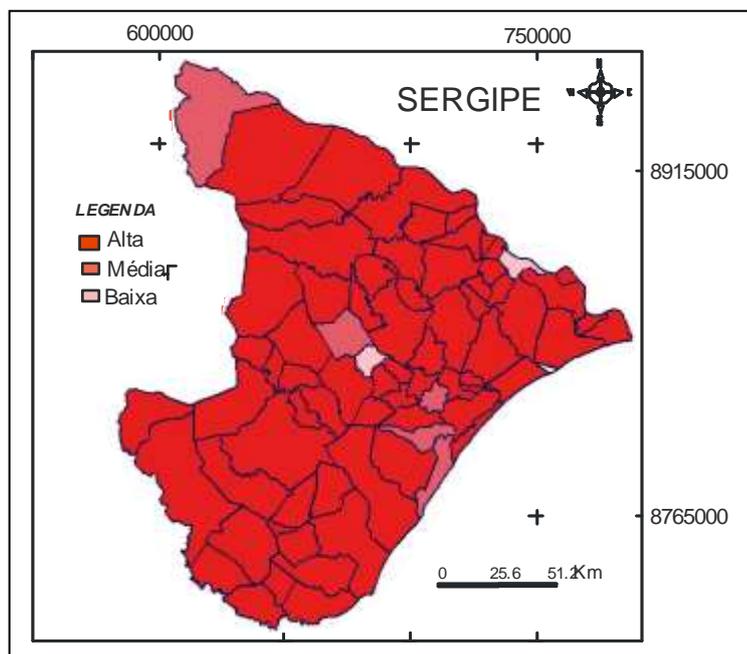


Figura 5– Potencialidade do Saneamento Ambiental - Cobertura SAA

As variáveis dos dados fisiográficos dos municípios: clima e densidade hidrográfica apresentam maior distribuição de valores, e estão representados nos mapas temáticos (Figuras 6 e 7). Na distribuição espacial dos municípios que apresentam média e alta densidade hidrográfica é visível a formação de uma grande faixa que se estende do norte e concentra-se na parte sul do estado, atravessando as três faixas climáticas: Tropical quente e úmido na faixa litorânea; Tropical quente e semi-úmido, entre o litoral e o sertão e Tropical quente e semi-árido, correspondendo o sertão sergipano.

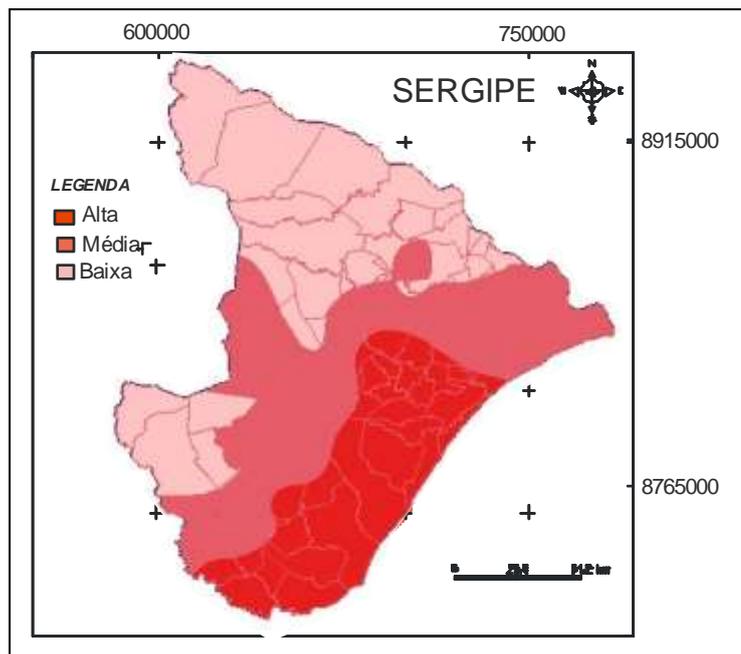


Figura 6 – Potencialidade do Aspecto Fisiográfico - Clima

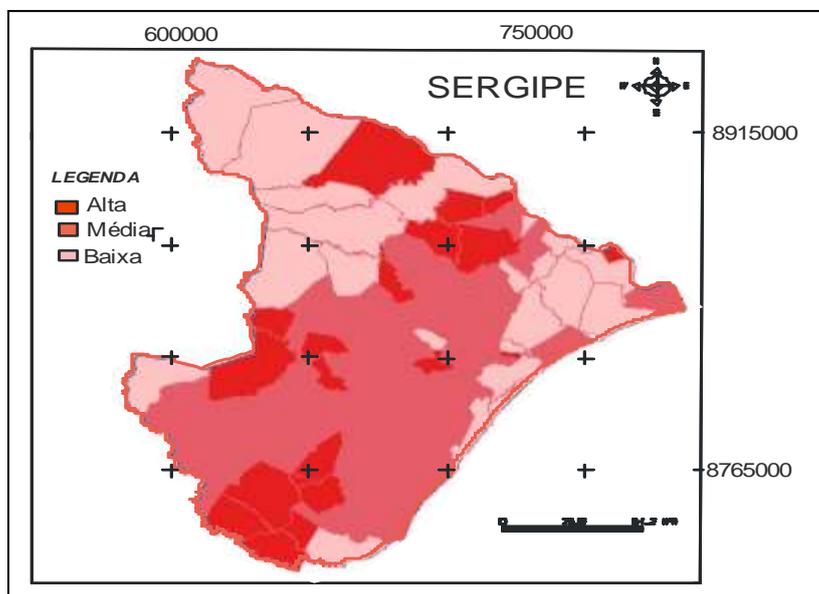


Figura 7 – Potencialidade do Aspecto Fisiográfico – Densidade Hidrográfica

A padronização das variáveis selecionadas, mediante a homogeneização das variáveis, tornando-as dados adimensionais e evitando distorções ao utilizar o método: Árvore Geradora Mínima (AGM). Ao analisar os cinco grupos formados a partir da AGM é possível visualizar dois grandes grupos de municípios (Figura 8). O maior chama atenção por registram as duas áreas de maiores ocorrência da doença, assim como pela maior

concentração de áreas com elevada vulnerabilidade (vinte e um municípios dos trinta que compõem o grupo).

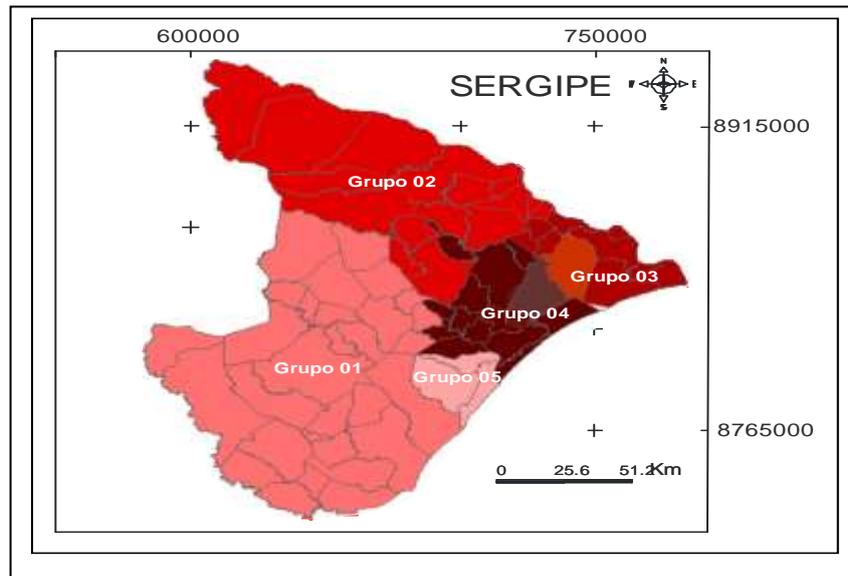


Figura 8 – Similaridade entre as varáveis obtida por AGM

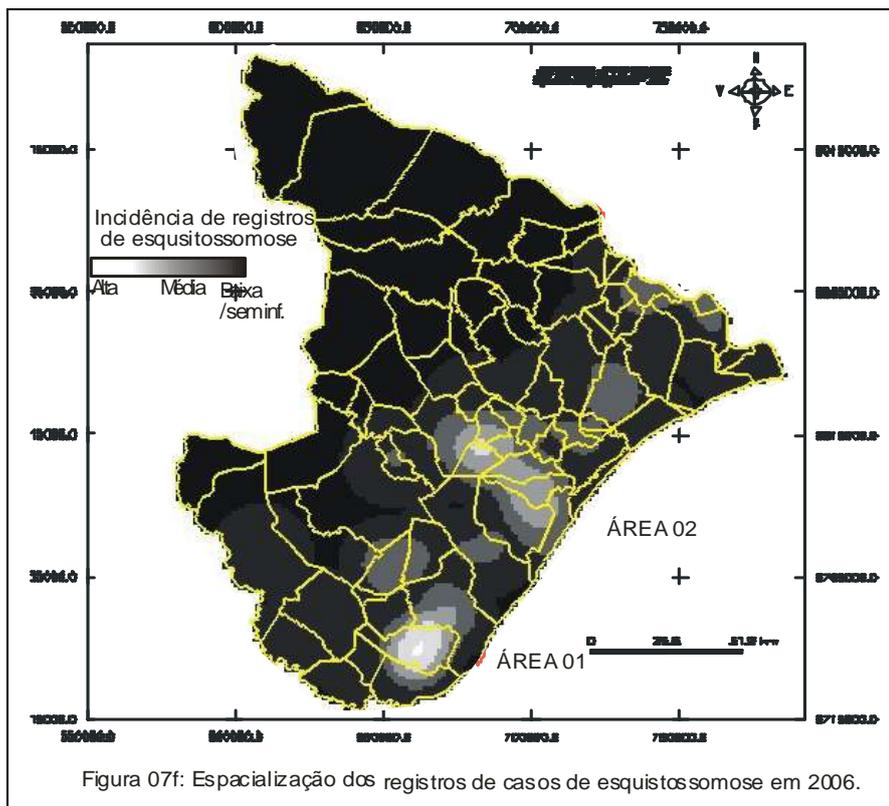


Figura 07f: Espacialização dos registros de casos de esquistossomose em 2006.

Na comparação com os resultados representados no mapa síntese de vulnerabilidade (Figura 10) pôde-se verificar uma forte correlação com as variáveis selecionadas (IDH-M, taxa de alfabetização, taxa bruta de frequência escolar, cobertura do saneamento, clima e densidade hidrográfica) e a ocorrência da doença. A elevada vulnerabilidade dos municípios de Santa Luzia do Itanhy e Indiaroba possui um dos maiores registros de casos de esquistossomose do Estado (20,93% e 23,03%). Contudo, o município de Estância

enquadra-se como área de baixa vulnerabilidade e apresenta registros de casos da doença (10,47%) o que nos leva a levantar a possibilidade da existência de focos da doença. É possível verificar uma maior heterogeneidade da vulnerabilidade no enquadramento dos municípios de Itaporanga D’Ajuda e Areia Branca apresentam maior vulnerabilidade; Laranjeiras, Divina Pastora, Riachuelo e Malhador, média vulnerabilidade e Itabaiana, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro baixa vulnerabilidade que comparadas com as zonas de intensidades “Kernel Estimation” representadas no mapa real de ocorrência de esquistossomose apresentam-se coerentes, pico de registros em Areia Branca, decrescendo, mas ainda significativos, para os municípios de Itabaiana, Laranjeiras, Riachuelo, Malhador, Divina Pastora, São Cristóvão, Itaporanga D’Ajuda e Nossa Senhora do Socorro e inserção em quatro grupos de municípios com territórios homogêneos. O enquadramento dos municípios de São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro em áreas de baixa vulnerabilidade e que apresentam registros significativos da manifestação da doença, possivelmente esteja associado à elevada taxa de urbanização (97%), com população superior a 65 mil habitantes, que influenciam na melhora dos índices socioeconômicos e possibilitam o maior acesso aos serviços de saneamento básico, exceto nas periferias e ocupações irregulares (favelas) onde ocorrem à proliferação das mais diversas doenças da zona metropolitana do Estado.

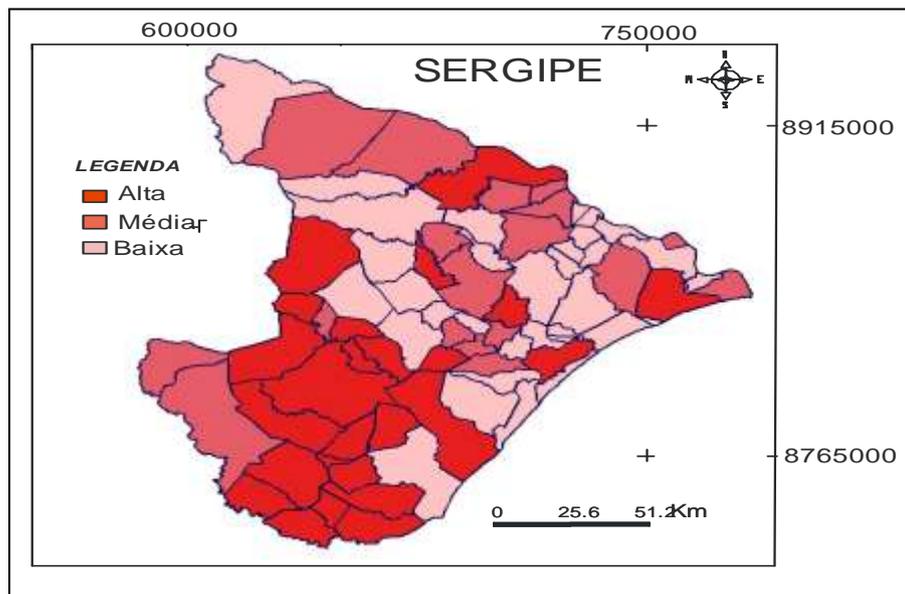


Figura 10 – Índice de Vulnerabilidade Municipal

## CONCLUSÃO

As áreas mais esquistossomáticas reveladas com a utilização do estimador Kernel definidas pelo centróide de cada município, não deve ser interpretada como variação no padrão de infecção. Entretanto, sua utilidade no presente estudo, foi demonstrar a disposição dos municípios que ao longo do período obtiveram os maiores registros, se estabelecem alguma relação de vizinhança e testar a coerência do zoneamento proposto. Quando comparadas com os agrupamentos produzidos a partir da Árvore Geradora Mínima (AGM) verifica-se que as duas áreas mais intensas do mapa “Kernel” estão contidas no grupo 1, formado por municípios com forte similaridade entre as variáveis, contudo observam-se níveis de registros de casos bastante distintos. Em comparação com o mapa de vulnerabilidade produzido a partir das correlações estabelecidas entre as variáveis que tiveram pesos atribuídos, pôde-se verificar que o zoneamento sugerido para estado de Sergipe apresentou-se de forma satisfatória.

Fica evidente que 24 dos municípios de Sergipe se encontram em nível de vulnerabilidade alto e 18 municípios em nível médio, o que coloca em risco um elevado contingente de habitantes. Sendo esses índices, no presente estudo, atribuídos às questões relacionadas principalmente a baixa cobertura do sistema de esgotamento sanitário. Contudo, as taxas brutas de frequência escolar nos municípios propiciam um ambiente favorável à realização de ações educativas que contribuam para o aumento da conscientização da população sobre riscos da doença e da necessidade de modificar hábitos e costumes. Cabe, portanto às esferas do poder público a implementação de ações que possam reverter tal situação.

## REFERÊNCIA

ALMEIDA, Nadjacleia Vilar. **Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico para a área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Tambaba – Paraíba**. João Pessoa: PRODEMA/UFPB, 2001.

AMARAL, R. S; PORTO, M. A. S. **Evolução e situação atual do controle da esquistossomose no Brasil**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, RJ, 27 (sup. 3): 73-90, 1994. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/scielo.php>>. Acesso em: 09 Maio 2007.

ARAÚJO, Karina Conceição Gomes Machado; RESENDES, Ana Paula da Costa; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; SILVEIRA JÚNIOR, José Constantino; BARBOSA, Constança Simões. **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, Rio de Janeiro, 23(2):409-417, Fev, 2007. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/scielo.php>>. Acesso em: 09 Maio 2007.

BARBOSA, Constança Simões, SILVA, Carlos Bernardo da e BARBOSA, Frederico Simões. **Esquistossomose: reprodução e expansão da endemia no Estado de Pernambuco no Brasil**. Rev. Saúde Pública. [online]. 1996, vol. 30, no. 6 [citado 2007-02-01], pp. 609-616. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo.php>> Acesso em 04/03/2007.

BARCELLOS, Christovam e BASTOS, Francisco Inácio. **Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?** Cad. Saúde Pública. [online]. 1996, vol. 12, no. 3 [citado 2007-02-01], pp.389-397. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em 04/03/2007.

BRASIL, **Controle da esquistossomose: diretrizes técnicas**/elaborado por Afonso Diniz Costa Passos ... [et al]. 2 ED. – Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional da Saúde, 1998.

BRASIL. **Manual SPRING 4.2**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, SJ Campos/SP, 2005.

BRASIL. **Manual TerraView 3.0 PLUS**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, SJ Campos/SP, 2005.

BRASIL – **Atlas de Desenvolvimento Humano**. Instituto Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2003.

DIAS, João Carlos Pinto. **Problemas e possibilidades de participação comunitária no controle das grandes endemias no Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 14 (Sup. 2): 19-37, 1998. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/scielo.php>>. Acesso em: 09 Maio 2007.

MEDEIROS, José Simeão de. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: Tecnologias de apoio à gestão do território**. Tese apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo: USP, 1999.

RIBEIRO, Maria Júlia Ferreira Xavier; CARVALHO, Ana Beatriz Garcia Costa; OLIVEIRA, Ana Carla Barreto de. **O estudo do comportamento pró-ambiental em uma perspectiva behaviorista** - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais Universidade de Taubaté, SP, 2005.

Superintendência de Recursos Hídricos – **Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste**, Aracaju: SRH, 2002.

PALÁCIOS, Mariza; CÂMARA, Volney de Magalhães; JESUS, Iracina Maura de. **Considerações sobre a epidemiologia no campo de práticas de saúde ambiental – Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Vol. 13 – Nº 02 – abril/ junho de 2004.

SKABA, Daniel Albert, CARVALHO, Marília Sá, BARCELLOS, Christovam *et al.* **Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. Cad. Saúde Pública**. [online]. 2004, vol. 20, nº 6 [citado 2007-02-01], pp.1753-1756. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em 04/03/2007.

WHO (World Health Organization), 1985. **Schistomias Control**. Geneve: WHO (Technical Series, 728).