



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
MESTRADO EM MODELAGEM EM CIÊNCIA DA TERRA E DO AMBIENTE

**JEFFERSON DE CAMPOS COSTA**

**ECOEPIDEMIOLOGIA DA ESQUISTOSSOMOSE MANSÔNICA  
USANDO GEOTECNOLOGIAS NO MUNICÍPIO DE SANTO AMARO, BAHIA,  
NO PERÍODO 2006 - 2008.**

FEIRA DE SANTANA  
MARÇO – 2011



**JEFFERSON DE CAMPOS COSTA**



**ECOEPIDEMIOLOGIA DA ESQUISTOSSOMOSE MANSÔNICA USANDO  
GEOTECNOLOGIAS NO MUNICÍPIO DE SANTO AMARO, BAHIA, NO  
PERÍODO 2006 - 2008.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciência da Terra e do Ambiente como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Ardemírio de Barros Silva

FEIRA DE SANTANA - BAHIA  
MARÇO - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
MESTRADO EM MODELAGEM EM CIÊNCIA DA TERRA E DO AMBIENTE



ECOEPIDEMIOLOGIA DA ESQUISTOSSOMOSE MANSONI, USANDO  
GEOTECNOLOGIAS NO MUNICÍPIO DE SANTO AMARO, BAHIA,  
NO PERÍODO DE 2006 - 2008.

JEFFERSON DE CAMPOS COSTA

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Ardemirio de Barros Silva

---

Profa. Dra. Joselisa Maria Chaves

---

Profa. Dra. Maria Emília Bavia

FEIRA DE SANTANA - BAHIA  
MARÇO – 2011

## DEDICATÓRIA

A minha família e aqueles que dela se foram,  
mas que ainda estão presentes de alguma forma.

## Agradecimentos

- A Deus e a minha família pelo apoio e compreensão de minha ausência,
- Ao professor Barros, por estar sempre disposto a me ajudar no trabalho,
- A professora Maria Emília pela amizade e confiança em mim depositada,
- A família Lamdosig (Débora Daniella, Marta Nascimento, Valdirene Brito, Moara Martins e Vladimir Lenim e Luciana Cardim) pela amizade e carinho,
- Aos agentes de Saúde do município de Santo Amaro através do Programa de Controle de Endemias,
- Ao Dr. Aécio Meireles de Souza Dantas Filho, coordenador Estadual do Programa da Esquistossomose, da Secretaria de Saúde do Estado da Bahia, pelo incentivo a pesquisa, autorizando o acesso aos dados.
- A todos os colegas, professores e funcionários do mestrado por fazerem parte de minha história como aluno,

Agindo nos diversos ecossistemas o homem pode aprender, participar, ensinar e ajudar nosso Universo de forma positiva e ativa, sabendo consertar o que nos foi dado por DEUS, aplicando o princípio que o mais importante é o “NÓS” , e que a terra não é uma Herança de nossos pais e , e sim, um empréstimo de nossos filhos!

“A vida é construída nos sonhos e concretizada no amor”

Francisco Cândido Xavier

## RESUMO

A esquistossomose mansônica apresenta-se como um sério problema de Saúde Pública com aproximadamente seis milhões de indivíduos infectados no Brasil.

O estudo ecoepidemiológico da esquistossomose mansônica, no município de Santo Amaro, se justifica pelo registro da presença e manutenção da doença no ambiente, com taxas crescentes e preocupantes de endemicidade, que passa a ser de suma relevância no entendimento do aumento da prevalência da doença e sua dispersão espacial dentro do município no período de 2006 à 2008.

Os mapas temáticos da divisão administrativa por setores censitários do município de Santo Amaro, mapas de solo, MDT, hidrografia e informações epidemiológicas georreferenciadas dos indivíduos caso e da presença de moluscos na área, servirão de base para a construção do mapa ecoepidemiológico da esquistossomose mansônica no município de estudo, com delimitação das áreas favoráveis de contaminação.

A metodologia clássica do Programa de Controle da Esquistossomose que se baseia na busca ativa dos portadores de *Schistosoma mansoni* por meio de inquéritos coproscópicos censitários periódicos e tratamento dos portadores com droga específica, não tem conseguido reduzir a magnitude da doença. A dispersão da endemia vem colocando em pauta de discussão a metodologia empregada e exigido a adoção de novas estratégias de ação.

Seguindo a orientação da Organização Mundial de Saúde, que postula o enfoque de risco para o estudo de doenças endêmicas em países sub-desenvolvidos e em desenvolvimento econômico, esse trabalho teve como objetivo delimitar as áreas geográficas de risco para a esquistossomose mansônica no município de Santo Amaro, Bahia através das geotecnologias, bem como estabelecer o perfil ecoepidemiológico, contribuindo para um processo de remodelação e adequação das estratégias dos programas de controle dessa endemia no Município de Santo Amaro.

O trabalho consta de uma abordagem interdisciplinar integrando a biogeografia digital, ecologia epidemiológica, hidrografia, limnologia, parasitologia, malacologia e geoprocessamento que em conjunto fundamentarão hipóteses e resultados esclarecedores para a pesquisa.

**Palavras-Chave:** Esquistossomose Mansônica, epidemiologia espacial, Sistemas de Informações Geográficos.

## ABSTRACT

*Schistosomiasis mansoni* is a serious public health problem with approximately six million infected individuals in Brazil.

The ecoepidemiological study of schistosomiasis is justified by the confirmed presence and persistence of this disease in the environment, with increasing rates of endemicity, which is now of paramount importance in understanding its increased prevalence and spatial dispersion within the city over the period of 2006 to 2008.

The thematic maps of the administrative division by census tracts in the city of Santo Amaro, soil maps, MDT, hydrography, georeferenced epidemiological information of individuals, and the presence of shellfish in the area, will serve as a basis for the construction of an ecoepidemiological map of *Schistosomiasis mansoni* in the studied municipality, with delineation of favorable areas for disease spread.

The classical methodology of the Schistosomiasis Control Program, based on the active search of patients with *Schistosoma mansoni* through periodic coproscopic surveys and treatment of positive patients with specific drugs, has not been able to reduce the magnitude of this disease. The spread of this disease has brought up questioning of the current methodology and a search for new strategies.

Following the guidance of the World Health Organization, which delineates the approach to risk studies of endemic diseases in underdeveloped and developing countries, this study aims to define the geographical areas favourable for schistosomiasis in Santo Amaro, Bahia through the use of geotechnologies; and to establish an ecoepidemiological profile, contributing to a process of reshaping and adapting strategies of programs designed to control this disease in the municipality of Santo Amaro.

The work includes an interdisciplinary approach integrating digital biogeography, ecology, epidemiology, hydrology, limnology, parasitology, malacology, and geoprocessing, which together will generate research hypothesis and serve to answer them.

**Keywords:** Schistosomiasis, spatial epidemiology, Geographic Information Systems.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
RESUMO .....	x
ABSTRACT.....	xi
SUMÁRIO .....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
LISTA DE TABELAS .....	xv
1. Introdução .....	15
2. Objetivos .....	18
3. Material e Métodos .....	19
4. Caracterização da Área de Estudo .....	20
5. Referencial Teórico e Base Conceitual .....	22
5.1 Histórico do <i>Schistosoma mansoni</i> .....	22
5.2 Origem da esquistossomose no Brasil.....	23
5.3 Biologia e Ciclo de Vida do <i>Schistosoma mansoni</i> .....	24
5.4 Hospedeiro Intermediário <i>Biomphalaria sp.</i> .....	27
5.4.1 Histórico.....	27
5.4.2 Morfologia.....	28
5.4.3 <i>Biomphalaria glabrata sp.</i> .....	28
5.4.4 <i>Biomphalaria tenagophila sp.</i> .....	28
5.4.5 <i>Biomphalaria straminea sp.</i> .....	28
5.4.6 Distribuição geográfica.....	29
5.5 Manifestações Clínicas .....	32
5.6 Diagnóstico.....	33
5.7 Tratamento.....	34
5.8 Controle da Esquistossomose.....	34
5.9 Ecoepidemiologia da esquistossomose.....	35
5.10 Epidemiologia Espacial e Geografia Médica.....	37
5.11 Água.....	39
5.11.1 Ecossistemas de Água Doce.....	39
5.11.2 Hidrologia.....	40
5.11.3 Limnologia .....	40
5.11.4 Água e Saúde Humana .....	41
5.11.5 Mudanças Globais e seus Impactos sobre Recursos Hídricos .....	44

5.12 Solos.....	44
5.12.1 Pedologia.....	44
5.13 Modelo Digital do Terreno (MDT).....	46
5.14 Geotecnologias .....	47
5.14.1 Sistema de Posicionamento Global (GPS) .....	47
5.14.2 Cartografia Digital e Mapas Temáticos.....	48
5.14.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	49
5.14.4 Álgebra de Mapas e modelagem cartográfica.....	50
5.14.5 Análise Algébrica Cumulativa.....	51
5.14.6 Análise Multicritério.....	53
5.14.7 Operações de Superposição.....	55
5.14.8 Técnicas de Inferência Geográfica.....	55
5.15 Estudo de Doenças através das Técnicas de Geoprocessamento.....	56
6. Análise Espacial .....	57
7. Resultado e Discussão .....	59
8. Conclusão .....	106
9. Referências Bibliográficas .....	108

## Lista de Figuras:

- Figura 1 - Caracterização da área de estudo.
- Figura 2 - Ciclo de vida do *Schistosoma mansoni*.
- Figura 3 - Vermes adultos em acasalamento.
- Figura 4 – Ventosa oral dos vermes adultos.
- Figura 5 – Ocorrência da *Biomphalaria glabrata* no Brasil.
- Figura 6 – Ocorrência da *Biomphalaria straminea* no Brasil.
- Figura 7 – Ocorrência da *Biomphalaria tenagophila* no Brasil.
- Figura 8 – Distribuição da esquistossomose no nordeste do Brasil
- Figura 9 – Distribuição da esquistossomose na Bahia.
- Figura 10 – Distribuição espacial da esquistossomose de 1970 para 2001.
- Figura 11 – Mapa de Snow
- Figura 12 – Distribuição da água no planeta.
- Figura 13 – Foto 1 Acupe, Santo Amaro.
- Figura 14 – Veiculação hídrica de doenças
- Figura 15 – Foto 2, localidade de Pedra Branca em Santo Amaro com situações de contato da população com a água contaminada.
- Figura 16 – Lazer em águas contaminadas
- Figura 17 - Esquema de operações cumulativas com ambigüidade numérica.
- Figura 18 – esquema sem ambigüidade numérica.
- Figura 19 – esquema de operações de superposição.
- Figura 20 – Mapa dos setores censitários do município.
- Figura 21 – Mapa com a distribuição das 18 localidades de infectados nos 16 setores censitários
- Figura 22 – Modelagem espacial dos infectados no ano de 2006 do sexo feminino.
- Figura 23 - Modelagem espacial de 2006 do sexo masculino.
- Figura 24 – Modelagem epidemiológica espacial de 2007 do sexo feminino.
- Figura 25 – Modelagem epidemiológica dos infectados em 2007 masculino.
- Figura 26 – Modelagem epidemiológica dos infectados em 2008 feminino.
- Figura 27 - Modelagem epidemiológica em 2008 masculino.
- Figura 28 – Mapa síntese 2006.
- Figura 29 – Mapa síntese 2007.
- Figura 30 – Mapa síntese do ano de 2008.

- Figura 31 – Infectados por gênero dos anos de 2006, 2007 e 2008.
- Figura 32 – Setores de estudo dividido anualmente
- Figura 33 – Mapa de Infectados totais
- Figura 34 – Divisão em 3 setores dos infectados
- Figura 35 – Mapa da distribuição espacial da *Biomphalaria sp* e os 103 pontos.
- Figura 36 – Mapa dos 93 pontos da *Biomphalaria sp* dentro do município.
- Figura 37 – Mapa temático da hidrografia de Santo Amaro.
- Figura 38 – Mapa de solos do município.
- Figura 39 – Mapa reclassificado do solo.
- Figura 40 – Mapa do MDT do município de Santo Amaro.
- Figura 41 – Mapa das Subacias.
- Figura 42 – Mapa do Acúmulo de água.
- Figura 43 – Mapa do fluxo de água.
- Figura 44 – Mapa do fluxo reclassificado em binário.
- Figura 45 – Fluxograma da Equação algébrica.
- Figura 46 – Mapa de Superposição.
- Figura 47 – Mapa em 3D da superposição.
- Figura 48 – Mapa de áreas favoráveis a doença.

## **Lista de tabelas:**

**Tabela 1** – divisão dos setores censitários por km<sup>2</sup>.

**Tabela 2** – 18 localidades onde foram encontrados os infectados.

**Tabela 3** – infectados Femininos por setor.

**Tabela 4** - infectados masculinos por setor.

**Tabela 5** – total de infectados.

**Tabela 6** – localização da *Biomphalaria sp* no município de Santo Amaro em UTM.

**Tabela 7** – inferência Média Ponderada dos atributos.

**Tabela 8** – quantidades de pixeis por atributos.

**Tabela 9** – area dos atributos em Km<sup>2</sup>.

**Tabela 10**- tabulação cruzada de moluscos com acúmulo de água.

**Tabela 11**- tabulação cruzada de Moluscos com Solos.

**Tabela 12**- tabulação cruzada de moluscos e setores com os infectados.

**Tabela 13**- tabulação cruzada de moluscos com os rios permanentes.

**Tabela 14**- tabulação cruzada de locais com moluscos e rios intermitentes.

**Tabela 15** - tabulação cruzada de moluscos e fluxo de água.

**Tabela 16**- tabulação cruzada de setores infectados com acúmulo de água.

**Tabela 17**- tabulação cruzada de setores infectados com Solos.

**Tabela 18**-tabulação cruzada de setores infectados e rios permanentes.

**Tabela 19** tabulação cruzada de setores infectados e rios intermitentes.

**Tabela 20**- tabulação cruzada de setores infectados e fluxo de água.

**Tabela 21**- tabulação cruzada de solos e Acúmulo de água.

**Tabela 22**- tabulação cruzada de Solos com rio permanente.

**Tabela 23**- tabulação cruzada de Solos e rios intermitentes.

**Tabela 24**- tabulação cruzada de solos e fluxo de água.

**Tabela 25**- tabulação cruzada de rios permanentes e acúmulo de água.

**Tabela 26**- tabulação cruzada de rios intermitentes e fluxo de água.

**Tabela 27**- tabulação cruzada de rios intermitentes e acúmulo de água.

**Tabela 28** - tabulação cruzada de rios intermitentes e fluxo de água.

**Tabela 29**- tabulação cruzada de todos os atributos.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CBS: Custo Benefício Social

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde

GPS: *Global Position System* (Sistema de Posicionamento Global)

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAMDOSIG / UFBA: Laboratório de Monitoramento de Doenças pelo Sistema de Informações Geográficas da Universidade Federal da Bahia

MDT: Modelo Digital Terreno

MNT: Modelo Numérico Terreno

MTP: Manual Teórico Pedologia

NAVSTAR: *Navigation System with Time and Ranging*

OMS: Organização Mundial de Saúde

OPAS: Organização Pan-Americana de Saúde

OPG: Ovos por Grama de Fezes

PECE: Programa Especial de Controle da Esquistossomose

PCE: Programa de Controle da Esquistossomose

SES: Secretaria de Estado da Saúde

SUCAM: Superintendência de Campanhas de Saúde Pública

SESP: Serviço Especial de Saúde Pública

SESAB: Secretaria de Saúde do Estado da Bahia

SISPCE: Sistema de Informação sobre o Programa de Controle da Esquistossomose

SR: Sensoriamento Remoto

SIG: Sistema de Informações Geográficas

SVS / MS: Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde

UTM: Universal Transversa de Mercator

## 1. INTRODUÇÃO

A Esquistossomose Mansônica é tida atualmente pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um sério problema de Saúde Pública, onde, afeta mais de duzentos milhões de pessoas em 74 países.

Essa doença é uma helmintíase causada pela infecção humana de *Schistosoma mansoni* com focos em vários países do mundo. No continente americano, além do Brasil, existem focos na Venezuela, Suriname, Santa Lucia, Martinica, Guadalupe, República Dominicana, Montserrat, Porto Rico, Haiti, Dominica e San Martin (DOUMENGE *et al.*, 1987).

No Brasil, a doença é considerada endêmica, com seis milhões de infectados, distribuídos em dezenove estados da federação. (KATZ & PEIXOTO, 2000; BINA E PRATA, 2003). As estimativas sobre a esquistossomose no Brasil indicam a existência de até 12 milhões de casos (Rey, 2001). Entretanto, Katz e Almeida (2003) acreditam que a inclusão da oxamniquine nos programas de controle da endemia a partir de 1972, para o tratamento dos casos diagnosticados com a administração em dose única, reduziu o número de portadores do verme para 6 milhões de pessoas na atualidade.

A introdução da esquistossomose no Brasil é explicada pela vinda de escravos negros trazidos da África já infectados com *S. mansoni* para trabalhar nas lavouras canavieiras do Nordeste e nos plantios de café no Sudeste do Brasil. Nestas regiões, o agente etiológico encontrou hospedeiros suscetíveis e um ecossistema adequado para a transmissão da parasitose (SILVA, 1985).

O homem é o hospedeiro definitivo principal, embora alguns roedores, marsupiais, carnívoros, silvestres e ruminantes já tenham sido encontrados naturalmente infectados no Brasil. As três espécies de moluscos vetores responsáveis pela transmissão no Brasil são *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* (REY, 1991).

Ainda que essa estimativa se aproxime da realidade, o panorama epidemiológico em relação à esquistossomose segue preocupante, pois é certo que o número de pessoas que vivem sob o risco permanente de infecção supere muito o número de casos existentes. A par do aumento do número de casos, em decorrência das más condições do saneamento básico, pelo menos 70 milhões de brasileiros vivem sob o risco permanente da infecção por *S. mansoni*. (BARBOSA, 1980) discutiu essas questões e assinalou que o número de indivíduos sujeitos ao contágio e desenvolvimento das formas graves da doença,

debilitantes e irreversíveis, mantém a esquistossomose como um sério problema de saúde pública, que afeta negativamente a capacidade de trabalho de uma parcela significativa da população brasileira.

A Bahia é o estado com a segunda maior área endêmica do país, com média de 165,8 internações /ano e 40,2 óbitos /ano, notificados em 65% (271/417) dos municípios (BRASIL, 2006a).

Como o processo saúde-doença é o produto direto das inter-relações complexas e dinâmicas entre o homem e o meio-ambiente num espaço geográfico definido (BAVIA 1996; NEVES, 1998), tem-se observado que a situação da saúde de uma população em determinado tempo e espaço é influenciada, pelas transformações de caráter econômico e ocorrências de origem natural (temperatura, umidade, precipitação, latitude, solo, topografia, vegetação), (HEUNIS et al., 1995; SINHA & BENEDICT, 1996).

A análise ecológica de dados ambientais e epidemiológicos pode permitir, mais que uma verificação de associações entre estes fenômenos, uma melhor compreensão do contexto em que se produzem os processos sócio-espaciais. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido utilizados como ferramenta de consolidação e análise de grandes bases de dados sobre saúde e ambiente. Estes sistemas permitem a captura, armazenamento, manipulação, análise e exibição de dados georreferenciados, isto é, relacionados a entidades gráficas com representação espacial. (SUSSER, 1994)

Inicialmente a doença estava restrita a ambientes rurais do nordeste do Brasil, porém a partir do final do século passado, observou-se que o perfil ecoepidemiológico da doença estava sofrendo mudanças, com o aparecimento de casos autóctones em zonas periurbanas e urbanas de grandes cidades. (SILVA et al., 2005; GARGIONI et al., 2008).

As endemias rurais quando se urbanizam, incidem e prevalecem desigualmente, atingindo particularmente as populações mais pobres. Com o desenvolvimento das tecnologias computacionais um novo enfoque tem sido dado a epidemiologia das doenças endêmicas, permitindo o seu estudo espaço-temporal através da integração de um número ilimitado de informações, com seus mais variados atributos, na expectativa de estabelecer as recorrências e singularidades entre as situações e o contexto do que se pretende estudar (BARCELLOS & RAMALHO, 2002; BARBOSA et al., 2003; GURGEL, 2003; GIOTTO & SALBEGO, 2004, BAVIA, 2006).

A espacialização de informações, permite agregar o evento ao local em que ele ocorreu com a associação das geotecnologias como instrumento fundamental na avaliação do impacto dos processos ambientais e mensuração do risco da população (CÂMARA et. al.; 2002; TAVARES, 2006).

A identificação de grupos populacionais submetidos a risco é uma tarefa imprescindível para a elaboração de programas preventivos e como meio de avaliação de exposições diferenciadas. A localização destes grupos no espaço permite um maior detalhamento do contexto social e ambiental em que estas exposições ocorrem, ao mesmo tempo, que introduz novas variáveis, intrínsecas ao espaço, que podem dificultar sua interpretação (Jolley et. al., 1992; Barcellos & Bastos, 1996).

A investigação da relação entre fatores ambientais e efeitos sobre a saúde pressupõe uma seqüência de eventos do processo de produção de doenças representada por uma acumulação de riscos em determinados lugares delimitáveis e identificáveis no espaço. Os agravos à saúde em grupos sociais podem ser conseqüência da distribuição desigual, no espaço, de fontes de contaminação ambiental, da dispersão ou concentração de agentes de risco, da exposição da população a estes agentes e das características de suscetibilidade destes grupos (Corvalán et al., 1996).

Como a Organização Mundial de Saúde, preconiza o uso das geotecnologias, como nova ferramenta, para o estudo das doenças endêmicas em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, a proposta dessa dissertação busca, através do georeferenciamento, modelar as ocorrências positivas dos casos investigados pelo exame laboratorial coposcópico da população registradas no período de 2006 a 2008 no município de Santo Amaro na Bahia, fazer o levantamento biogeográfico da *Biomphalaria sp.*, (BA) e através da superposição de mapas de Solo, Hidrografia, MDT (Retenção e Fluxo de água) fazer a álgebra de mapas, para identificar áreas mais propícias para que a doença ocorra naquela região.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Geral:

Modelar o perfil ecoepidemiológico da esquistossomose mansônica através do uso de geotecnologias no município de Santo Amaro, Bahia.

### 2.2 Específicos:

- a) Criar um Banco de Dados georreferenciado;
- b) Mapear as localidades por setor censitário dos casos humanos positivos a esquistossomose mansoni quanto a sexo e faixa etária dos anos de 2006 a 2008;
- c) Mapear a distribuição da *Biomphalaria sp*;
- d) Fazer mapas temáticos de solo, hidrografia, Modelo Digital do Terreno, Subacias com a retenção, acúmulo e fluxo de água.
- e) Implementar a Álgebra de Mapas,
- f) Interpretar com análise espacial descritiva,
- g) Definir o espaço geográfico preferencial da esquistossomose e seu espaço favorável de contaminação para a população,
- h) Identificar áreas prioritárias para intervenção e controle da doença.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa utilizou os casos positivos diagnosticados na área do município, no período de 2006/2007/2008, através do Programa de Controle da esquistossomose (PCE) realizado pela Secretaria Municipal de Saúde de Santo Amaro (SMS) e pela Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB).

A sequência de procedimentos metodológicos inclui:

- I. Seleção das Bases Cartográficas, da área de estudo (setores censitários e logradouros obtida da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI),
  
- II. Construção do Banco de Dados Epidemiológico: Casos positivos para a Esquistossomose Mansônica: número de indivíduos positivos, sexo, idade, localidade, ano,
  
- IV. Georreferenciamento, através do receptor GPS dos locais de coleta do planorbídeo *Biomphalaria sp.* As coordenadas serão medidas em sistema de projeção UTM, datum SAD 69 (South América, 1969);
  
- V. Utilizar o *software* Arcgis 9.3 para georreferenciamento dos mapas de Solo, MDT e Hidrografia,
  
- VI. Utilizar o *software* Global Mapper 8.0 para conversão de formatos,
  
- VII. Plotagem dos Pontos georreferenciados nos mapas digitalizados, para identificação dos setores censitários com maior número de casos positivos, com o auxílio do *software* IDRISI,
  
- VIII. Identificação das áreas favoráveis para a esquistossomose usando os *softwares* IDRISI e SURFER,

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O estudo será realizado no município de Santo Amaro, distante da capital Salvador 75 km, localizada geograficamente na latitude 12°32'49''S e longitude 38°42'43''W, com 518,260 Km<sup>2</sup> de área, 57.675 hab e densidade demográfica de 118 hab / km<sup>2</sup>. (FIGURA 1)

Os primeiros civilizados que penetraram a região, por volta de 1557, travaram lutas com os selvagens, estabelecendo-se, de início, na margem direita do Traripe, no local denominado Pilar e nas proximidades do mar, de onde retiravam meios de subsistência. Admite-se como provável, que antes desse estabelecimento já se tivesse iniciado a catequese pelos jesuítas do Colégio de Santo Antão de Lisboa, fixados na margem do mesmo Traripe, um pouco abaixo das terras dos Adornos.

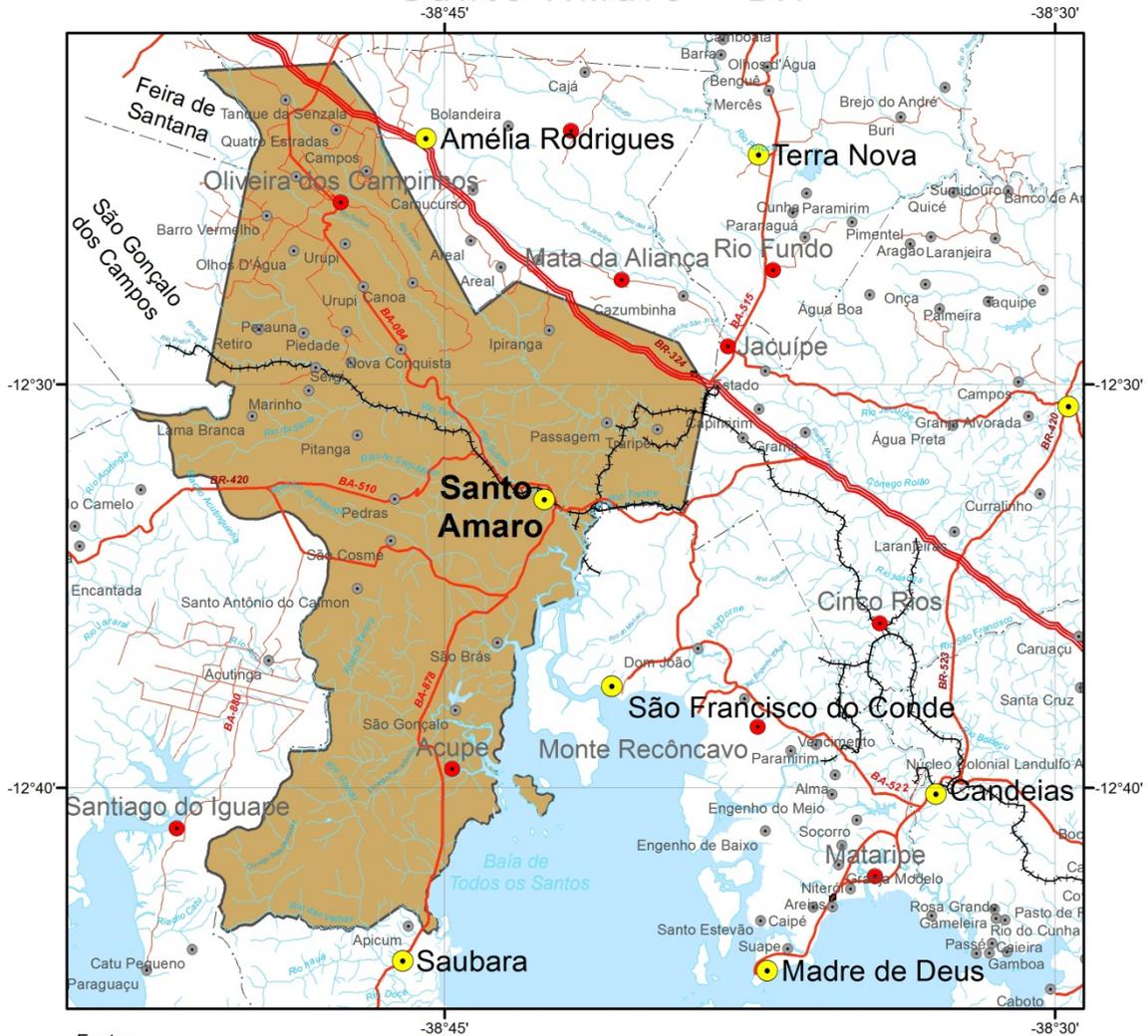
Ali fundaram uma capela, sob a invocação de Nossa Senhora do Rosário. Em redor do modesto templo, morro abaixo, alastrou-se o casario. Todavia, por dissenções peculiares àquela época, foi um jesuíta assassinado na capela quando celebrava missa. Em conseqüência, o templo foi interditado, verificando-se o deslocamento dos colonos para outro local, na confluência dos rios Serjimirim e Subaé, em terras do Conde de Linhares, onde se construiu nova capela.

Como o referido sítio não fosse conveniente fundou-se, meia légua acima, uma igreja no lugar denominado Santo Amaro, por existir nele uma capela consagrada ao Santo desse nome, além de pequeno núcleo de colonos vizinhos, origem da atual Cidade. Com a posterior criação da freguesia, passou a localidade a denominar-se, não oficialmente, Santo Amaro da Purificação.

Santo Amaro desempenhou papel relevante nas lutas da Independência, contribuindo com alguns batalhões e até mesmo com um esquadrão de cavalaria fardado, equipado e mantido à custa de seu comandante, Antônio Joaquim de Oliveira e Almeida, para a consolidação do movimento patriótico que teve o seu feliz desfecho em 2 de julho de 1823. Formação Administrativa O DISTRITO foi criado em data anterior a 1608 e o Município, a 5 de janeiro de 1727, com a denominação de Nossa Senhora da Purificação e Santo Amaro. A Sede Municipal recebeu foros de Cidade em virtude da Lei Provincial n.º 43, de 13 de março de 1837 (IBGE, 2008).

# Mapa de Localização

## Santo Amaro - BA



Fonte: BASE CARTOGRÁFICA: FOLHAS TOPOGRÁFICAS 1:100.000: Baía de Todos os Santos SD.24-X-A-IV (1972) e Feira de Santana SD.24-X-A-I(2000) Fundação IBGE. Arquivos em meio digital fornecido pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia.



Figura 1: Localização do município de Santo Amaro (Bahia), área de estudo.

## 5. REFERENCIAL TEÓRICO E BASE CONCEITUAL

### 5.1 Histórico do *Schistosoma mansoni*

A origem do *Schistosoma mansoni* segundo DAVIS (1980,1992), o gênero *Schistosoma* e os moluscos a eles relacionados evoluíram na Gondwana antes da desintegração da Pangéia e chegaram à Ásia pela placa Indiana dentro dos últimos 50 milhões de anos. Nestas condições, os ancestrais do helminto e dos moluscos transmissores já conviveriam nos territórios que hoje constituem a América do Sul e a África.

A origem gonduânica é contestada por vários autores, entre os quais SNYDER & LOCKER (2000) e MORGAN et. al (2001), argumentando que, se assim fosse as espécies africanas de *Schistosoma*, como representantes da linhagem gonduânica original, deveriam estar entre os membros basais do ramo mamífero, o que não é confirmado pelas análises atuais. No entanto, estudos de filogenética molecular, entre os quais dos referidos autores, sugerem que o gênero *Schistosoma* originou-se na Ásia e que um descendente colonizou a África, onde passou por extensa radiação, tornando-se parasito exclusivo de moluscos planorbídeos. Atualmente, concordam os autores em que o *S.mansoni* foi introduzido da África para o hemisfério ocidental em época relativamente recente, durante o tráfico de escravos (DESPRÈS et. al,1993).

O caso mais antigo de esquistossomose humana de que se tem notícia foi identificado por imunodiagnose (Enzyme-Linked Immunsorbent Assay – Elisa) na múmia de um adolescente egípcio, que viveu a mais de cinco mil anos (DEELDER et al., 1990).

As primeiras observações sobre o agente etiológico da esquistossomose foram feitas em 1851, no Egito pelo patologista alemão Theodor Bilharz.

Em março de 1907 perante a Zoological Society de Londres, propôs Sambon a criação de uma nova espécie de parasita do homem, que denominou “*Schistosomum mansoni*”.

No Brasil em abril de 1908 Pirajá da Silva, examinando um adolescente nativo de Salvador, Bahia, encontrou “hematozoários em forma de crescente e um ovo muito semelhante ao do *Schistosoma mansoni*”.(CARVALHO et.al.,2008)

## 5.2 Origem da Esquistossomose Mansônica no Brasil

A humanidade convive com a esquistossomose desde a antiguidade, fato comprovado por estudos que verificaram a presença de ovos de *Schistosoma* em vísceras de múmias egípcias cuja origem remonta a 3.500a.C. Originando-se provavelmente no Egito, essa endemia espalhou-se por vasta área do território africano seguindo o curso dos grandes rios (CHIEFFI & WALDMAN, 1988; BRASIL, 1998; COURA & AMARAL, 2004).

A introdução da esquistossomose no Brasil deu-se no período colonial, em meados do século XVI, pelo tráfico de escravos trazidos da costa da Guiné, Angola, antigo Congo e Moçambique, para trabalho nas plantações de cana-de-açúcar na região Nordeste do país, através dos portos de Recife e Salvador (MAGALHÃES & DIAS, 1944; PARAENSE, 1959; BARBOSA et al., 1996; RIBEIRO et al., 2004).

A utilização da mão-de-obra escrava na lavoura canavieira, cultura que utilizava grande aporte hídrico, associada às péssimas condições de salubridade e à existência dos caramujos do gênero *Biomphalaria*, criou as condições bio-ecológicas para que se completasse o ciclo evolutivo do parasita (BARRETO, 1982; SILVEIRA, 1989).

A expansão da esquistossomose em território brasileiro acompanhou os sucessivos fluxos migratórios inter e intra-regionais, orientados pelo desenvolvimento de determinados ciclos econômicos, como expansão agrícola, criação de gado, descobertas de jazidas auríferas e industrialização. A precária condição de vida e trabalho em diferentes áreas, a exploração inadequada dos recursos hídricos, a ampla distribuição dos hospedeiros intermediários e a longevidade da doença favoreceram a disseminação da enfermidade (BINA, 1976; CHIEFFI & WALDMAN, 1988; RIBEIRO et al., 2004).

Essa forma originária de organização social, com sistema de latifúndios e exploração da força humana de trabalho, vem se perpetuando até os dias atuais, onde as periferias das grandes cidades ou capitais, locais onde residem as populações de baixa renda, reproduzem as más condições de saneamento que permitem a instalação da miséria e de novos focos da doença (BARBOSA et al., 1996; KATZ & PEIXOTO, 2000).

### 5.3 Biologia e Ciclo de Vida do *Schistosoma mansoni*

O *Schistosoma mansoni* tem ciclo de vida (FIGURA 2) complexo que requer caramujos de água doce, parada ou com pouca correnteza (até 29 cm /s) como hospedeiros intermediários.

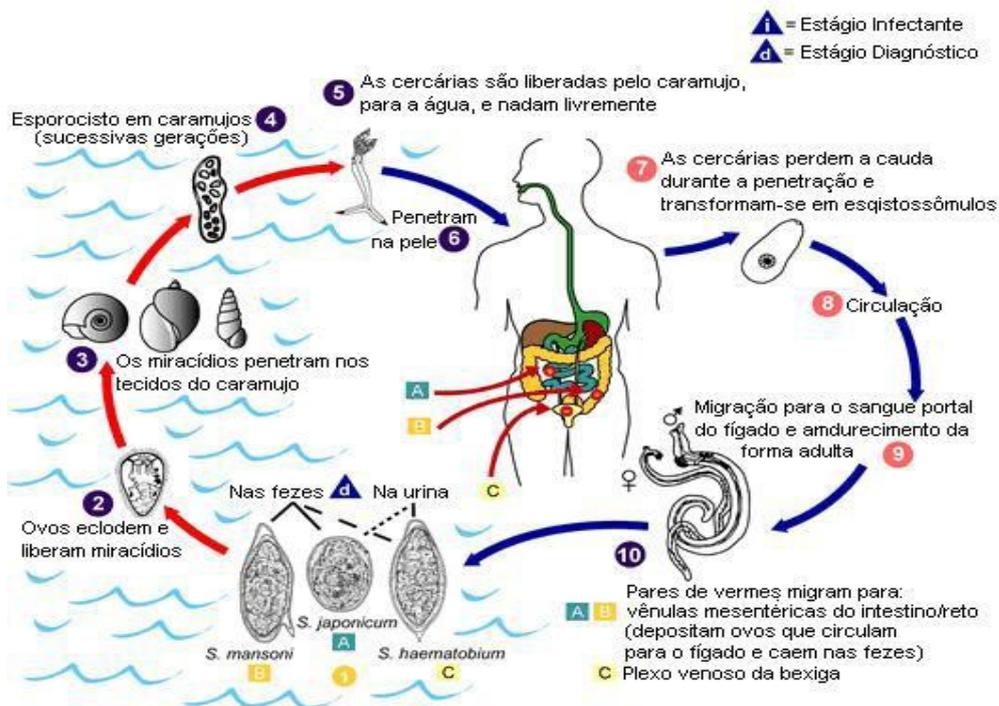


Figura 2: Ciclo de vida da Esquistossomose.

Fonte: BRASIL, 2004.

**Homem Infectado:** elimina ovos a partir de 5 semanas após a infecção e por um período de 6 a 10 anos.

**Caramujo Infectado:** elimina cercária a partir de 4 a 7 semanas após a infecção e por um período de 1 ano.

Os caramujos pertencem a família Planorbidae e gênero *Biomphalaria* e são os organismos que possibilitam a reprodução assexuada do helminto ( DIAS et al., 1994; OLIVEIRA & SANTOS, 2002; MOURA et al., 2005). (FIGURA 3)



Fonte: Carvalho et al 2008.

Figura 3: Vermes adultos em acasalamento.

O ovo é composto de células produzidas por dois diferentes órgãos das fêmeas: glândulas vitelínicas e ovário (MICHEL et.al., 2003).

Os ovos maduros medem 150 $\mu$ m de comprimento médio por 65 $\mu$ m de largura e são facilmente reconhecidos pela presença de uma espinho lateral, situados no pólo posterior do ovo, entretanto ovos com dois miracídeos já foram encontrados em fezes humanas (DIAS & RIBEIRO, 1980).

O miracídio tem uma forma cilíndrico-cônica e mede cerca de 160-180 $\mu$  de comprimento por 60 $\mu$ m de largura. A sua superfície é composta por 21 placas epidérmicas ciliadas, anucleadas, ligadas por junções septadas e cristas sinciciais estreitas conectadas a corpos celulares, profundos no corpo (EKLUNATEY et al.,1985).

No ambiente aquático os miracídeos eclodem do ovo devido à hipotonicidade do meio, que promove a passagem de água para o interior da casca, a temperatura em torno dos 28°C, luminosidade e a própria movimentação do embrião.

Uma das características da interação de *S.mansoni* com o molusco é o seu grau de especificidade que se manifesta a partir da atração do molusco pelo miracídio e continua nas fases de reprodução intramolusco. Após eclodirem dos ovos, as larvas nadam ativamente no meio aquático até o encontro de um hospedeiro.

O encontro com o hospedeiro intermediário está ligado a quimiorreceptores localizados nas fibras conectadas as fibras nervosas. Esses quimiorreceptores são capazes de perceber substâncias existentes no muco produzido pelo molusco, atraindo ou repelindo.(HAAS, 1995).

A função muscular do esporocisto primário é regulada pela presença de serotonina, que aumenta sua mobilidade e comprimento, via ativação de receptores de serotonina (BOYLE, ZAIDE & YOSHINO, 2000).

A transição da fase de vida livre do miracídio para a parasitária (esporocisto) é caracterizada pelo aumento da dependência de serotonina exógena (BOYLE et al.,2003).

Para atingirem o estágio de maturidade, os esporocistos secundários sofrem modificações anatômicas. O tempo necessário para o desenvolvimento no molusco é de três a quatro semanas, quando as cercárias estão maduras para serem liberadas do esporocisto pelo poro do nascimento (FOURNIER & THÉRON, 1985).

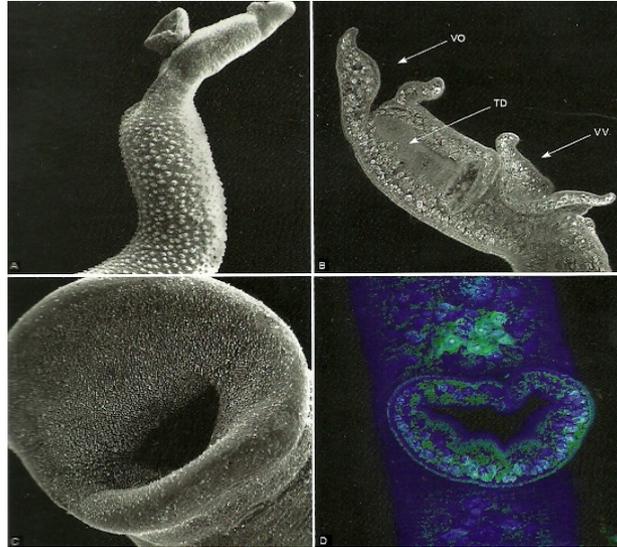
A transição da vida parasitária das cercárias para a vida livre requer que, ao atravessarem o poro de nascimento no esporocisto, as cercarias já estejam em condições morfológicas e fisiológicas para desempenharem funções especializadas no novo ambiente: ser eliminada do molusco, viver no ambiente externo, apresentar intensa locomoção, ter a capacidade de localizar e penetrar em um hospedeiro vertebrado (homem ou pequenos mamíferos) (HOFFMAN et al., 2001).

As cercarias medem cerca de 500µm de comprimento, tem uma organização complexa, com corpo alongado e cilíndrico e cauda de extremidade curta e bifurcada, fundamental para o deslocamento no ambiente (DORSEY et. al., 2002).

A transformação de cercarias para esquistossômulo é representada por respiração anaeróbica e perda de cauda (SKELLY & SHOEMAKER, 2000).

A morfologia dos vermes adultos, os machos apresentam o corpo esbranquiçado com comprimento médio de 1 mm. Na região anterior está presente, a ventosa oral e ventral (acetábulo), maior e mais proeminente do que a ventosa oral.

Ventosa oral de vermes adultos machos de *Schistosoma mansoni*:



Fonte: Carvalho et al, 2008.

Figura 4: mostra a ventosa oral nos vermes adultos.

#### 5.4 Hospedeiro Intermediário *Biomphalaria sp*

##### 5.4.1 Histórico do gênero *Biomphalaria*

O nome *Biomphalaria* (do latim bis + duas vezes; do grego omphalos = umbigo), em referência ao aprofundamento do giro central nos dois lados da concha foi proposto como gênero novo por (PRESTON, 1910).

A partir de 1934 a denominação *Australorbis glabratus* ( do latim *australis* + do sul; *orbis* = disco, objeto enrolado; *glabratus* = liso , glabro) proposta por PILSBRY (1934), passou a ser adotada pela maioria dos autores. No entanto, outros nomes genéricos eram aplicados a espécies que atualmente formam ao lado de *glabrata* no gênero *Biomphalaria*, como *Thaphius* (ADAMS & ADAMS, 1858), *platytaphius* (PILSBRY, 1924) e *Tropicorbis* ( BRWN & PILSBRY, 1914).

#### 5.4.2 MORFOLOGIA

Como todos os pulmonados, os planorbídeos são hermafroditas. Seu sistema genital compreende um órgão produtor de células germinais masculina e feminina – o ovotéstis, que ocupa a extremidade caudal do corpo e portanto os giros centrais da concha, ao qual se segue um conduto para eliminação daquelas células (ovispermiduto ou canal hermafrodita), que bifurca em um ramo masculino e outro feminino. O sistema genital fornece as características morfológicas mais importantes para a identificação dos planorbídeos.

#### 5.4.3 *Biomphalaria glabrata*

Foi descrita por SAY (1818) como *Planorbis glabratus*. *B. glabrata* é o mais importante transmissor de *S. mansoni* na região neotropical, não só pelo alto grau de suscetibilidade de suas populações ao parasito como pela extensão de sua distribuição geográfica.

#### 5.4.4 *Biomphalaria tenagophila*

*B. tenagophila* (do grego tenagos = pântano, philos = amigo) foi descrita por ORBIGNY (1835). A anatomia de *B. tenagophila* é quase idêntica a de *B. glabrata*, diferindo apenas pela ausência da crista renal ou da linha pigmentada que a precede nos espécimes jovens. Biologicamente, as duas espécies são separadas por absoluto isolamento reprodutivo.

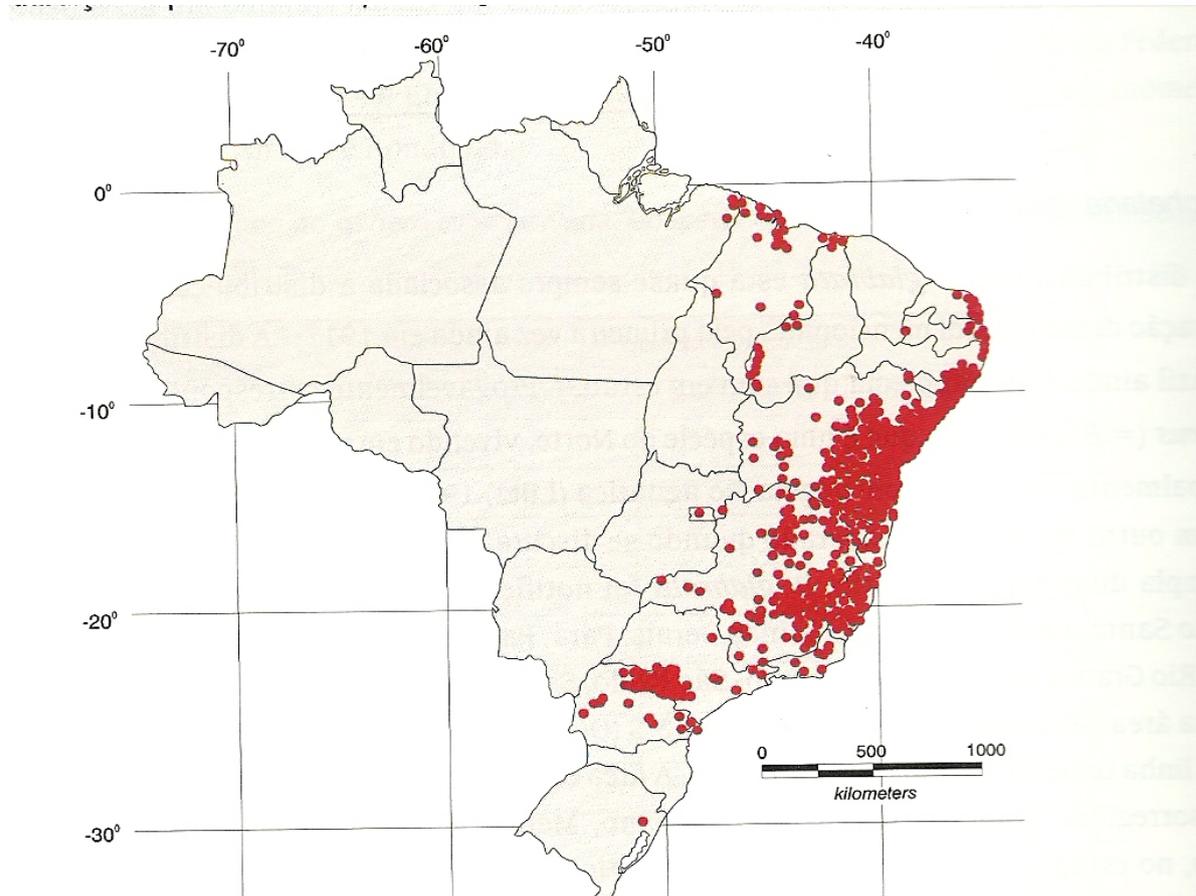
#### 5.4.5 *Biomphalaria straminea*

Foi descrita por DUNKER (1848), como *Planorbis stramineus*. *B. straminea* (do latim *stramineus* = cor de palha).

#### 5.4.6 Distribuição Espacial da *Biomphalaria* sp

Entre as 10 espécies e uma sub-espécie do gênero *Biomphalaria* reconhecidas no Brasil, somente a:

★ Ocorrência da *Biomphalaria glabrata* por município no Brasil.



Fonte: Carvalho, et al. 2004.

Figura 5: Mapa 1- Distribuição Espacial da *B. glabrata* no Brasil.

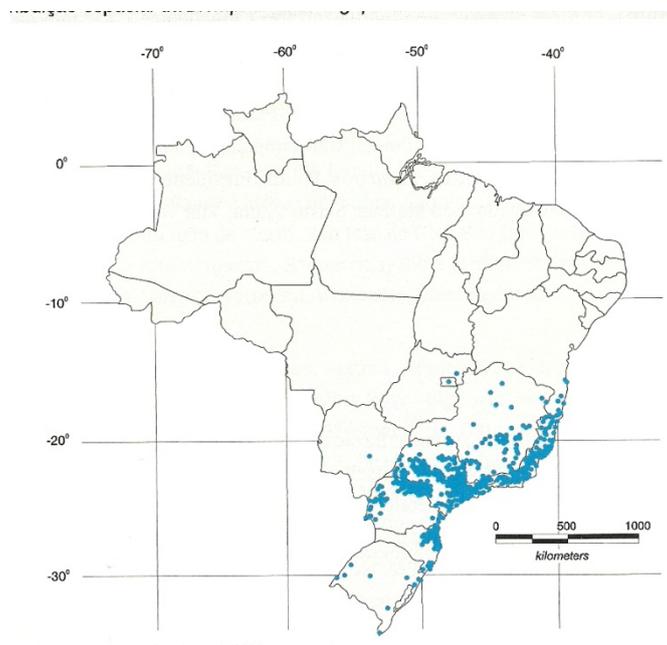
★ Distribuição espacial da *Biomphalaria straminea*



Fonte: Carvalho et al, 2004.

Figura 6: Mapa 2 - Distribuição Espacial da *B. straminea* no Brasil.

★ Distribuição espacial da *Biomphalaria tenagophila*,

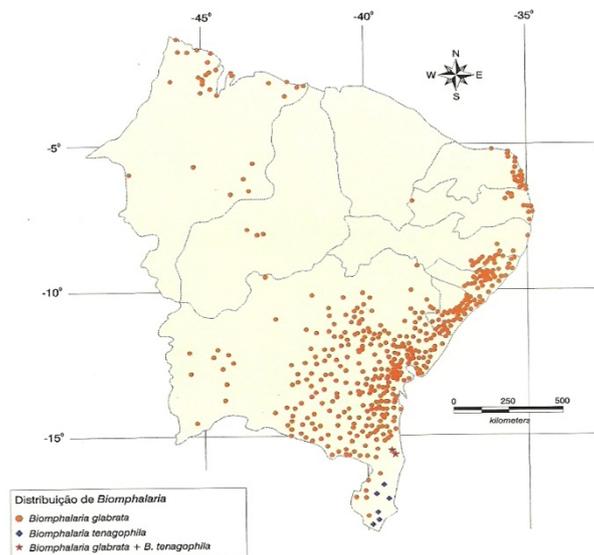


Fonte: Carvalho et al, 2004

Figura 7: Mapa 3 - Distribuição espacial da *B. Tenagophila* no Brasil.

Outras duas espécies, *B. amazonica* e *B. peregrina*, foram infectadas experimentalmente e são consideradas hospedeiros em potencial para *Schistosoma mansoni*.

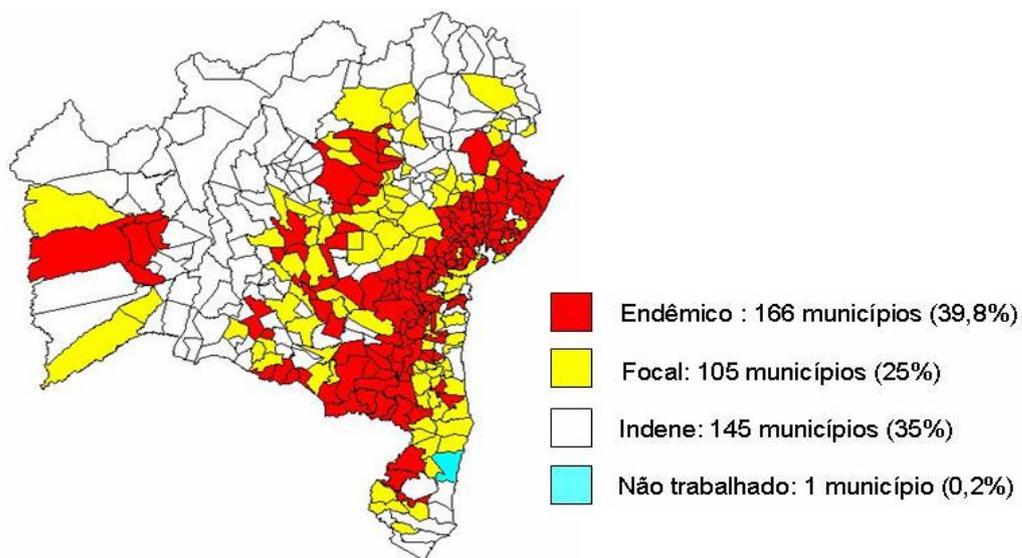
Na região Nordeste, região mais afetada pela doença, e sua distribuição:



Fonte: Carvalho et al , 2008.

Figura 8: Mapa 4 - Distribuição Espacial da Esquistossomose no Nordeste do Brasil.

No Estado da Bahia a Esquistossomose se distribui da seguinte forma:

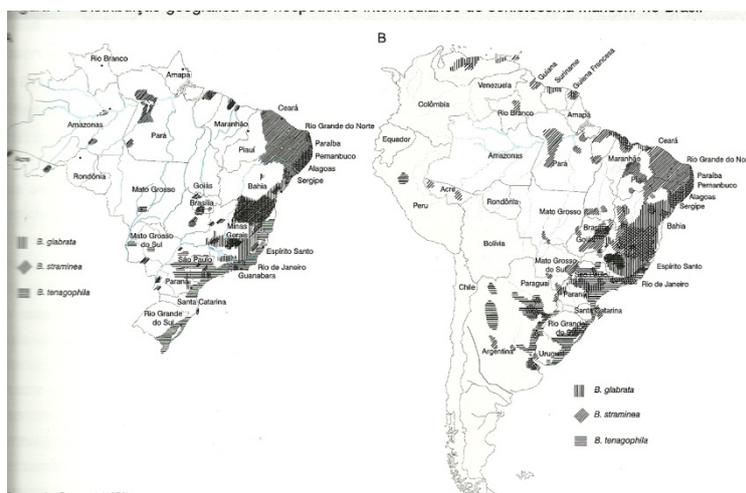


Fonte: DIVEP / SUVISA / SESAB, 2005

Figura 9: Mapa 5- Distribuição da Esquistossomose no Estado da Bahia.

As informações sobre a distribuição dos moluscos do gênero *Biomphalaria* são importantes, uma vez que neste grupo encontram-se os hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni*.

O primeiro mapa de distribuição dos vetores de *S. mansoni* no Brasil foi publicado em 1970 (PARAENSE, 1970), seguindo-se sucessivas atualizações (PARAENSE, 1972, 1975, 1986, 2001).



Fonte: Paraense (1970 e 2001)

Figura 10: mostra a diferença da distribuição do ano de 1970 para o ano de 2001.

## 5.5 Manifestações Clínicas

Fase Inicial ou Esquistossomose aguda começa com a penetração da cercaria através da pele, ocorre uma reação inflamatória em dois estágios, particularmente em pessoas previamente sensibilizadas por infecções anteriores. No primeiro estágio, caracterizado por uma resposta imediata, com liberação de substâncias, forma-se em poucos minutos manchas avermelhadas, por dilatação de arteríolas e capilares, e em seguida prurido, chamado popularmente de coceira das lagoas, caracterizando-se por uma reação de hipersensibilidade retardada, formando em conjunto uma reação maculopapular pruriginosa, a dermatite cercariana da infecção por *S. mansoni*, como primeira manifestação clínica da infecção esquistossomótica.

Durante a passagem dos esquistossômos pelos pulmões na primeira semana de infecção, alguns pacientes podem apresentar tosse seca, leve sensação de mau-estar, astenia, cefaléia, sudorese, anorexia e náuseas, como manifestações prodrômicas ou podem ser completamente assintomáticos.

Durante a instalação dos vermes jovens nos vasos mesentéricos, no período pré-postural, da segunda à quarta semana de infecção, os pacientes podem apresentar dores abdominais e diarreia ocasional.

Da quarta a oitava semana, coincidindo com o início da fase postural, desencadeiam-se as manifestações da fase aguda. Neste momento ocorre um conflito imunológico possivelmente decorrente da liberação de antígenos ovulares, que se caracteriza por febre alta, de início abrupto, cefaléia, calafrios, sudorese, astenia, anorexia, tosse persistente, diarreia, vômitos, distensão e dores abdominais em cólica.

Ao exame físico os pacientes apresentam palidez, estado toxêmico semelhante aos casos graves da febre tifóide, hepatoesplenomegalia dolorosa a palpação, com fígado e baço de consistência normal. A sintomologia da fase aguda da doença nem sempre se apresenta como mencionado, pode ser discreta, com formas clínicas leves (ROCHA et al.,1993).

Clinicamente a esquistossomose pode ser classificada em fase inicial e fase tardia. A fase inicial corresponde à penetração das cercárias na pele. Nessa fase, as manifestações alérgicas predominam caracterizadas por micropápulas eritematosas e pruriginosas, semelhantes à picada de inseto.

A fase tardia inicia-se a partir de seis meses após a infecção, podendo surgir sinais de comprometimento de vários órgãos, com graus extremos de severidade como: hipertensão pulmonar e portal, ascite e ruptura de varizes do esôfago, que é o quadro irreversível da doença. As manifestações clínicas variam de acordo com a idade em que ocorreu a primeira exposição, a frequência de exposições, a localização e intensidade do parasitismo e o estado imunológico do indivíduo (KATZ & ALMEIDA, 2003; BRASIL, 2009).

## 5.6 Diagnóstico

Os métodos de diagnóstico da esquistossomose podem ser agrupados em método direto e indireto de diagnóstico. São considerados diretos os métodos que detectam o parasito ou suas partes, como ovos, substâncias antigênicas ou fragmentos moleculares. Os métodos indiretos identificam evidências indiretas da presença do parasito e dependem de marcadores clínicos, bioquímicos ou imunológicos associados à infecção.

O diagnóstico da infecção por *S.mansoni* por meio de métodos parasitológicos ou coproscópicos é baseado na observação microscópica dos ovos dos parasitos nas fezes. Este conjunto de métodos permanece como o instrumento mais largamente utilizado, principalmente por seu baixo custo operacional e sua praticidade em situações de infra-estrutura laboratorial precária.

Os diagnósticos podem ser também imunológicos, sorológico e molecular; mas há consenso na literatura de que os métodos parasitológicos são adequados e suficientes para diagnóstico da esquistossomose em áreas de elevada prevalência e intensidade de infecção (CARVALHO, 2008).

## 5.7 Tratamento

Existem dois medicamentos disponíveis para tratamento de crianças e adultos portadores de *S. mansoni*: o praziquantel e a oxaminiquina. Os dois medicamentos se equivalem quanto à eficácia e a segurança. Atualmente, o praziquantel é a droga de escolha, em função do menor custo/tratamento, sendo administrado por via oral, em dose única de 50mg/Kg de peso para adultos e 60mg/Kg de peso para crianças (KATZ & ALMEIDA, 2003; BRASIL, 2005b; MATOS et al., 2007).

## 5.8 Controle da Esquistossomose

O controle quimioterápico por meio do tratamento dos esquistossomóticos no Brasil se basearam quase que exclusivamente em campanhas periódicas de tratamento dos portadores da infecção. Desde a implementação do Plano especial de controle da esquistossomose (Pece), em 1975, até 1999 a droga empregada pelo Ministério da Saúde no tratamento da esquistossomose era o oxamniquine, administrado em dose única, que conferia uma taxa de cura de 65% a 85% ( LIMA & COSTA, 1993).

Devido ao alto custo do oxamniquine, outro fármaco, o praziquantel foi introduzido pelo ministério para substituir por ser mais barato e conferir uma taxa de cura entre 60% e 90% e uma redução na contagem dos ovos de 90% a 95% naqueles casos que não são curados.

Durante o período de atuação dos programas de controle a única mudança considerável no tratamento dos portadores da infecção foi a abrangência com que a droga foi administrada nas comunidades. De 1975 a 1980 o tratamento era administrado em massa, seguindo-se o seguinte esquema: lugares com prevalência superior a 20%, tratamento em massa da população acima de 2 anos de idade; quando a prevalência se encontrasse entre 5% e 20% , somente a população de 5 á 35 anos era tratada e se a prevalência fosse menor que 5%, somente os casos positivos eram tratados.

De 1980 a 1990, o tratamento passou a ser administrado de acordo com os níveis de prevalência e segundo a classificação endêmica da área: em áreas endêmicas primárias, com transmissão há longo tempo e altas prevalências recomendava-se o tratamento em massa, bienal, onde a prevalência em crianças de 7 a 14 anos fosse superior a 50%, quando a prevalência era de 25% a 50%, tratamento seletivo da população de dois a 14 anos; e tratamento somente dos positivos quando a prevalência fosse inferior a 25%. Para as áreas endêmicas secundárias, com transmissão recente recomendava-se o mesmo esquema de tratamento baseado na prevalência de exames de 20% de toda a população das localidades com menos de mil habitantes e de 10% em localidades em localidades com mais mil habitantes. Para as áreas com focos isolados recomendava-se o tratamento somente dos positivos (COURA & AMARAL, 2004)

## 5.9 Ecoepidemiologia da Esquistossomose

O termo ambiente é definido pela Organização Mundial de Saúde como “a totalidade de elementos externos que influem nas condições de saúde e qualidade de vida dos indivíduos ou das comunidades”. Portanto, para o entendimento dos fatores que intervêm na incidência e propagação das doenças infecciosas e parasitárias em uma região, não basta descrever as características das populações, é necessário localizar onde estão acontecendo os agravos, que serviços a população está procurando, o local de potencial risco ambiental e as áreas onde se concentram as situações sociais mais vulneráveis (CARVALHO et al., 2000; BARBOSA et al., 2002).

As relações entre saúde e ambiente podem ser evidenciadas através da análise de características epidemiológicas das áreas próximas às fontes de contaminação e pela identificação de fatores ambientais adversos em locais onde há concentração de agravos à saúde (ELIAS & TINEM, 1995).

Nas últimas décadas, as ações antrópicas com transformações das paisagens naturais têm sido intensas, ocasionando impactos de diferentes naturezas no solo, na água, na atmosfera, na biodiversidade e na população humana, contribuindo para o surgimento e a expansão de diversas doenças (LUNA, 2002; GURGEL, 2003). Vários autores já apontaram que o avanço e a disseminação da esquistossomose nas cidades brasileiras estão relacionados com a forma de ocupação e organização do espaço, desempenhando papel fundamental no processo de propagação da endemia (BARBOSA et al., 2000; PEIXOTO & MACHADO, 2005; ARAUJO et al., 2007; MARTINS et al., 2007).

Para ampliação da capacidade do setor saúde no controle de endemias é indispensável que ocorra o desenvolvimento de novas ferramentas para a vigilância epidemiológica capazes de congregarem aspectos do meio-ambiente, identificadores de riscos, e métodos automáticos e semi-automáticos que permitam a detecção de surtos epidêmicos e o seu acompanhamento no tempo e no espaço (KILLICK-KENDRICK, 1989; PELLEGRINI, 2002; BAVIA et al., 2005).

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).

### 5.10 Epidemiologia Espacial e Geografia Médica

Um dos estudos pioneiros que intuitivamente incorporou o uso de mapas na ciência médica foi realizado pelo médico inglês John Snow que, em 1854, estudou a transmissão da cólera, epidemia que na época fez muitas vítimas em Londres, através da localização geográfica das residências dos óbitos ocasionados pela doença e das bombas de água que abasteciam a cidade, visualizando claramente que uma destas – em *Broad Street* – era o epicentro da epidemia (OPAS, 2002; CAMARA et al., 2002; BAVIA, 2004).



Figura 11: Published by C.F. Cheffins, Lith, Southhampton Buildings, London, England, 1854 in Snow, John. On the Mode of Communication of Cholera, 2nd Ed, John Churchill, New Burlington Street, London, England, 1855.

A Epidemiologia tem como preocupação compreender e explicar o processo saúde-doença nos indivíduos e em populações. A Geografia da Saúde por sua vez, procura identificar na estrutura espacial e nas relações sociais que ela encerra associações plausíveis com os processos de adoecimento e morte nas coletividades. Ambas aceitam como premissa geral que os padrões de morbi-mortalidade e saúde não ocorrem de forma aleatória em populações humanas, mas sim em padrões ordenados que refletem causas subjacentes (CURSON, 1986, apud BRASIL, 2006).

A importância da Geografia Médica nos estudos da Epidemiologia pode ser percebida desde que a teoria da unicausalidade deixou de ser a única forma de explicação da disseminação de doenças e passou a ser aceito o conceito da multicausalidade. Pode-se afirmar que o objetivo da Geografia Médica é esclarecer a importância do meio geográfico no aparecimento e distribuição das doenças, visando fornecer subsídios para programas de vigilância ambiental tanto no aspecto preventivo como no controle de endemias (COSTA & TEIXEIRA, 1999; LEMOS & LIMA, 2002).

A geografia médica desenvolveu-se mais recentemente em função da tecnologia computacional que abriu um universo de possibilidades para a pesquisa, disponível através de um conjunto de recursos denominado Geotecnologias, que permitem a análise de grandes bases de dados sobre saúde de forma simples, imediata e econômica e que requer a formação de equipes multidisciplinares e interinstitucionais para a sua execução (CAMARA & MEDEIROS, 1996; CARVALHO et al., 2000; COSTA, 2002).

Em relação ao Brasil, ainda são muito poucos os estudos pertinentes à Geografia das doenças, principalmente se comparados ao grande impulso na produção de pesquisas nesta área em outros países do mundo. Segundo PESSÔA (1960), a Geografia Médica teve o seu maior desenvolvimento no período da penetração dos países imperialistas na região tropical, entre os séculos XVI e XVII, com fins de conquista e colonização. Neste período houve necessidade de se conhecer a distribuição geográfica das doenças, das entidades mórbidas nela dominantes, para a defesa dos povos indígenas e melhores possibilidades da fixação dos novos colonizadores. Devido a posição geográfica dos países colonizados, as doenças aí existentes ou introduzidas com os novos habitantes receberam a denominação geral de doenças tropicais (LEMOS & LIMA, 2002).

## 5.11 Água

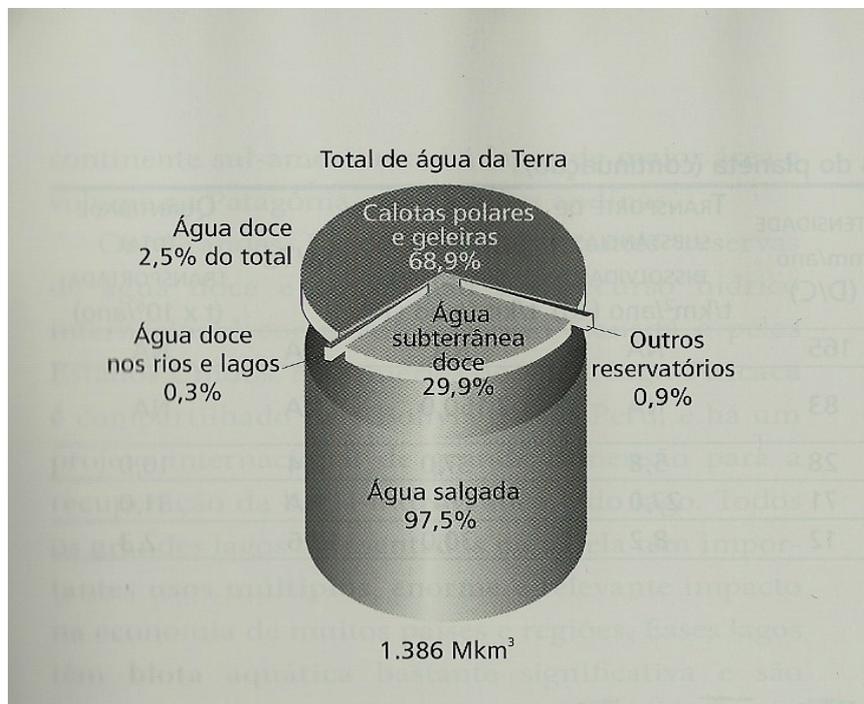
### 5.11.1 Ecossistemas de Água Doce

Os ecossistemas de água doce podem ser divididos em três séries: ecossistemas lênticos (de lenis, calmo) ou de águas paradas, ecossistemas lóticos ou de água corrente (de lotus, lavado) ou alagados, onde os níveis da água oscilam sazonalmente.

No sentido geológico, a maioria das bacias que contém água doce parada é geralmente recente, lagos pequenos podem durar desde pouca semana até meses. No caso dos menores lagos sazonais podem durar até várias centenas de anos.

As diferenças entre águas paradas e águas correntes envolvem três fatores: a corrente é um fator limitante e de controle, de especial importância em riachos; as trocas entre terra e água são relativamente mais intensas em rios tornando o ecossistema mais aberto e existe pouca ou nenhuma estratificação térmica ou química, exceto nos grandes rios lentos (GOMES & VARRIALE, 2004)

Como se divide em percentuais a água no nosso planeta, mostrando que a água doce é de 2.8% do total.



Fonte: Shiklomanov (1998)

Figura 12: Distribuição da água na Terra.

### 5.11.2 Hidrologia

O ciclo hidrológico é o princípio unificador fundamental de tudo a que se refere à água no planeta. O ciclo é o modelo pelo qual se representam a interdependência e o movimento contínuo da água nas fases sólidas, líquida e gasosa. Evidentemente, a fase de maior interesse é a líquida, que é fundamental para o uso e para satisfazer as necessidades do homem e de todos os outros organismos, animais e vegetais.

De acordo com Pielou (1998), o ciclo hidrológico pode ser considerado um ciclo de vida e a história natural da água no planeta está relacionada aos ciclos de vidas e à história da vida.

### 5.11.3 Limnologia

Limnologia é o estudo científico do conjunto das águas continentais em todo o Planeta, incluindo lagos, represas, rios e lagoas, costeiras, áreas pantanosas,, lagos salinos e também estuários.

Há várias definições de Limnologia: Forel (1892) definiu como Oceanografia dos Lagos, Lind (1979) como ecologia aquática e Margalef (1983), como ecologia das águas não marinhas. A oceanografia e a Limnologia abordam problemas e processos paralelos, uma vez que o meio líquido, ou seja, o substrato água, é comum a oceanos, lagos e rios, e apresenta certas propriedades fundamentais. Entre as várias definições de Limnologia, deve-se destacar também a de Baldi (1949), que a definiu como a ciência que estuda as “inter-relações de processos” e os métodos pelos quais a matéria e a energia são transformadas em um lago. Ele considerou que a essência da Limnologia é o estudo da circulação de material em um corpo de água.

Em uma abordagem ampla e sintética, foi feita a seguinte definição: Limnologia é a ciência das águas interiores estudadas como ecossistemas em uma unidade natural que consiste em componentes vivos (bióticos) e não vivos (abióticos), pertencentes a um sistema de fluxo de energia e ciclo de materiais.

Muitas doenças e parasitoses que afligem os seres humanos são de veiculação hídrica. A importância de conhecimentos básicos em limnologia pode ajudar no conhecimento dos ciclos de vida e biologia dos vetores e dos parasitos e no tipo de sistema aquático em que ele se desenvolve, no estabelecimento de padrões de tolerância

desses organismos e de fatores limitantes a sua distribuição; no conhecimento de interações dos diversos componentes das comunidades (inter-relação predador- presa) e relações de parasitismo, o que pode ser útil na procura de mecanismos de controle biológico de certos parasitas; na prevenção, procurando apresentar alternativas para os usos das águas naturais, a fim de evitar contaminações; na procura de soluções economicamente viáveis para a resolução de problemas sanitários e no uso de sistemas de tratamento de baixo custo.

Em virtude dos inúmeros processos de degradação que ocorrem na estrutura e na função dos ecossistemas aquáticos continentais, a necessidade de instrumentos de predição em trabalhos experimentais de modelagem ecológica e matemática aumentou consideravelmente.

Limnologia Preditiva é uma nova abordagem em Limnologia, que procura, por meio de interpretação das informações existentes para lagos, rios e represas, promover modelos preditivos que deverão apresentar cenários diversificados sobre impactos em sistemas aquáticos e a resposta de componentes: biota e ciclos biogeoquímicos.

Questões típicas de Limnologia preditiva, de acordo com Hakanson e Peters (1995), são a qualidade dos dados empíricos (amostragem; representatividade dos dados; compatibilidade) e a capacidade de estabelecer hierarquias de fatores estruturais e dinâmicos, que constituem as principais funções de força que atuam no sistema, cuja alteração ou permanência deve indicar as respostas da comunidade biológica ou de fatores abióticos. Limnologia Preditiva pode ser aplicada, por exemplo, no estudo dos impactos do uso de bacias hidrográficas em lagos, represas ou rios; na antecipação de florescimentos de cianobactérias entre períodos de turbulência e estratificação, e na resposta de organismos ao efeito de metais pesados, pesticidas e herbicidas.

Pode ser aplicada também aos estudos de respostas de lagos, represas rios e áreas alagadas relacionadas com as mudanças globais, bem como ao comportamento de organismos sob contínuo estresse.

#### 5.11.4 Água e Saúde Humana

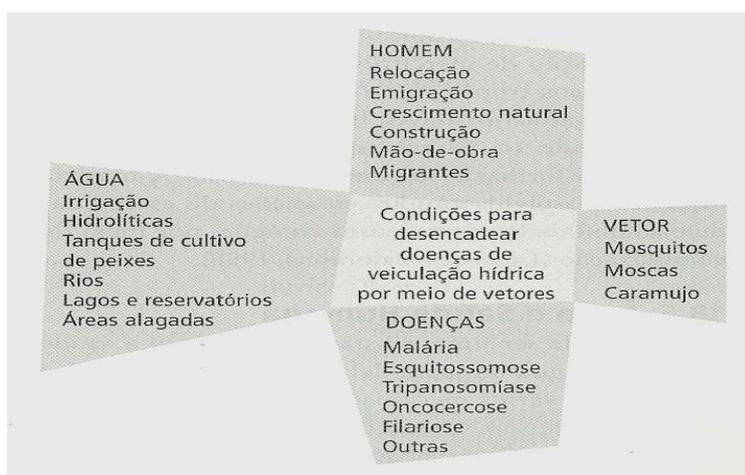
Apesar de ser uma substância essencial para a saúde humana, a água também debilita as pessoas, produz doenças de vários mecanismos e aumenta a mortalidade. Essas são conseqüências produzidas pela água contaminada e de baixa qualidade. O conselho Nacional Americano de Sanidade Ambiental e Água Potável (1977) publicou uma lista completa de doenças associadas com a água e seus efeitos adversos na saúde humana. Essa lista apresenta cem organismos patogênicos associados com água e cerca de cem efeitos adversos.



Fonte: autor (Acupe, Sto amaro, 2009)

Figura 13: Foto: 1. Travessia de pessoas e animais em rio contaminado pelo *Schistosoma sp*).

Esse vínculo de doenças com a veiculação hídrica é mostrado no seguinte esquema:



Fonte: International Network on Water, Environment & Health (INWEH , 1992).

Figura 14: Mostra as relações entre o homem, a água e seus vetores de doenças de veiculação hídrica.

Situações de contato com a água contaminada e a presença do molusco.

Figura 15: Foto 2 - Mulher faz seus serviços diários em rio contaminado pelo parasito.



Fonte: autor ( Pedra Branca, Santo Amaro, 2009).

Figura 16: Foto 3: As crianças se divertem juntamente com os planorbídeos nas águas contaminadas.



Fonte: autor (Acupe, Santo Amaro, 2009)

Cerca de 2 bilhões de pessoas não tem saneamento básico ao final do século XX e início do século XXI.

### 5.11.5 Mudanças Globais e seus Impactos nos Recursos Hídricos

Existe um consenso entre os pesquisadores de que o aquecimento global deverá ter um considerável impacto nos recursos hídricos da Terra. Os impactos principais deverão estar relacionados com o aumento da drenagem, mudanças na precipitação, aumento no nível dos rios, alteração no padrão de uso do solo e deslocamento da população em função das alterações climáticas locais e regionais. Temperaturas mais altas deverão acelerar os ciclos hidrológicos, a frequência de inundações e secas e aumentar as taxas de evapotranspiração, alterando a infiltração no solo e a distribuição e os ciclos de organismos aquáticos. Os padrões regionais de precipitação poderão mudar, causando alterações significativas do volume dos lagos, rios e represas e aumentando substancialmente a frequência de inundações em muitas regiões do planeta.

### 5.12 Solos

#### 5.12.1 Pedologia

As bases da Pedologia, ramo do conhecimento relativamente recente, ou Ciência do Solo como também é chamada, foram lançadas em 1880 na União Soviética por Dokuchaiev, ao reconhecer que o solo não era um simples amontoado de materiais não consolidados, em diferentes estádios de alteração, mas resultava de uma complexa interação de inúmeros fatores genéticos: clima, organismos e topografia, os quais, agindo durante certo período de tempo sobre o material de origem, produziam o solo. Classificação de solos no Brasil tem sido matéria de interesse, essencialmente motivada pela necessidade decorrente de levantamentos pedológicos, os quais, por sua natureza, constituem gênero de trabalho indutor de classificação de solos.

A classificação pedológica nacional vigente consiste numa evolução do antigo sistema americano, formulado por Baldwin, Kellogg e Thorp (1938), modificada por Thorp e Smith (1949).

Esta classificação, que veio a ser nacionalizada, tem sua base fundada, em essência, nos conceitos centrais daquele sistema americano, contando, porém, com o amparo complementar de exposições elucidativas de conceitos e critérios, como foram proporcionados por algumas obras-chave. Os conceitos centrais do antigo sistema americano formam a base da atual classificação brasileira transmutada, cuja

esquemática atual descende de modificações de critérios, alteração de conceitos, criação de classes novas, desmembramento de algumas classes originais e formalização de reconhecimento de subclasses de natureza transicional ou intermediárias. O processo foi sempre motivado pela apropriação das modificações às carências que se iam revelando, com a realização de levantamentos em escalas médias e pequenas, em que concorriam classes de categorias hierárquicas mais elevadas.

O enfoque principal sempre esteve dirigido ao nível hierárquico de grandes grupos de solos, aliado ao exercício da criatividade tentativa no que corresponde ao nível de subgrupo, posto que classes dessa categoria nunca foram estabelecidas no sistema primitivo de Baldwin, Kellogg e Thorp (1938) e Thorp e Smith (1949).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é uma prioridade nacional compartilhada com várias instituições de ensino e pesquisa no Brasil, desde as primeiras tentativas de organização, a partir da década de 1970, conhecidas como aproximações sucessivas, buscando definir um sistema hierárquico, multicategórico e aberto, que permita a inclusão de novas classes, e que torne possível a classificação de todos os solos existentes no Território Nacional.

No período entre 1978 e 1997 foram elaboradas pela Embrapa as seguintes aproximações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 1ª aproximação (1980), 2ª aproximação (1981), 3ª aproximação (1988) e 4ª aproximação (1997), compreendendo discussões, organização, circulação de documentos para crítica e sugestões, assim como a divulgação entre participantes e a comunidade científica em geral.

A preocupação inicial de Dokuchaiev, de cunho pedológico - explicar a formação dos solos e estabelecer um sistema de classificação - era, sem dúvida, uma preocupação oportuna em definir uma nova área de estudo e delimitar-lhe o espaço dentro do contexto do campo da Ciência (MTP. IBGE, 1994/2007).

## 5. 13 Modelo Digital do Terreno (MDT)

A técnica clássica de representação de relevo utilizada pelos profissionais da mensuração foi, durante muito tempo, o traçado manual de curvas de nível, a partir de um levantamento topográfico ou por meios fotogramétricos, com a determinação dos valores intermediários por simples interpolação linear. Com a introdução da informática para o tratamento dos dados de mensuração, surgiu uma nova técnica que permite a automatização desse procedimento. Essa nova técnica consiste na descrição matemática do terreno através de uma função de interpolação e recebeu o nome de Modelo Digital do Terreno (SILVA, 1990).

Segundo Felgueiras (1998), um Modelo Numérico do Terreno é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial, que ocorre dentro uma região da superfície terrestre. Dados de Relevo, informação geológica, levantamentos de profundidades do mar ou de um rio, informação meteorológica, e dados e dados geofísicos e geoquímicos são exemplos típicos de fenômenos representados por um MNT. O MDT pode ser definido como a representação matemática de uma superfície, através de coordenadas X, Y, e Z. O termo Digital Terrain Model – DTM foi utilizado inicialmente no Massachusetts Institute of Technology – MIT, por volta de 1955, para projetos de estradas. Atualmente, esta expressão traduz, não apenas a feição altimétrica de uma região, mas qualquer outra característica do terreno a ser representada de forma contínua, como por exemplo temperatura, vegetação, hidrologia, geologia, poluição, tipo de solo, regiões do corpo humano e outras (ROCHA, 2002).

Os modelos são utilizados para se obter informações relevantes da superfície, sem a necessidade de se trabalhar diretamente nela. Estas informações podem ser de caráter qualitativo (visualização da superfície) ou quantitativo, englobando cálculo de áreas, volumes, curvas de isovalores e outros (MADUREIRA, C. & PINA).

As aplicações dos MDT no geoprocessamento são: a geração de mapas de contorno que representam isolinhas, ou seja, curvas que conectam pontos de superfície com mesmo valor. Elas são determinadas a partir de interseções da superfície com

planos horizontais, onde o valor a ser representado pode ser elevação, dados geofísicos, geoquímicos ou meteorológicos. O fatiamento de classes consiste em definir intervalos, ou fatias de cota, com a finalidade de gerar uma imagem temática através do MDT.

A geração de mapas de declividade, a orientação das vertentes que objetiva o cálculo da inclinação, extração de padrões que auxilia nos estudos geomorfológicos, cálculo das áreas, cálculo de volumes, geração de perfis, geração de vistas perspectivas, determinação da intervisibilidade entre pontos que consiste na determinação de áreas visíveis ou não, cálculo de menor caminho que consiste em determinar alternativas de caminho e a correção geométrica de produtos de sensoriamento remoto, onde estes processos são sempre usados em conjunto no Geoprocessamento (ROCHA, 2002).

## 5.14 Geotecnologias

### 5.14.1 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

O Navigation System with timing and Ranging – NAVSTAR – Global Positioning System (GPS), consiste de 24 satélites que orbitam ao redor da Terra duas vezes ao dia em trajetórias muito precisas e transmitem informações de posicionamento. O sistema GPS calcula posições na terra, no mar e no ar a partir de posições conhecidas desses satélites no espaço. (LETHAM, 1996; GORGULHO, 2001; TEIXEIRA & FERREIRA, 2005).

O satélite GPS transmite continuamente sinais de rádio, que viajam a velocidade da luz, levando somente seis centésimos de segundo para atingir o receptor no solo. O sistema é composto por 24 satélites não geostáticos, a uma altitude de 20.200 Km, distribuídos em seis planos orbitais com uma inclinação de 55° em relação ao equador. Essa configuração garante que, no mínimo, quatro satélites estejam sobre o céu do receptor de um usuário em qualquer local da superfície terrestre a qualquer hora do dia, emitindo sinais codificados (MONICO 2000; TOLENTINO, 2003).

### 5.14.2 Cartografia Digital

Os levantamentos executados na superfície terrestre por meio da Geodésia, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Topografia geram dados de diversos interesses e para serem visualizados espacialmente, são representados graficamente no plano, assunto este que caracteriza o objeto da Cartografia (GEMAEL, 1976).

A construção de mapas contendo dados de saúde depende da compatibilização das informações tabulares epidemiológicas com as bases cartográficas digitalizadas, cuja disponibilidade depende da unidade espacial escolhida. Dentre as possíveis unidades espaciais de referência para dados ambientais e sanitários encontram-se o setor censitário, o bairro, a bacia hidrográfica, o distrito sanitário, o distrito administrativo e o município (BARCELLOS & SANTOS, 1996; ROJAS et. al., 1999).

A vantagem do uso de unidades territoriais de agregação de dados é a possibilidade de se obter denominadores para a construção de taxas utilizadas como indicadores epidemiológicos cuja interpretação esta subordinada a uma concepção prévia do processo saúde/doença e do próprio espaço representado (BARCELLOS et. al., 1998; BARCELLOS & RAMALHO, 2002; GRIPP Jr & SOARES, 2006).

Os mapas temáticos possibilitam a visualização da informação desejada do ponto de vista qualitativo e quantitativo onde foram desenvolvidos os chamados métodos de representação cartográfica como os métodos de cartogramas, métodos de pontos, métodos de símbolos e métodos de cartodiagramas, também chamado de valores individuais (DEMERS, 1999).

### 5.14.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O SIG é aplicado para realizar o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mais também de sua localização espacial. As principais características de SIG são inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários, imagens de satélite e modelos numéricos de terreno, oferecendo mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise (CÂMARA et al, 1999)

Os sistemas de Informações Geo-referenciadas ou Sistema de Informações Geográficas (SIGs) são usualmente aceitos como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e portanto, oferece, ao ser implementadas, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística o chamado universo da Geotecnologia (SILVA, 2003)

Os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas computadorizadas que possibilitam o manejo, o processamento e a análise de informação (incluindo o de múltiplas variáveis, simultaneamente), permitindo integrar grandes quantidades de dados de fontes diversas em mapas, gráficos e quadros.

Isso significa que o SIG permita o processamento múltiplo de dados que normalmente exigem a utilização de dois ou três programas computadorizados. Nesse contexto, os SIG podem ser considerados como uma das mais efetivas tecnologias existentes para facilitar os processos de informação e tomada de decisões em saúde pública. Para que os SIGs possam ser utilizados nas análises epidemiológicas é necessário o acesso a banco de dados relevantes a saúde.

A integração do SIG e da Epidemiologia permite visualizar os padrões de eventos na saúde pública e para o planejamento e organização dos serviços de saúde e para avaliação de estratégias de controle e tratamento da população (OPAS, 2000).

#### 5.14.4 Álgebra de Mapas e Modelagem Cartográfica

O que distingue um SIG de outros tipos de sistemas de informação são as funções que realizam análises espaciais. Tais funções utilizam os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais e buscam fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros (CÂMARA et. al., 2001)

Muitos usuários de SIG não estão interessados em saber sobre a arquitetura de como os dados são armazenados ou que algoritmos foram utilizados para implementar uma determinada função de análise espacial.

O método de Álgebra de mapas precisa apenas especificar as operações espaciais a serem usados os nomes dos planos fontes e o resultado o programa de computador aplica a operação a todas as células no plano, isso torna possível escrever modelos com seqüência de cálculos.

Em SIG “modelagem” é um processo analítico para descobrir, descrever e prever fenômenos espaciais. Operações de Modelagem espacial podem ser realizadas diretamente no plano de informação (usando as classes de valores no caso do modelo matricial) ou indiretamente nas tabelas de atributos associados a objetos espaciais ou em combinações de mapas e atributos (modelo vetorial) (MIRANDA, 2005).

Tomlin (1990) separa os modelos cartográficos em descritivos (estatística descritiva) e prescritivos (algo relacionado a técnica de inferência estatística). Modelos cartográficos descritivos mais simples são aqueles que ilustram condições existentes isolando fenômenos pré-selecionados, apresentando os resultados em uma forma que permite ao usuário ter uma visão sobre quais atributos estão localizados em locais específicos e como eles estão associados. Apesar de sua simplicidade, esse tipo de modelo está ainda entre os mais usados porque oferece uma maneira relativamente direta de obter padrões reconhecidos de fenômenos espaciais (DEMERS, 1997).

Não existe uma separação clara entre modelos prescritivos e descritivos. Quer dizer, os dois poderiam ser pensados como dois limites do espectro de modelagem cartográfica, com predição e prescrição crescendo à medida que nos aproximamos do limite prescritivo. Modelos usados para o processo de seleção de locais são usualmente

prescritivos, isto é, eles envolvem a aplicação de um conjunto de critérios que são usados como boas práticas de engenharia e podem resultar de um conjunto de fatores científicos. (BONHAM- CARTER, 1997; DEMERS, 1997).

A modelagem cartográfica oferece funcionalidades de operações sobre os dados que se baseiam na caracterização das posições individuais, de posições com respeito a uma certa vizinhança, ou de posições que se relacionam a zonas ou regiões (CÂMARA, 1996).

#### 5.14.5 Análise Algébrica Cumulativa

As análises algébricas cumulativa correspondem a operações tipo adição, subtração e divisão entre matrizes que correspondem ao arranjo dos dados espaciais contidos em mapas geo-referenciados. Evidentemente estes conjuntos de mapas temáticos produzidos mediante essa operações freqüentemente podem apresentar resultados ambíguos, portanto predispondo encaminhamentos incorretos de intervenção na realidade do meio físico.

Sobre a produção de mapas fundidos (SILVA, 2003) , comumente aparece ambigüidades que devem ser eliminadas (Figura 17). O modelo para eliminação de ambigüidades é baseado em uma série de operações aritméticas.

Operações algébricas cumulativas com ambigüidade numérica.

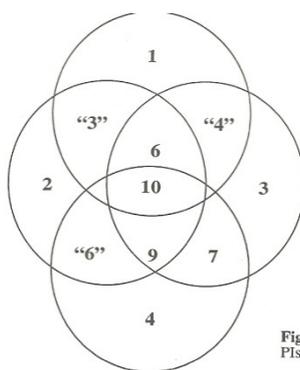


Fig 17. Fonte: Silva, 2003.

figura 17: representa, esquematicamente, quatro mapas temáticos, em formato raster, superpostos, possuindo cada um, os seguintes dados não espaciais ou atributos: 1, 2, 3 e 4.

A modelagem a ser executada baseia-se, como é muito freqüente, em uma soma de matrizes de tal forma que a simultaneidades sejam expressas por valores que serão posteriormente avaliados e hierarquizados.

Percebe-se claramente que áreas apresentando valores 3 podem significar a intersecção de áreas com atributos 2 e 1; como também área com atributo 3; áreas com atributos iguais a 4 podem representar tanto a soma dois atributos 3 e 1, como a própria área que possui atributo 4.

Para eliminar essa ambigüidade, uma seqüência ordenada de potências de 2 é associada aos atributos originais e o resultado da soma de atributos se revela sem ambigüidades ( Figura 18).

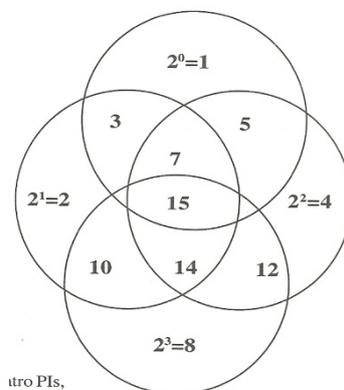


Figura 18: operações algébricas sem ambigüidade numérica.

Fonte: Silva, 2003

É importante ressaltar que essa ambigüidade, denominada ambigüidade de atributos, tende a assumir proporções dramáticas a medida que um maior número de pixes são manipulados. Ao associar a potencia de 2 aos atributos originais, independentemente da quantidade de atributos existentes, o resultado final da soma das matrizes sempre apresentará valores individualizados, sendo o número total dos valores a  $2^2 m - 1$ , em que m representa o número de atributos envolvidos na operação da soma. Para restaurar a hierarquia dos dados, operações logarítmicas são efetuadas. Temos  $(2^1 + \dots + 2n) = A$ , em que n representa a seqüência original; para restaurá-la, podemos utilizar a seguinte equação:  $N = \log A / \log 2$  (SILVA, 2003).

#### 5.14.6 Análise Multicritérios

A metodologia de avaliação consiste em fazer uma escolha entre alternativas levando em conta vários critérios. O progresso dos métodos de avaliação multicritério pode ser dividido sucintamente em dois períodos: pré e pós-Segunda Guerra. O primeiro período foi marcado por uma forte tendência para uma análise de compromisso financeiro, com atenção orientada para a avaliação do sistema de defesa americano considerando custo e benefício. No período pós-guerra, o campo de avaliação de projetos experimentou melhorias constantes.

Nos anos 70, outro instrumento de avaliação ganhou popularidade nas políticas públicas, a análise de custo-benefício social (CBS). Esta técnica fez um esforço para avaliar a importância de impactos de alternativas por meio de uma abordagem de mercado.

A incapacidade da análise CBS de trabalhar com critérios qualitativos (não comensuráveis) levou os pesquisadores a desenvolver uma nova classe de métodos de avaliação capaz de manipular critérios qualitativos e quantitativos, chamada Análise multicritério (AMC). Um dos primeiros métodos, o Electre, surgiu na França, e tornou-se uma metodologia de avaliação influente. Pelos anos 80 havia mais de 40 métodos de análises diferentes empregados no planejamento e avaliação, usados com diferentes propósitos e em diferentes contextos. Métodos de AMC são conhecidos como técnicas de otimização, pois o objetivo é encontrar soluções ao problema, geralmente mediante a maximização dos objetivos (NIJKAMP, 1989; MIRANDA, 1999).

Nos anos 90, a AMC provou ser uma das mais proveitosas metodologias na análise de otimização, melhorando a qualidade da tomada de decisão disponibilizando tanto uma base metodológica para a análise de decisão como um quadro operacional para a tomada de decisão real. Entre as técnicas classificadas para uso na AMC estão a combinação linear ponderada, função de utilidade e programação de objetivos múltiplos.

A ênfase mais recente sobre múltiplos objetivos que definem um problema, com desigualdade social, ambiente, sustentabilidade e planejamento descentralizado e participativo tem considerado a relevância de técnicas de análise multicritério, cujo maior trunfo é sua habilidade de endereçar problemas de avaliação e escolha marcados por interesses conflitantes. Esses métodos de avaliação buscam soluções para problemas

heterogêneos e conflitantes no planejamento regional e urbano, um caso típico de aplicação de SIG. Projetos de investimentos (agrícolas, energéticos, florestamento, etc..) apresentam impactos nas dimensões econômica, social e ambiental, requerendo abordagem multidimensional, com a devida solução dos conflitos existentes (PÉTRY, 1990).

O trabalho com AMC exige a definição de três tipos de dados: valores dos critérios, pesos e a função de busca. Os valores dos critérios representam o grau com que a alternativa se relaciona a um certo critério na avaliação um, multicritério. Quando se trabalha com um problema prático em SIG, uma alternativa se refere a uma solução do problema e um critério pode ser pensado como um tema de um mapa (solo, rios, estradas etc..). Existem diferentes maneiras de determinar um conjunto de valores para os critérios. A definição desses valores depende do problema em questão.

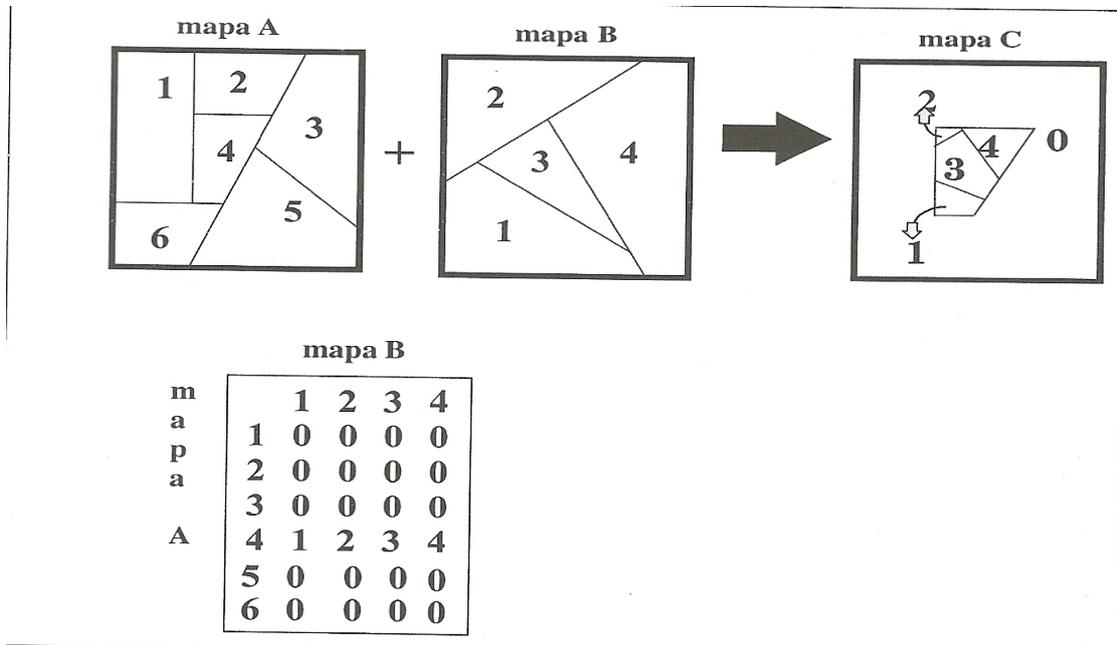
Tendo tratado dos valores dos critérios e sua padronização, o segundo elemento importante em uma Análise Multicritérios é a definição dos pesos. É necessária a atribuição de uma importância relativa ou prioridade de cada critério em relação aos outros. Essa prioridade pode ser expressa de duas maneiras: números quantitativos, usualmente conhecidos por pesos e a qualitativa ou ordinal que são chamados de prioridades. O método mais usado é o direto, quando os pesos são definidos de maneira interativa. Existe uma grande variedade de métodos que implementam a função de busca, mas como trabalhos efetivamente disponíveis na literatura integrando SIG e AMC pode-se citar a combinação linear ponderada (EASTMAN, 1999).

Qualquer método de análise multicritério disponível pode ser implementado em um SIG. O uso das funções de sobreposição e reclassificação pode ser suficiente para implementar uma análise multicritério.

### 5.14.7 Operações de Superposição

As operações de superposição são extensivamente utilizadas em SIG. Como todos os Planos de informações estão georeferenciados, as superposições podem ser eficazmente implementadas, não havendo limite do número de superposições possíveis. As principais operações de superposição são: imposição ou máscara, colagem, associação e sincronização.

A imposição ou máscara é definida como a seleção de uma determinada área para ser analisada e observada em todos os pixels de um determinado projeto como mostra a figura 19 (SILVA, 2003).



Fonte: Silva, 2003.

Figura 19: operação de superposição por máscara.

#### 5.14.8 Técnicas de Inferência Geográfica

Nas maiorias dos projetos desenvolvidos em SIG a principal proposta é a combinação de dados espaciais, com o objetivo de descrever e analisar interações, para fazer previsões através de modelos, e fornecer apoio as decisões tomadas por especialistas. A combinação desses dados multi-fonte permitirá uma redução na ambigüidade das interpretações que normalmente são obtidas através da análise individual dos dados (PENDOCK & NEDELIKOVIC, 1996).

Nesta Pesquisa a Inferência Média Ponderada foi usada para encontrar áreas de favorabilidade a existência da esquistossomose. Eastman et al. (1995) cita a média ponderada como a técnica mais utilizada em projetos que envolvam análise espacial. Neste método cada mapa de entrada será utilizado como uma evidência que receberá um peso diferente dependendo da importância para com a hipótese sobre consideração. Neste caso cada plano de informação. O resultado será um mapa com áreas que expressam um grau de importância relativa através dos valores numéricos de saída.

O primeiro passo para aplicação do método é a ponderação das classes de cada plano de informação segundo pesos definidos empiricamente. Os planos de informação ponderados são então somados através de uma soma ponderada onde cada plano informação recebeu pesos segundo sua importância relativa.

O método de Média Ponderada permite uma maior flexibilidade na combinação dos mapas do que o método Booleano. O mapa ponderado pode ser ajustado para refletir, o julgamento de um especialista, segundo os pesos de importância definidos para cada critério. A maior desvantagem desse método, entretanto recai provavelmente no caráter linear de adição das evidências (BONHAM & CARTER, 1994).

### 5.15 Estudo de Doenças através das Técnicas de Geoprocessamento

Os eventos em saúde são ocorrências que tem um interesse para a vigilância em saúde, e que em geral tem uma dimensão espacial, isto é pode ser representado em mapa como pontos. Se esses eventos estiverem concentrados no espaço é bem provável que exista uma determinação espacial deste evento e que encontrado os lugares com maior concentração, temos uma pista para identificar fatores ambientais, sociais ou ligados a própria assistência à saúde que podem ser objeto de ação da vigilância em saúde (MS, 2007).

## 6.0 Análise Espacial

O estudo dos padrões de distribuição geográfica das doenças e suas relações com fatores sócio-ambientais de risco, constituem-se no objeto do que hoje chama-se de Epidemiologia Geográfica, que tem se constituído em campo de aplicação de métodos de análise cada vez mais sofisticados na área da estatística (SHIMAKURA et al. 2001).

A noção de dependência espacial parte do que se convencionou chamar de primeira lei da geografia: “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”. A dependência espacial está presente em todas as direções e fica mais fraca na medida em que aumenta a dispersão na localização dos dados (CÂMARA et. al., 2002).

As técnicas de análise espacial são orientadas pela natureza dos dados coletados. Existem diferentes técnicas para proceder à análise quando os dados estão disponíveis como: informações sobre fatores ambientais de caráter contínuo; informações sobre fluxo e acesso; dados relativos à localização precisa de eventos no espaço; dados relativos a áreas (BAILEY, 2001).

A análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno (CÂMARA et. al., 2002).

As questões espaciais relacionadas ao processo saúde-doença – alocação dos serviços de saúde e distribuição das doenças – têm sido objeto de estudos de grupos de geógrafos de vários países. No Brasil, observa-se uma tendência ao incremento de pesquisas, mesmo que de forma isolada, entre alguns geógrafos e epidemiologistas (ANDRADE, 2000).

A modelagem de dados espaciais utiliza métodos que especificam modelos estatísticos e tentam estimar parâmetros. Preocupa-se com fenômenos estocásticos ou seja aqueles que estão sujeitos a incerteza ou influenciados pelas leis da probabilidade. (ANDRADE et. al., 2007).

7. Resultado e Discussão

Modelagem Cartográfica em SIG da Esquistossomose mansoni no município de Santo Amaro, Bahia utilizada nesta pesquisa é apresentada na figura 20.

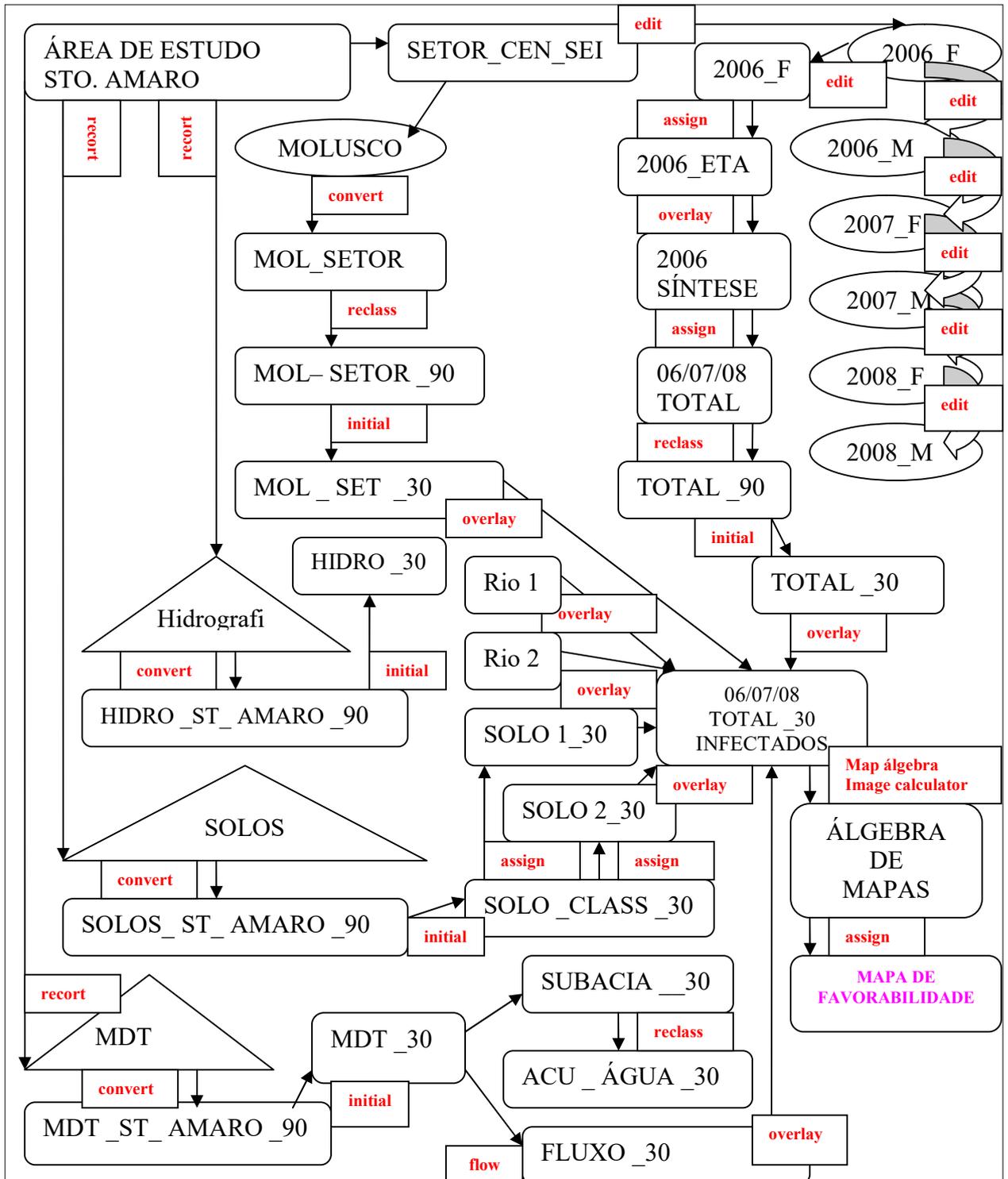


Figura 20: Modelagem Cartográfica para execução da pesquisa.

A modelagem cartográfica começa com o recorte da área de estudo e sua distribuição em setores censitários, onde foram plotadas as 18 localidades, representando os domicílios residenciais das pessoas infectadas nos anos de 2006, 2007 e 2008. De posse das tabelas censitárias foi possível tabular os dados segundo o gênero e a faixa etária, produzindo mapas específicos.

Com esses mapas dos infectados distribuídos por setor foram criados mapas sínteses para uma melhor interpretação do panorama espacial da doença e como estaria distribuída nos anos e da quantificação total do enfermos.

Em seguida foram georeferenciado os pontos obtidos no campo (103) dos lugares onde estão localizados os moluscos da *Biomphalaria sp*, apenas como referência espacial e não quanto a sua positividade ao parasito e sua contaminação.

Foi recortada a hidrografia do municio e transformada de vetor para raster e assim como todos os mapas com sua resolução espacial de 30 metros, onde foi dividido em rios permanentes com buffer de 200 metros e rios intermitentes com buffer de 100 metros, essa escolha da distância deve-se as seguintes premissas, os rios intermitentes possuem água em períodos do ano específicos, enquanto os rios perenes possuem água durante todo o ano.

Os solos da região possuem as seguintes classes: argissolo vermelho amarelo eutrófico, argissolo vermelho amarelo distrófico, latossolo amarelo distrófico, vertissolos, espodossolo hidromórfico, argissolo vermelho distrófico, neossolo quartzorênico, onde foram selecionados os Argissolos e os Vertissolos, pois nestes verificou-se a maior concentração de moluscos.

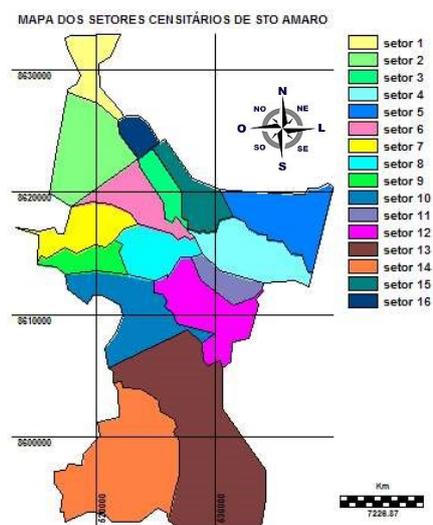
A partir da análise do MDT foram extraídas as subacias e os locais de acúmulo e retenção de água e o seu fluxo na região.

Os mapas raster foram padronizados quanto a resolução espacial, números de colunas e linhas, a projeção cartográfica e DATUM.

A composição final com as áreas favoráveis para a doença resultou de operações algébricas sem ambiguidade.

Com base nos dados de esquistossomose mansoni e inquérito malacológico, disponibilizados pelo Programa de Controle da Esquistossomose (PCE) da Secretaria Municipal de Santo Amaro e pela Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB), foram produzidos mapas temáticos do município de Santo Amaro.

Identificada incompatibilização entre os limites políticos dos setores censitários entre o IBGE e o SEI, optamos trabalhar com os setores do SEI, pois estes são utilizados pela vigilância sanitária do estado.



**Figura 21: Setores Censitários Santo Amaro / SEI**

O município de Santo Amaro com seus setores divididos por área:

SETOR	KM <sup>2</sup>
1	16.18
2	39.46
3	10.45
4	30.86
5	33.59
6	21.22
7	21.49
8	20.70
9	12.23
10	36.85
11	10.61
12	34.79
13	101.85
14	75.11
15	18.29
16	7.40

Tabela 1: divisão dos setores censitários por km<sup>2</sup>

Foram encontradas 18 localidades as quais foram associadas aos setores censitários conforme mostra a tabela 2:

<b>Localidades</b>	<b>UTM(L)</b>	<b>UTM(N)</b>	<b>Setores</b>
<b>Acupe</b>	<b>526400</b>	<b>8600700</b>	<b>4</b>
<b>Bonfim</b>	<b>530900</b>	<b>8613500</b>	<b>12</b>
<b>Vitória</b>	<b>526100</b>	<b>8613300</b>	<b>12</b>
<b>Trapiche</b>	<b>531900</b>	<b>8610300</b>	<b>11</b>
<b>Nova Santo Amaro</b>	<b>531600</b>	<b>8611900</b>	<b>11</b>
<b>Sacramento</b>	<b>530800</b>	<b>8613200</b>	<b>12</b>
<b>Pedra branca</b>	<b>525700</b>	<b>8612200</b>	<b>11</b>
<b>Mucuripe</b>	<b>528900</b>	<b>8614600</b>	<b>4</b>
<b>Candolândia</b>	<b>534100</b>	<b>8613000</b>	<b>8</b>
<b>Subaé</b>	<b>527700</b>	<b>8615200</b>	<b>4</b>
<b>Gericó</b>	<b>529500</b>	<b>8614900</b>	<b>11</b>
<b>Centro</b>	<b>531700</b>	<b>8612400</b>	<b>14</b>
<b>Murundu</b>	<b>522900</b>	<b>8597500</b>	<b>15</b>
<b>Fazenda Canoa</b>	<b>526000</b>	<b>8623200</b>	<b>14</b>
<b>Serra D'Água</b>	<b>519100</b>	<b>8614100</b>	<b>9</b>
<b>Assentamento Boavista</b>	<b>524200</b>	<b>8608800</b>	<b>10</b>
<b>Sítio Camaçari</b>	<b>517500</b>	<b>8613600</b>	<b>9</b>
<b>Tabuleiro</b>	<b>517700</b>	<b>8612280</b>	<b>10</b>

**Tabela 2: Localidades / setor**

A figura 22 apresenta o mapa com a distribuição espacial das 18 localidades nos dezesseis setores do município.

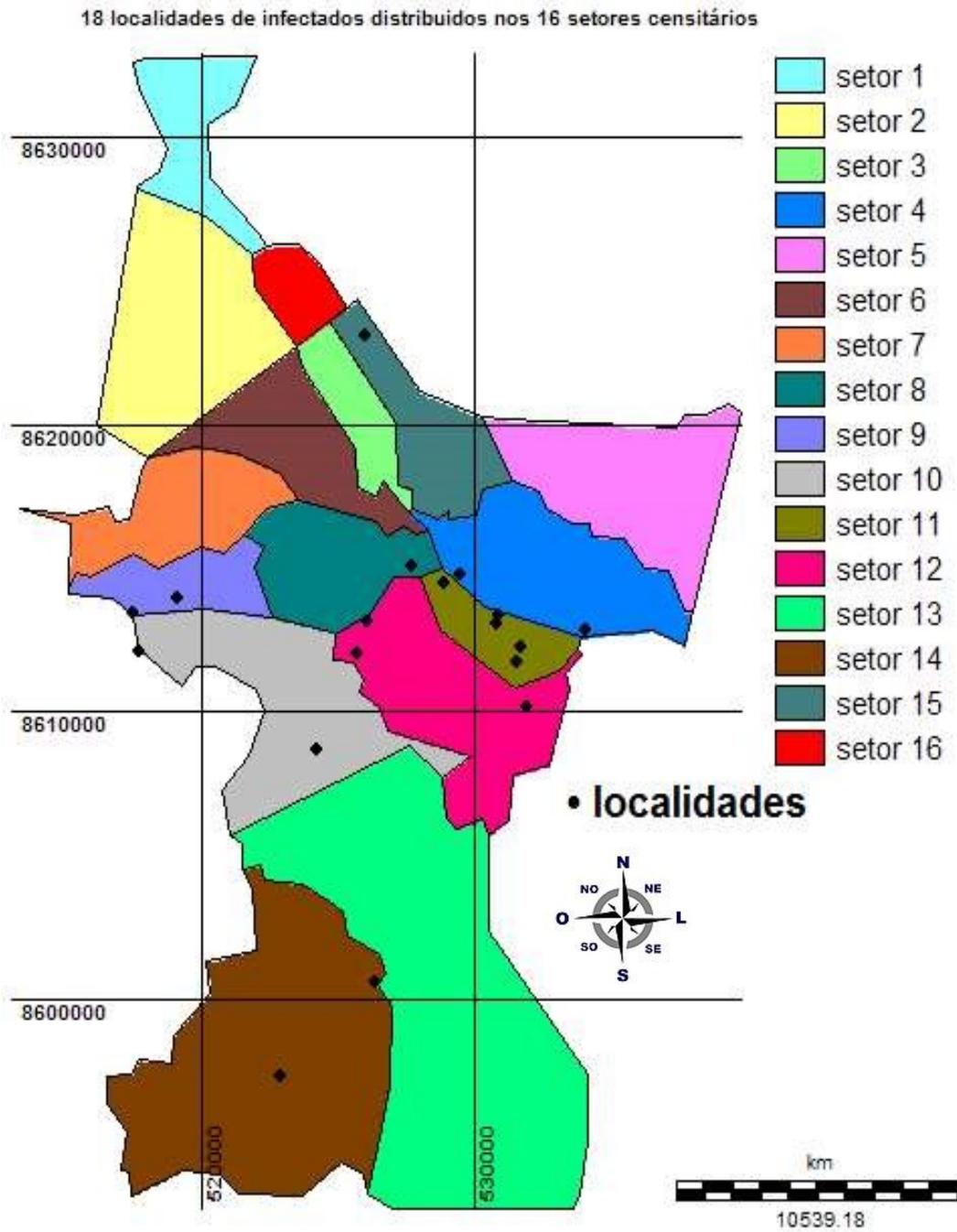


Figura 22: localidades nos setores

Conforme a tabulação dos dados do setor onde as localidades se encontram, pode-se fazer assim a modelagem epidemiológica espacial no município de Santo amaro e editar o número de infectados por gênero e sua faixa etária nos anos de 2006, 2007 e 2008. O primeiro ano a ser investigado foi o ano de 2006, dividido em sexo e em seis faixas etárias que variaram de 1 à 90 anos como estão representadas na figura 23.

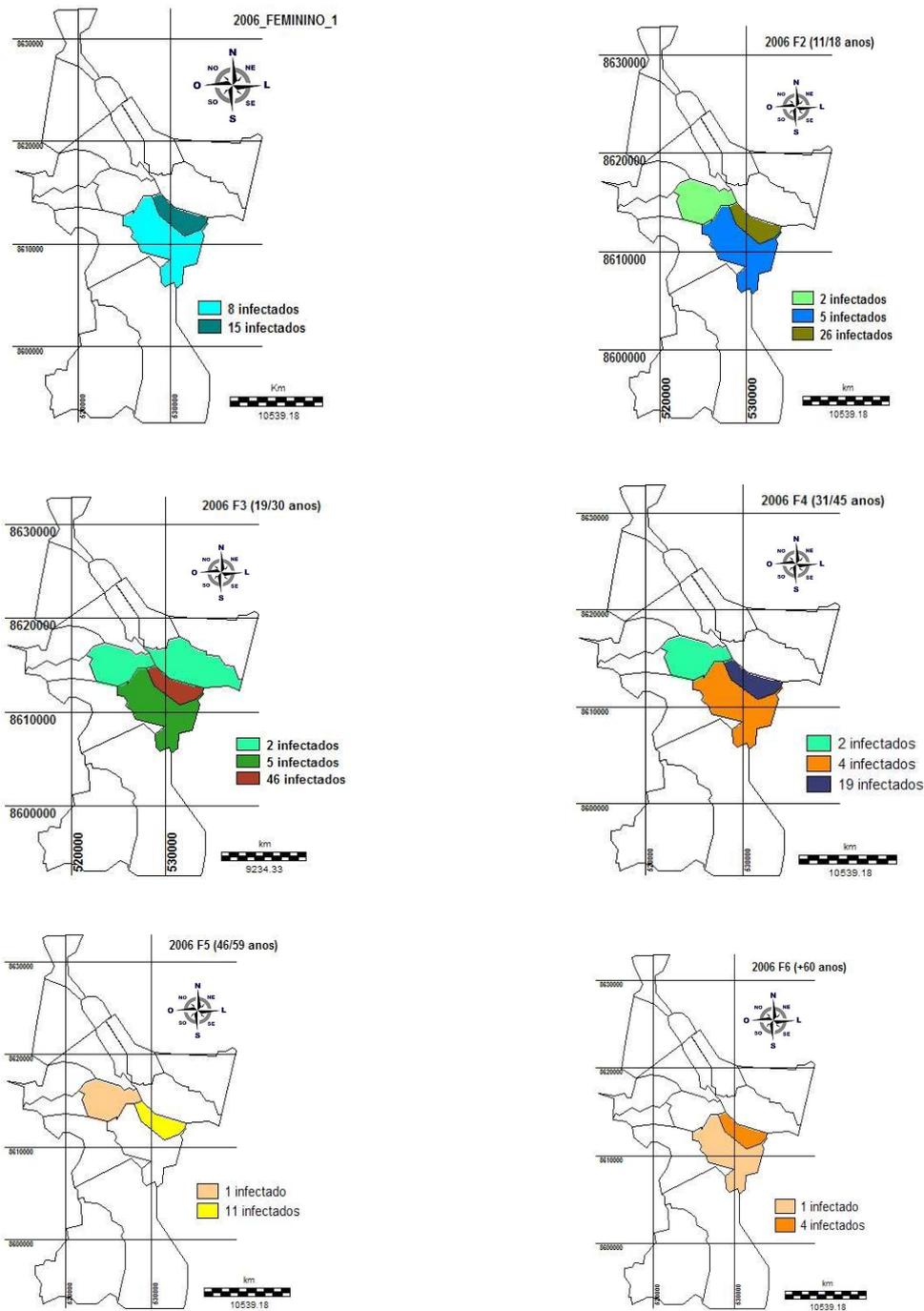


Figura 23: seis mapas do ano de 2006 divididos por infectados /setor censitário do sexo feminino.

Os mapas a seguir mostram a distribuição espacial no ano de 2006 dos masculinos como estão representados na figura 24.

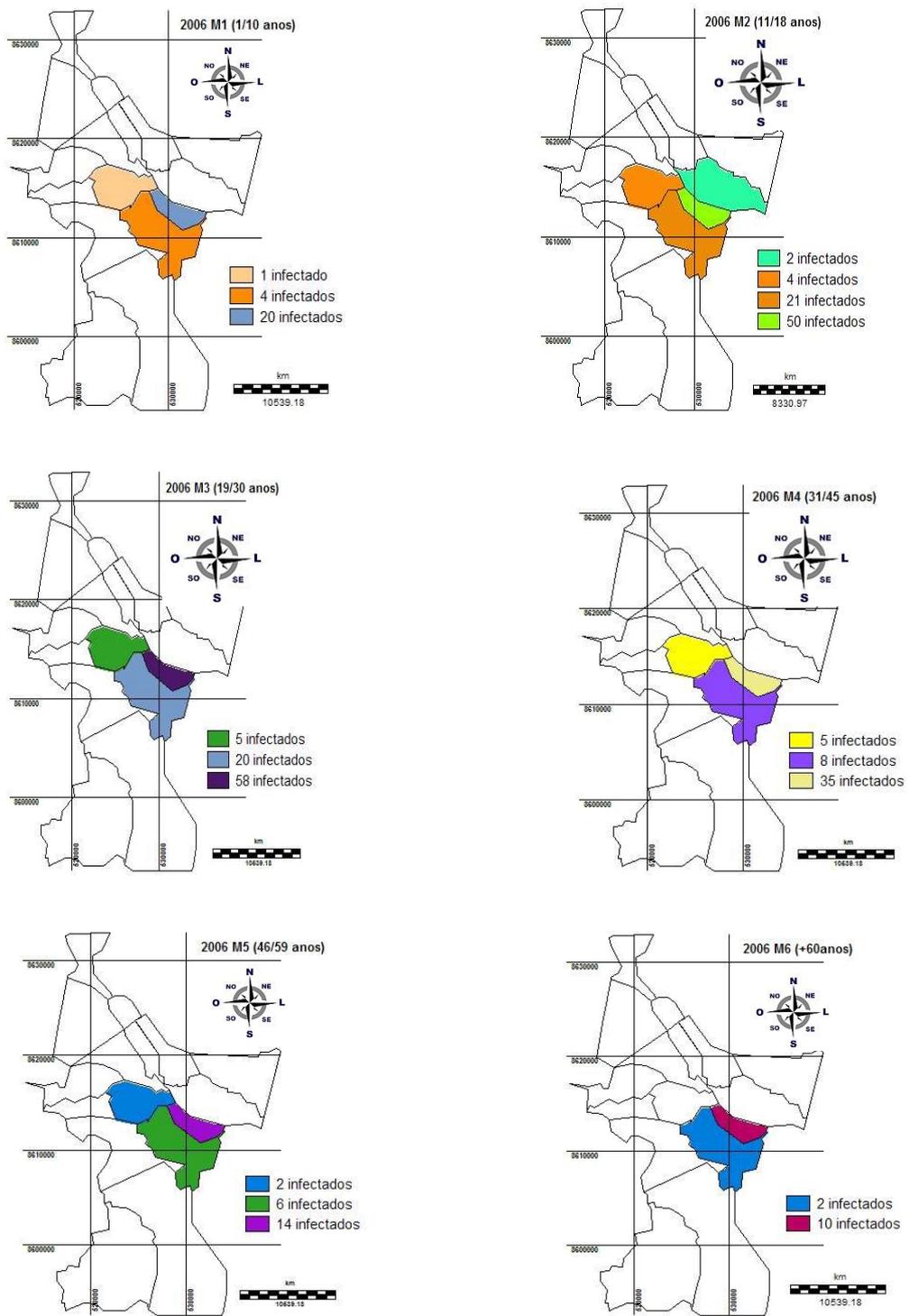


Figura 24: a distribuição espacial infectados/setor no ano de 2006 do sexo masculino.

O próximos sies mapas mostram a distribuição espacial no ano de 2007 do sexo feminino como estão representados na figura 25.

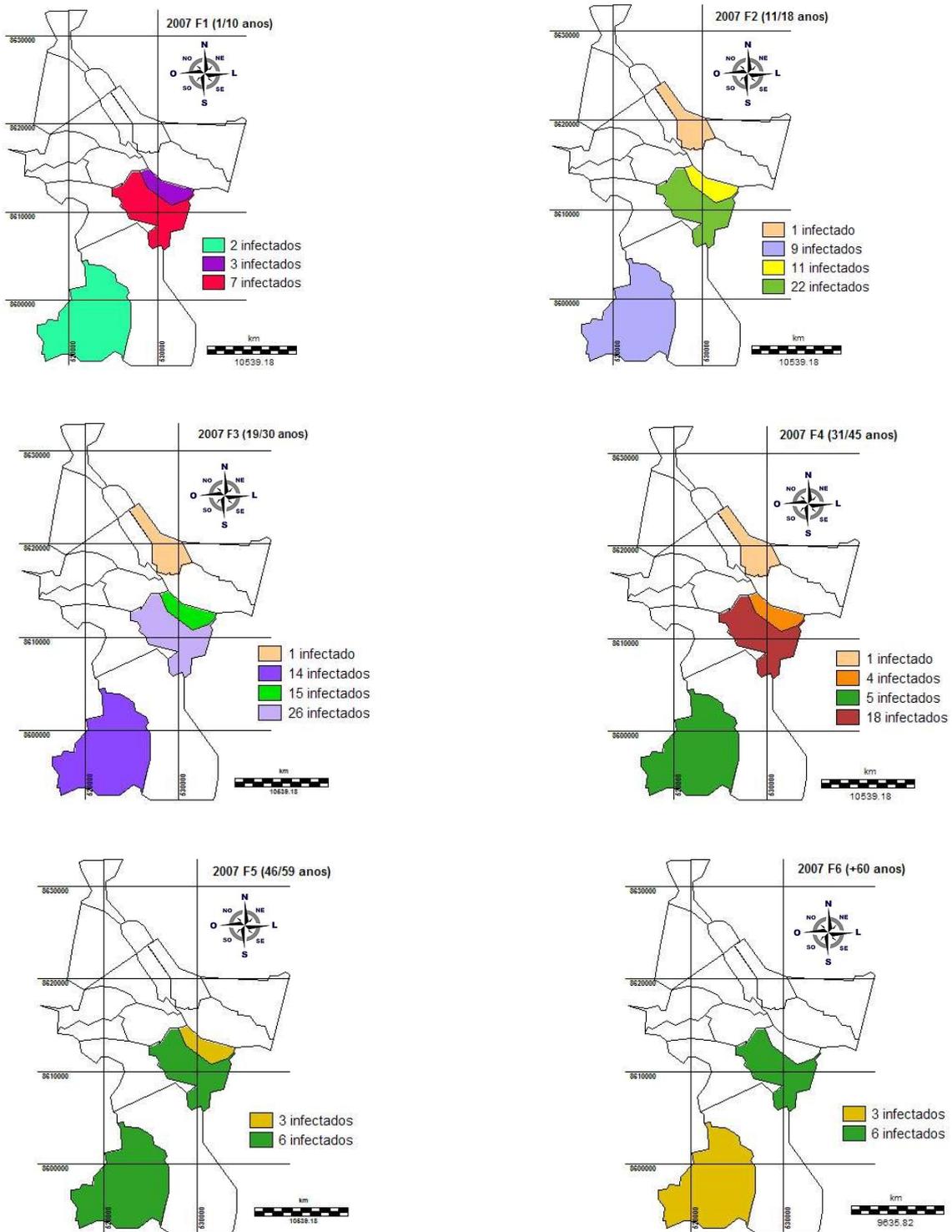


Figura 25: infectados/setor do ano de 2007, do gênero feminino.

A modelagem espacial epidemiológica dos homens infectados no ano de 2007 conforme a figura 26.

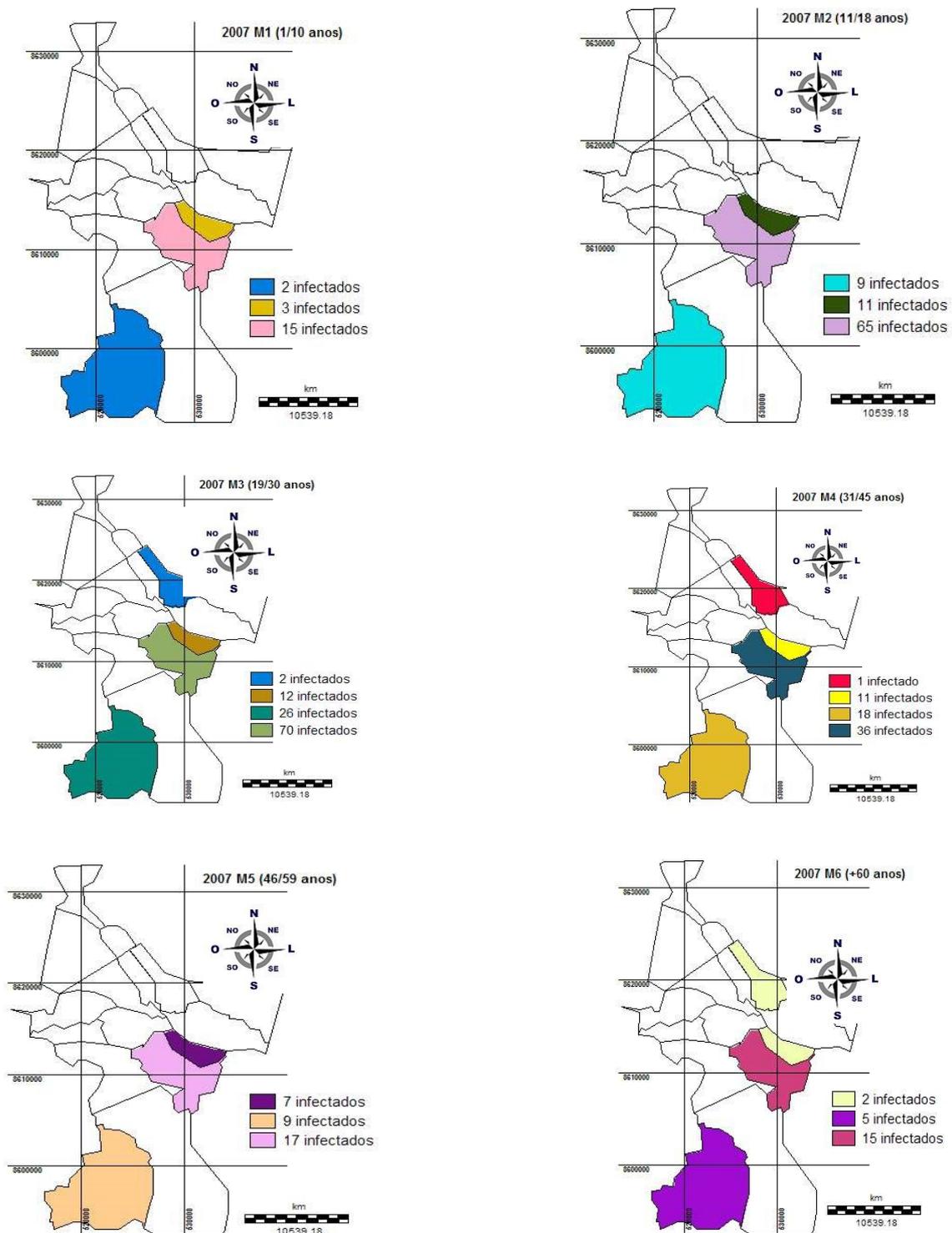


Figura 26: infectados por setor no ano de 2007 do sexo masculino.

A distribuição dos infectados do sexo feminino no ano de 2008 como estão representadas na figura 27.

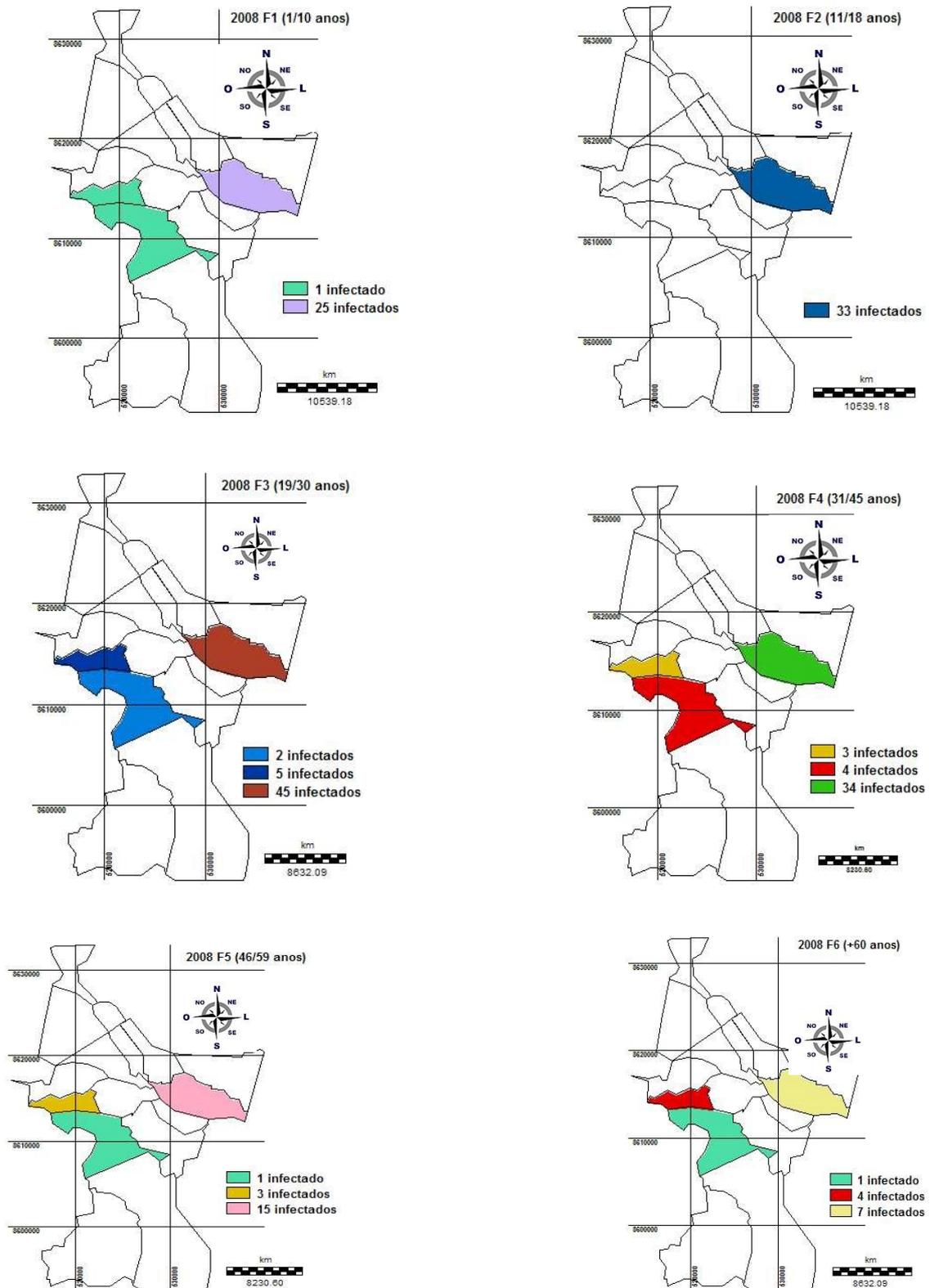


Figura 27: As pessoas infectadas no ano de 2008 do gênero feminino por setor.

A modelagem cartográfica dos infectados homens no ano de 2008 como estão representadas na figura 28.

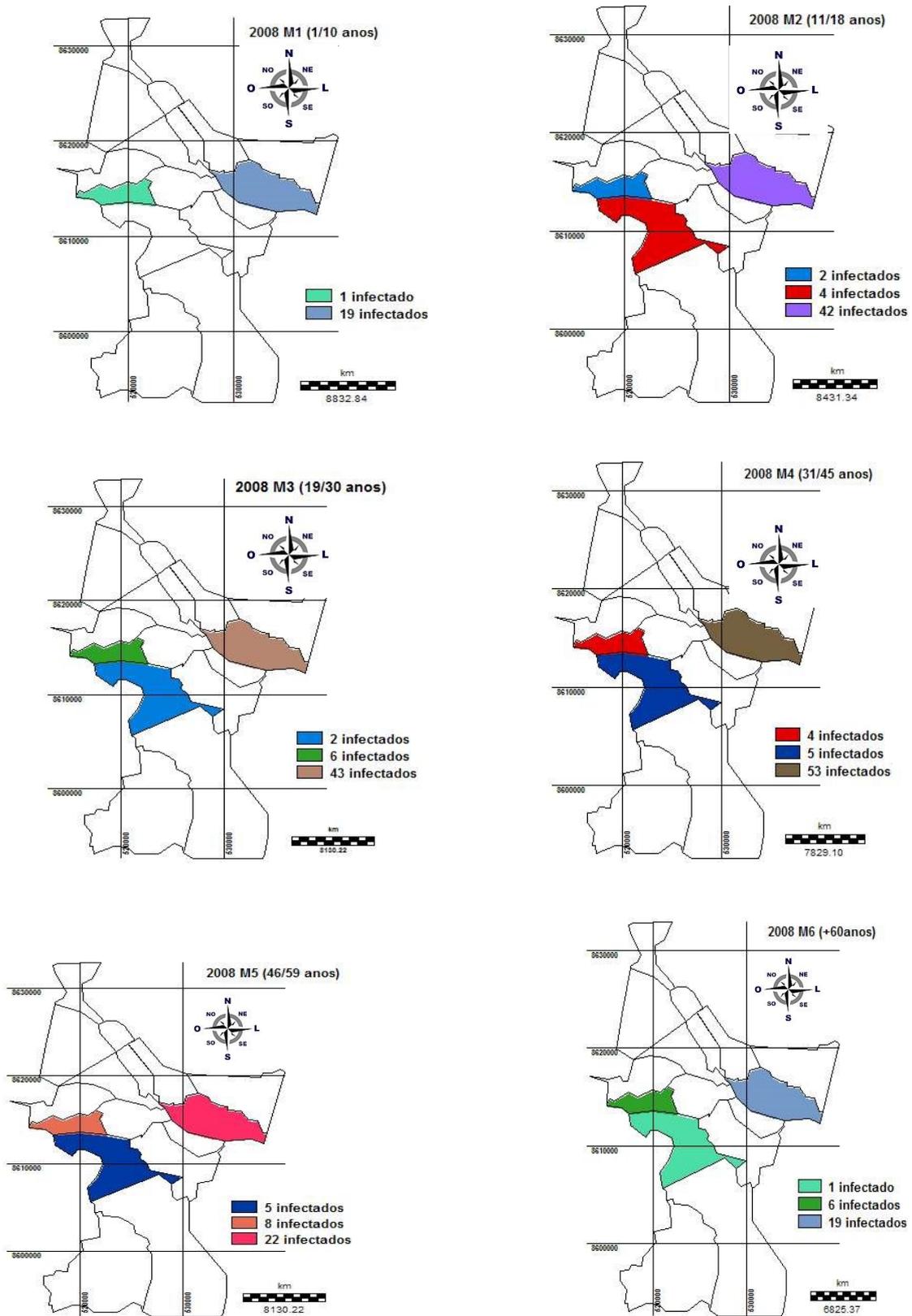


Figura 28: Infectados no ano de 2008, do gênero masculino por setor.

Onde aparece distribuído os indivíduos caso que no ano de 2006, 8 crianças do sexo feminino de 1 a 10 anos estão infectadas no setor 12 e que 15 estão no setor 11; tinham 2 adolescentes do sexo feminino infectados no setor 8, e 5 no setor 12 e 26 no setor 11; 2 mulheres de 19 anos a 30 anos estariam infectadas nos setores 4 e 8, 46 mulheres no setor 11 e 5 no setor 12; 2 mulheres de 31 à 45 estariam infectadas no setor 8, mais 4 no setor 12 e 19 no setor 11; 1 mulher de 46 à 59 estaria infectada no setor 8 e mais 11 no setor 11 e 1 mulher com mais de 60 anos estaria infectada no setor 11 e 4 no setor 12.

No ano de 2006, sendo que do sexo masculino, 1 menino da faixa etária de 1 à 10 anos estaria infectado no setor 8, quatro no setor 12 e vinte no setor 11; 2 adolescentes do sexo masculino da faixa etária de 11 à 18 anos estariam infectados no setor 4, mais quatro no setor 8, mais 21 no setor 12 e cinquenta no setor 11; cinco homens na faixa etária de 19 à 30 anos estariam infectados no setor 8, mais 20 no setor 12 e 58 infectados no setor 11; 5 homens entre 31 e 45 anos estariam infectados no setor 8, oito indivíduos no setor 12 e 35 no setor 11; 2 pessoas no setor 8 do sexo masculino com faixa etária variando de 46 à 59 anos infectadas, mais seis no setor 12 e 14 homens infectados no setor 11; 2 homens com mais de 60 anos no setor 12 e mais 10 no setor 11 estariam infectados naquele ano.

No ano de 2007, havia duas meninas na faixa etária de um a dez anos que estariam infectadas no setor 14, três no setor 11 e sete no setor 12; uma adolescente na faixa etária de 11 a 18 anos infectada no setor 15, mais 9 no setor 14, 11 infectadas no setor 11 e 22 no setor 12; 1 mulher infectada com idade variando de 19 a 30 anos no setor 15, quatorze infectadas no setor 14, quinze no setor 11 e 26 no setor 12; 1 mulher infectada com idade entre 31 e 45 anos no setor 15, quatro infectadas no setor 11, cinco no setor 14 e dezoito no setor 12; a infecção em três mulheres na faixa de 46 à 59 anos no setor censitário de número 11, seis no setor 12 e mais seis no setor 14. Em 2007 tinham três mulheres acima de 60 anos com o parasito no setor 12 e seis no setor 14.

Em 2007 tinham dois homens na faixa etária de 1 a 10 anos infectados no setor 14, três no setor 11 e quinze no setor 12; 2 pessoas do sexo masculino, na faixa etária de 11 à 18 anos que estariam infectadas nos setor 14, onze no setor 11 e 65 infectados no setor 12; 2 homens na faixa etária de 19 à 30 infectados no setor 15, doze no setor 11, vinte e seis no setor 15 e setenta no setor 12; 1 infectado homem de 31 à 45 anos no setor 15, onze no setor 11, dezoito no setor 14 e trinta e seis no setor 12; 7 homens infectados no setor 11 com idade variando de 46 à 59 anos, nove no setor 14 e dezessete

no 12; 2 indivíduos homem com mais de 60 anos infectado nos setores 14 e 11, cinco no setor 15 e quinze no setor 12.

O ano de 2008, tinha uma criança do sexo feminino com faixa etária de 1 à 10 anos no setor 9, uma no setor 10 e vinte e cinco no setor 4; 33 adolescentes mulheres de 11 à 18 anos infectados no setor 4; 2 jovens de 19 à 30 anos infectada no setor 10, cinco no setor 9 e quarenta e cinco no setor 4; no setor 9, três mulheres com faixa etária variando de 31 à 45 anos, mais quatro no setor 10 e trinta e quatro no setor 4; no setor 10 havia no ano de 2008 uma mulher com idade entre 46 e 59 anos, três no setor 9 e quinze no setor 4; 1 mulher com mais de 60 anos infectada no setor 10, quatro no setor 9 e sete no setor 4.

No ano de 2008, havia um menino com faixa etária de 1 à 10 anos infectado no setor 9 e dezenove no setor 4; no setor 9 dois adolescentes homens infectados com idade entre 11 e 18 anos, quatro no setor 10 e quarenta e duas no setor 4; no setor 10 havia no ano de 2008 dois homens infectados com sua faixa etária variando de 19 à 30 anos, seis no setor 9 e quarenta e três no setor 4; quatro homens infectados no setor 9, com sua faixa etária variando de 31 à 45 anos, no setor 10, com cinco infectados e no setor 4 com cinqüenta e três; no setor 10, cinco pessoas do sexo masculino, na faixa etária de 46 à 59 anos, oito no setor 9 e vinte duas no setor 4, no ano de 2008, havia no setor 10, um homem com mais de 60 anos infectado, seis no setor 9 e dezenove no setor 4 conforme mostram as tabelas 3 e 4.

FEMININO																		
	FAIXA ETÁRIA		SETORES															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2006	1/10	1											15	8				
	11/18	2							2				26	5				
	19/30	3				2			2				46	5				
	31/45	4							2				19	4				
	46/59	5								1			11					
	60/90	6											1	4				
2007	1/10	1											3	7		2		
	11/18	2											11	22		9	1	
	19/30	3											15	26		14	1	
	31/45	4											4	18		5	1	
	46/59	5											3	6		6		
	60/90	6												3		6		
2008	1/10	1				25				1	1							
	11/18	2				33												
	19/30	3				45				5	2							
	31/45	4				34				3	4							
	46/59	5				15				3	1							
	60/90	6				7				4	1							

Tabela 3: Infectados Femininos por setor.

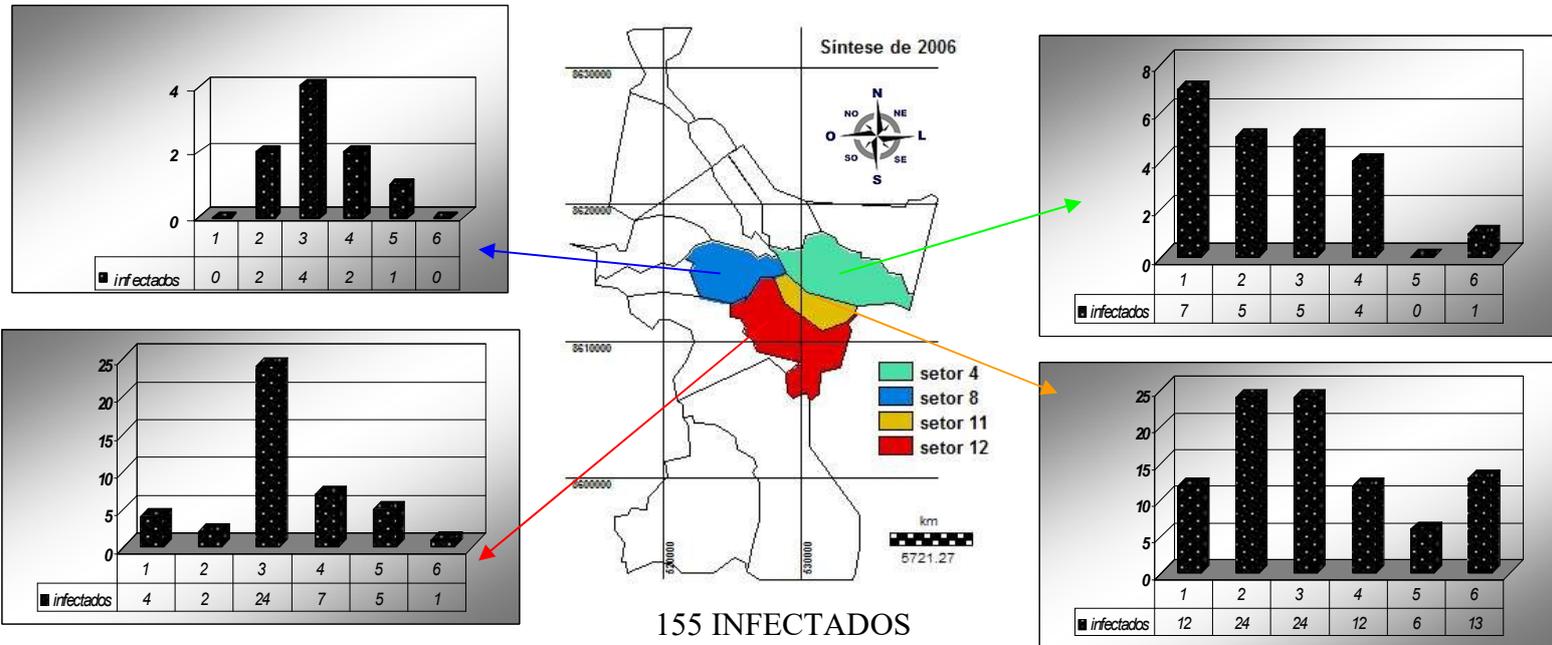
MASCULINO																		
	FAIXA ETÁRIA		SETORES															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>2006</b>	1/10	1								1			20	4				
	11/18	2								4			50	21				
	19/30	3								5			58	20				
	31/45	4								5			35	8				
	46/59	5								2			14	6				
	60/90	6											10	2				
<b>2007</b>	1/10	1										3	15		2			
	11/18	2										11	65				2	
	19/30	3										12	70		2	26		
	31/45	4										11	36		18	1		
	46/59	5										7	17		9	6		
	60/90	6											24	15		2	5	
<b>2008</b>	1/10	1				19				1								
	11/18	2				42				2	4							
	19/30	3				43				6	2							
	31/45	4				53				4	5							
	46/59	5				22				8	5							
	60/90	6				19				6	1							

Tabela 4: Infectados masculinos por setor.

Com esses dados dispostos foram criados mapas sínteses através de gráficos para cada ano e se visualizar quais seriam as pessoas mais atingidas conforme mostram as figuras 29, 30 e 31.

2006

FEMININO



MASCULINO

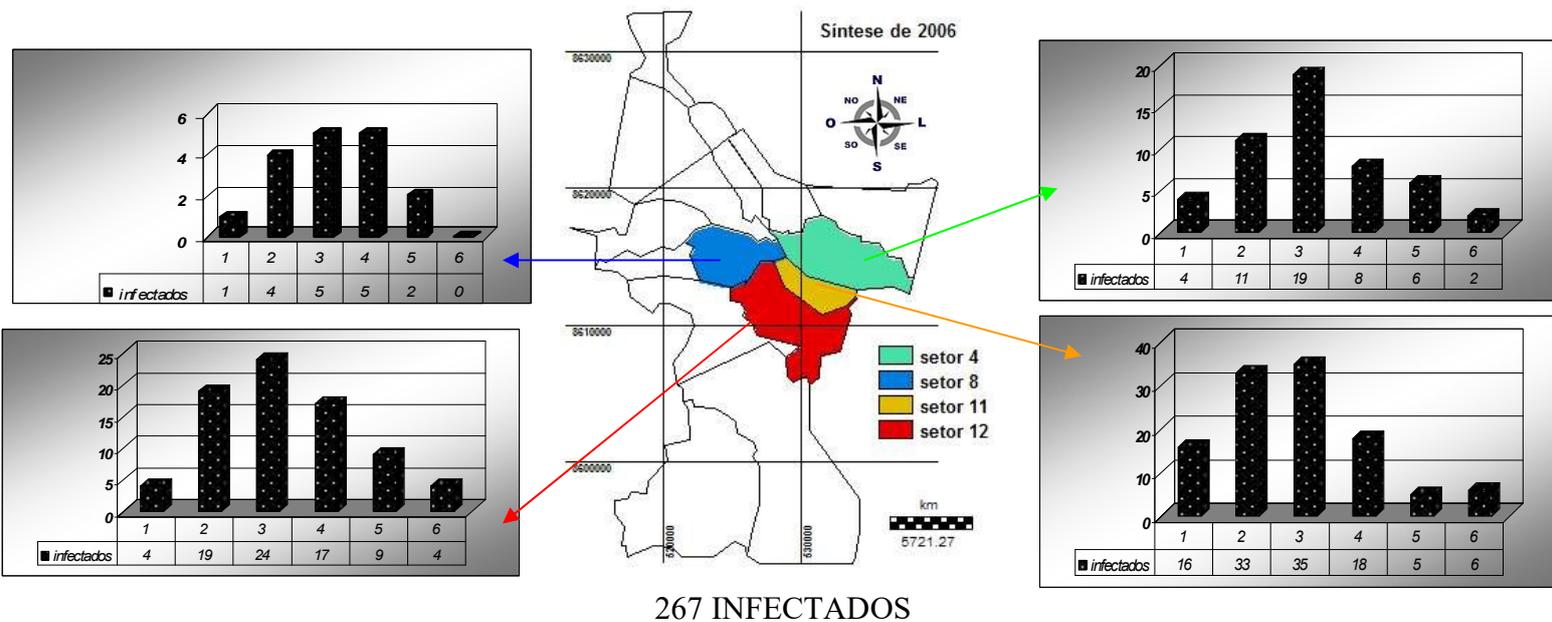
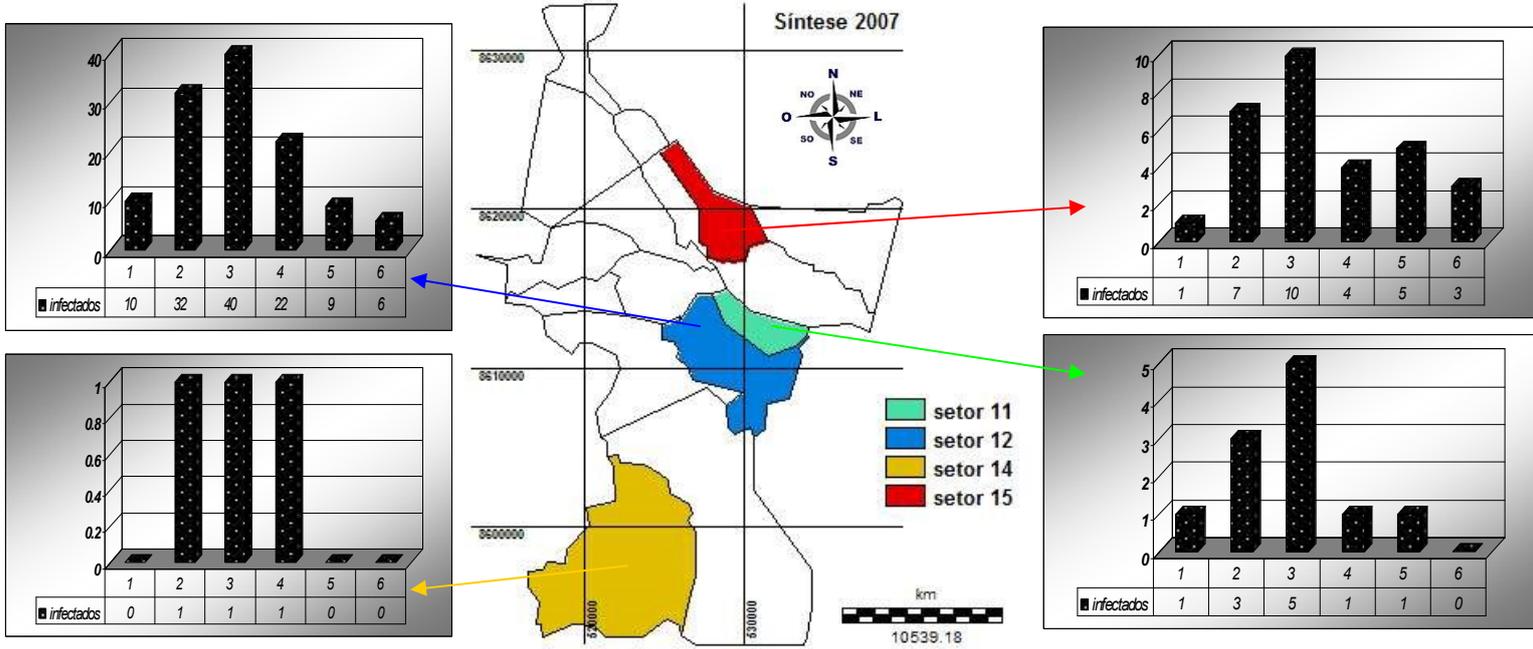
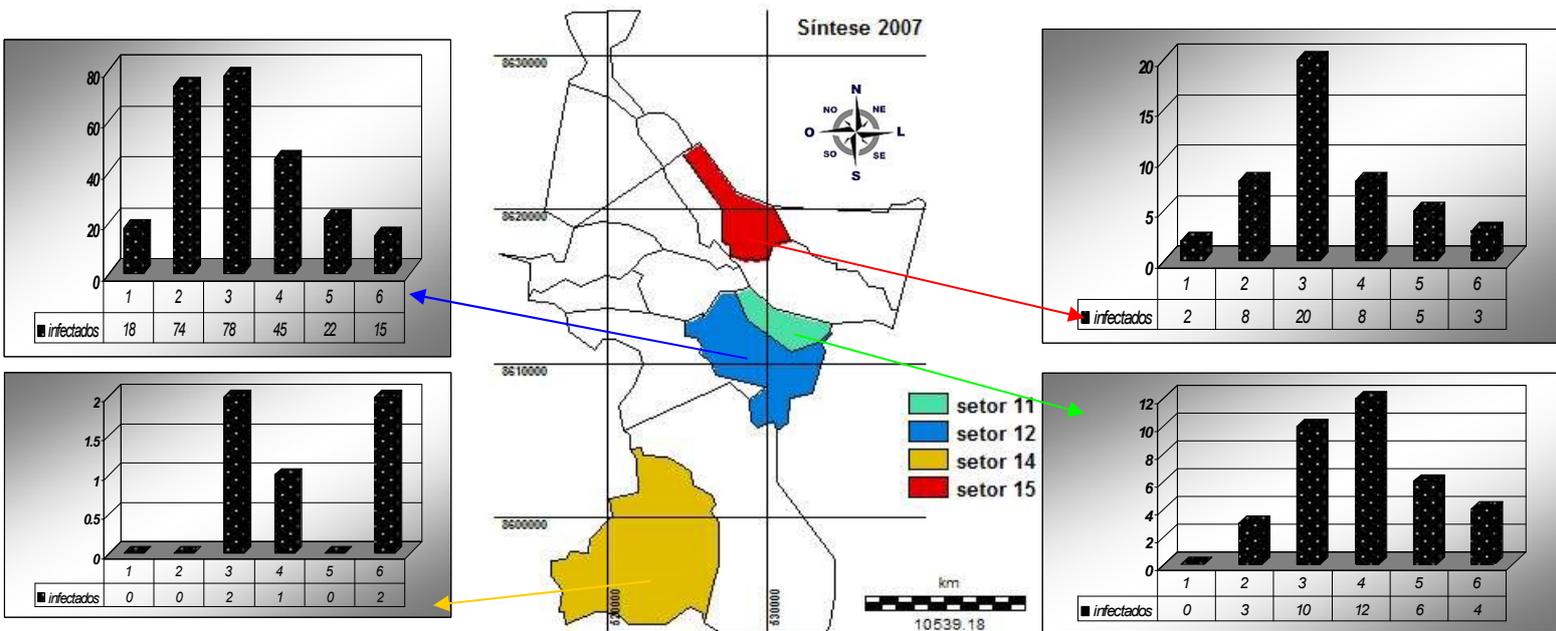


Figura 29: síntese 2006

2007  
FEMININO



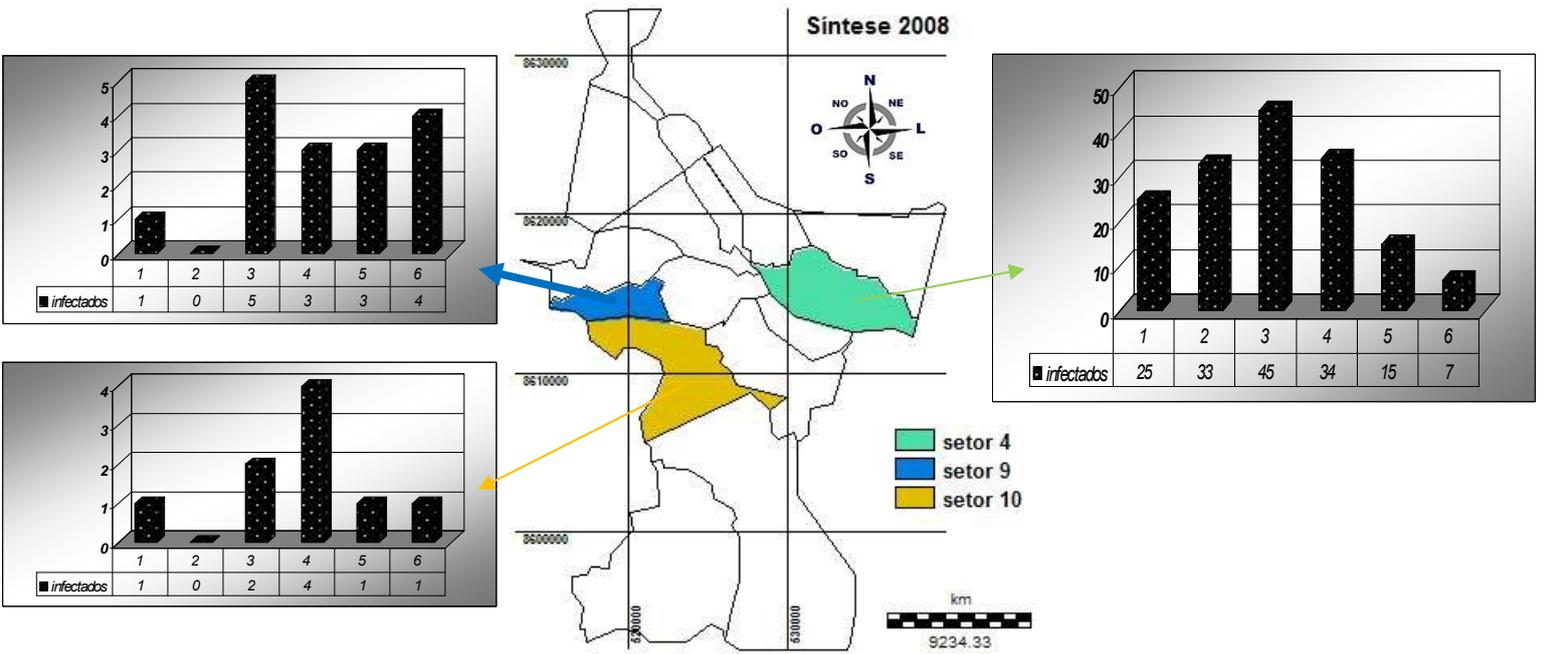
168 INFECTADOS  
MASCULINO



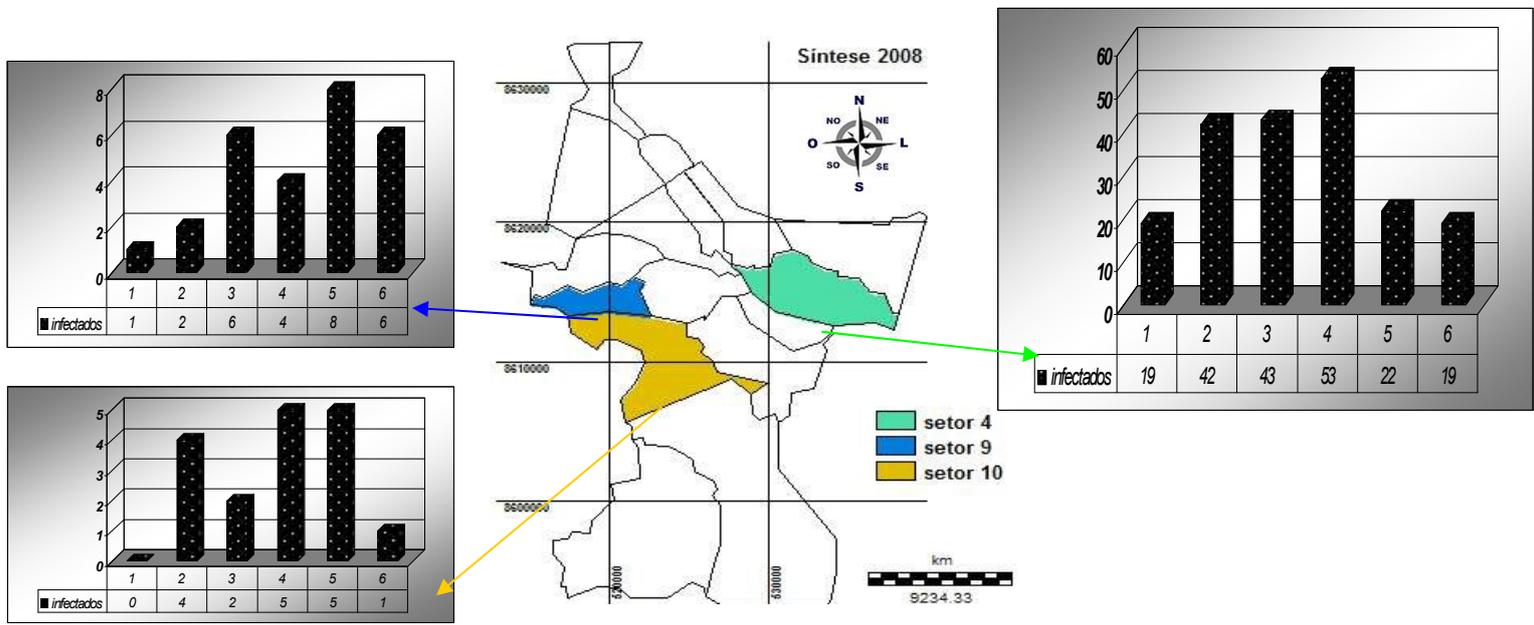
338 INFECTADOS

Figura 30: síntese 2007

2008  
FEMININO



TOTAL 184 INFECTADOS  
MASCULINO



TOTAL 240 INFECTADOS

Figura 31: síntese 2008

Conforme a tabela 5 abaixo, temos os dados disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde, onde mostra o número total de infectados por ano / setor:

Setores Censitários	2006	2007	2008
4	4		355
8	26		
9			43
10			26
11	306	87	
12	86	303	
14		108	
15		8	
<b>Total</b>	<b>422</b>	<b>506</b>	<b>424</b>

Fonte: SMS, 2009.

Tabela 5:total de infectados.

Podemos assim editar mapas apenas por gênero:

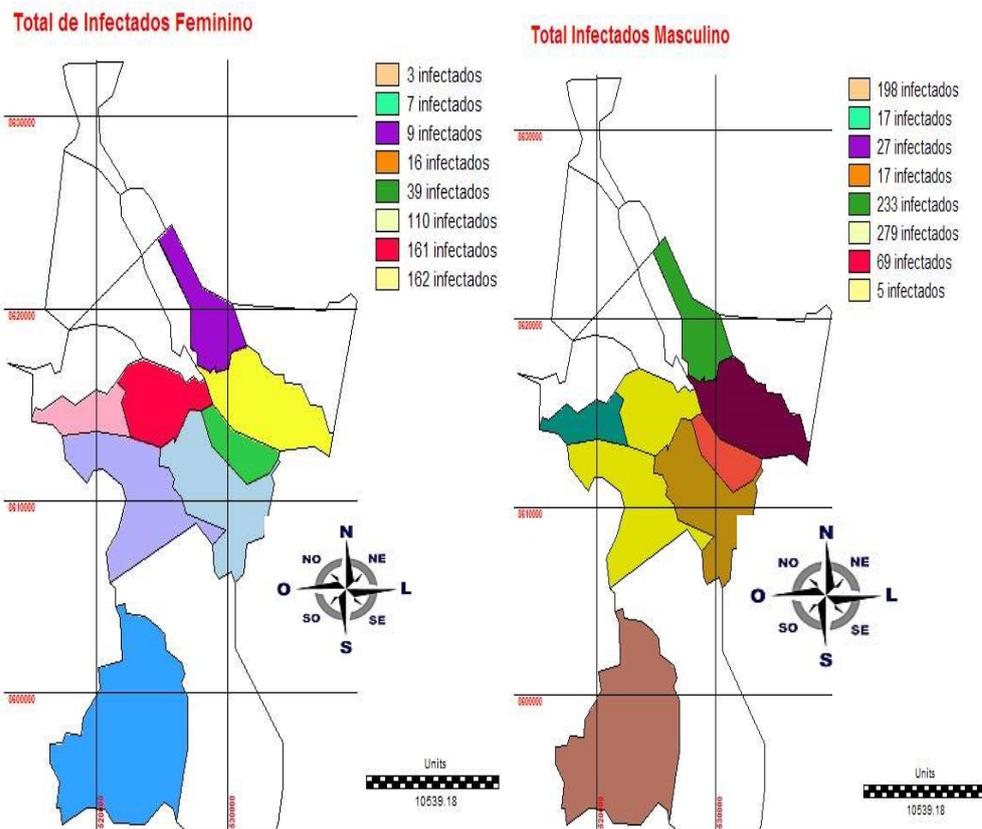


Figura 32: total de infectados por gênero

A distribuição por ano das pessoas infectadas nos setores cujo é mostrado na figura 33:

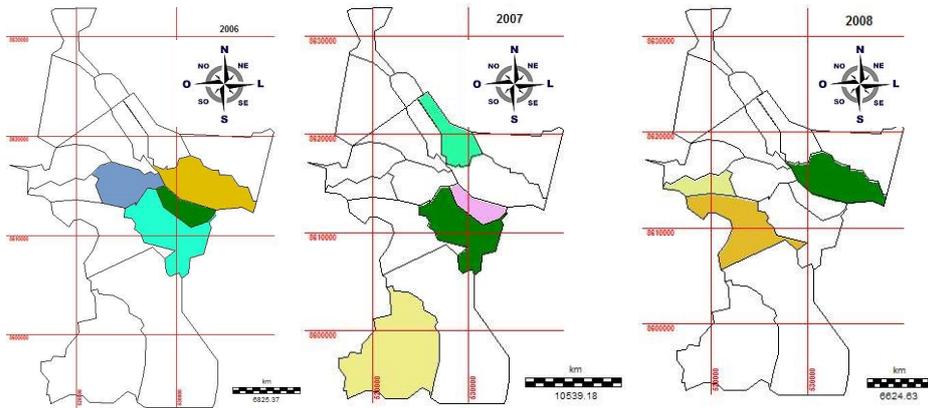


Figura 33: distribuição infectados por ano nos setores.

Com esses mapas podem os observar os oito setores onde foram encontradas pessoas infectadas pelo parasito nos anos de 2006, 2007 e 2008.

Fazendo uma soma de todos os mapas agora podemos fazer um com todos os infectados por setor para tabulação cruzada.

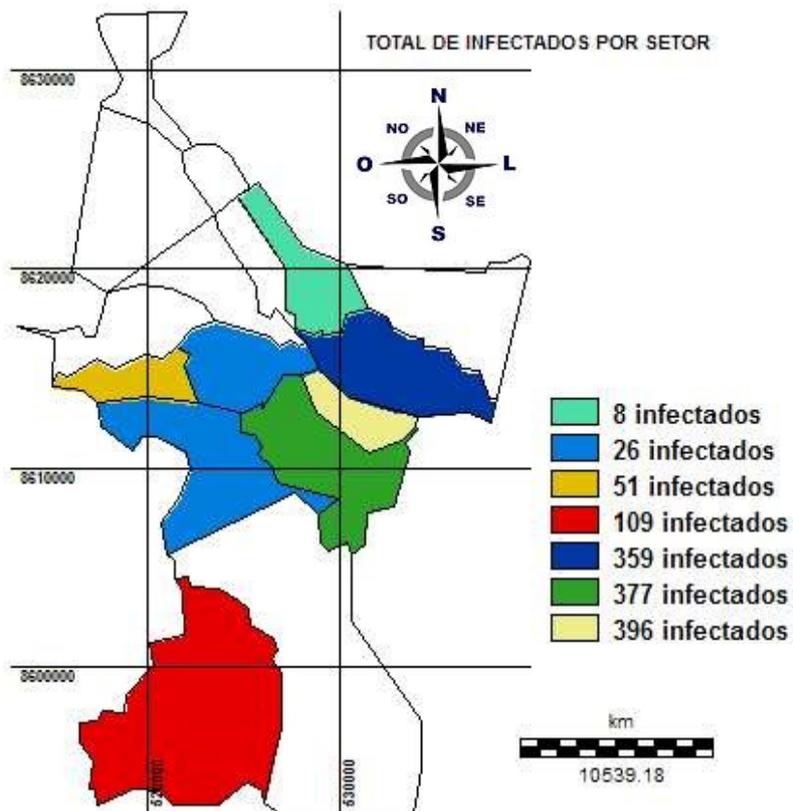


Figura 34: Todos os setores onde foram encontrados infectados  
TOTAL 1352 INFECTADOS NOS ANOS 06/07/08

Para poder dividir os setores em infectados, possivelmente por números de infectatos totais, ou seja nos setores com menos de 100 infectados, um setor de 100 á 200 infectados e 1setor com mais 300 infectados, para que tenha os setores distribuídos em 3 níveis para equação algébrica ao qual é mostrado na figura 35:

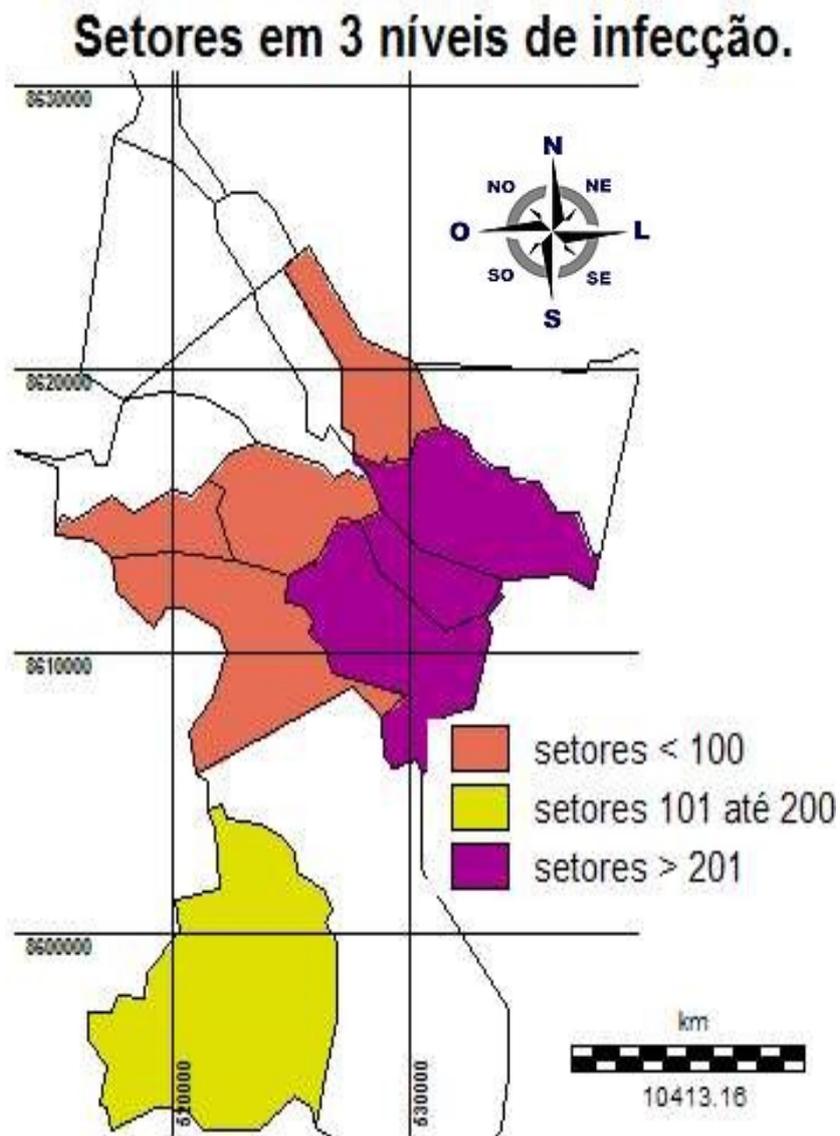


Figura 35: Divisão dos infectados em 3 níveis.

A modelagem epidemiológica espacial serve assim para descrevermos a distribuição da doença no município e eventuais estratégias de controle e tratamento.

A próxima etapa será elaborar um mapa onde se possa visualizar a distribuição dos moluscos *Biomphalaria sp* dentro do município, distribuídos por setores.

A coleta da localização dos planorbídeos no campo foi acompanhada por agentes de saúde do Plano de Controle de endemias da Secretaria Municipal de Saúde e foram coletados 103 pontos em sete idas a campo, para que se fosse em todos os lugares dentro do município onde estes estão dispostos como mostra a tabela 6.

Moluscos	UTM			UTM			UTM	
1	527163	8605269	41	514540	8615392	81	532660	8612240
2	525857	8601728	42	517152	8618628	82	533103	8612495
3	526836	8600539	43	516172	8617632	83	532760	8612298
4	527244	8599875	44	515057	8614700	84	532749	8611983
5	527435	8600788	45	517261	8613954	85	525707	8595581
6	527163	8600982	46	522511	8607786	86	526639	8595579
7	526999	8599792	47	524850	8608560	87	527009	8595921
8	527027	8599654	48	524497	8609362	88	527009	8597823
9	527027	8598603	49	524524	8609971	89	528899	8604945
10	526836	8596335	50	525802	8610662	90	527434	8605135
11	518104	8632679	51	526700	8609777	91	529484	8606096
12	519056	8632015	52	530835	8609805	92	531479	8612436
13	523245	8628530	53	519233	8625813	93	530930	8611915
14	520634	8630660	54	519376	8624039	94	531357	8612175
15	520144	8630272	55	518865	8623478	95	534500	8612758
16	520770	8628696	56	519832	8622175	96	533005	8612137
17	521232	8628032	57	517463	8622070	97	530304	8610182
18	522756	8626732	58	518096	8621686	98	530507	8619213
19	521695	8625681	59	518036	8619997	99	528190	8611358
20	522783	8623607	60	517451	8620113	100	527158	8619647
21	523898	8622168	61	517332	8620450	101	527148	8618235
22	524932	8619568	62	518021	8620311	102	532332	8615442
23	527462	8616609	63	519764	8620502	103	532017	8613929
24	527407	8617217	64	521086	8626180			
25	527761	8616664	65	520275	8627664			
26	528224	8616554	66	521311	8622873			
27	528224	8616332	67	521740	8622750			
28	528686	8615641	68	522340	8620676			
29	528904	8614894	69	529949	8623399			
30	529611	8613788	70	530774	8612809			
31	526537	8614064	71	531399	8613236			
32	526809	8613483	72	531730	8613507			
33	524034	8613151	73	531739	8613206			
34	522266	8614037	74	531852	8613128			
35	522375	8614396	75	531551	8613086			
36	524415	8614894	76	531544	8612508			
37	518947	8613483	77	533073	8610839			
38	519029	8611741	78	533300	8610640			
39	515928	8613234	79	532053	8612528			
40	515139	8614120	80	532065	8612743			

Tabela 6: Localização da *Biomphalaria sp* no município de Santo Amaro em UTM.

Através destas coordenadas podemos observar a disposição geográfica da *Biomphalaria sp* no município de Santo Amaro e os 103 pontos coletados conforme a figura 36:

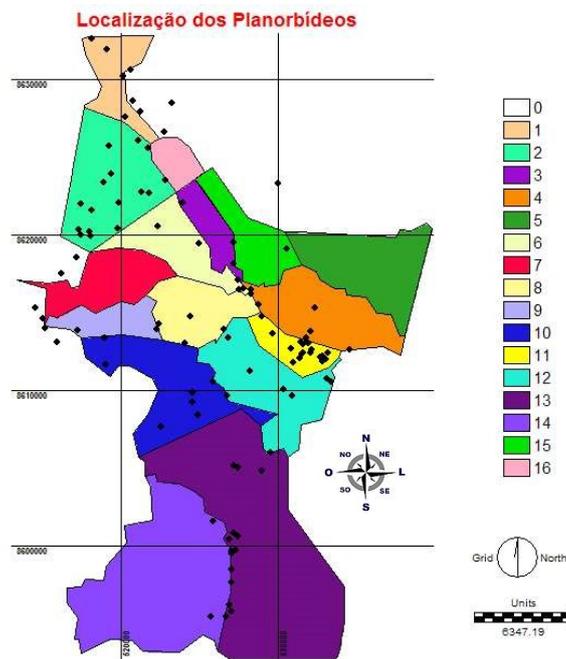


Figura 36: divisão dos planorbídeos.

A figura 37 abaixo mostra que com a eliminação dos pontos que ficaram fora do polígono do município, agora ficando com 93 pontos.

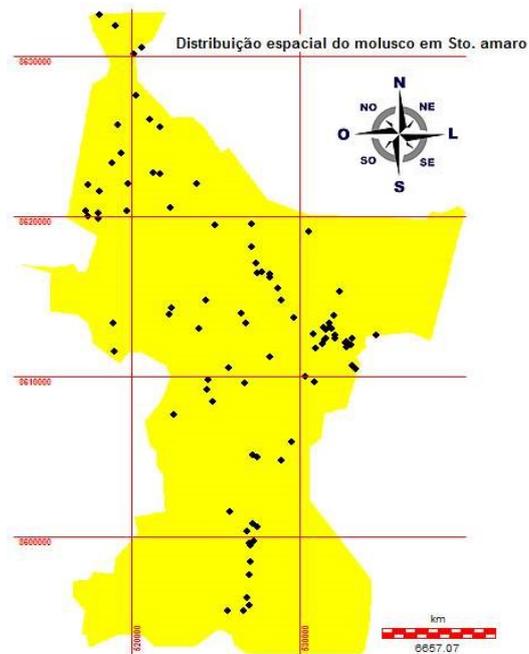


Figura 37: distribuição apenas dentro do município.

Estando com os infectados e moluscos já georeferenciados e padronizados na mesma escala e resolução; partimos para a elaboração de mapas temáticos possibilitando assim a tabulação cruzada.

A Esquistossomose mansoni por ser uma doença, que depende de veiculação hídrica, é sabido do contato com a água para que haja contaminação e por isso começaremos com a hidrografia do município conforme a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) para estabelecermos se há alguma relevância com algum tipo de rio como mostra a hidrografia da região na figura 38.

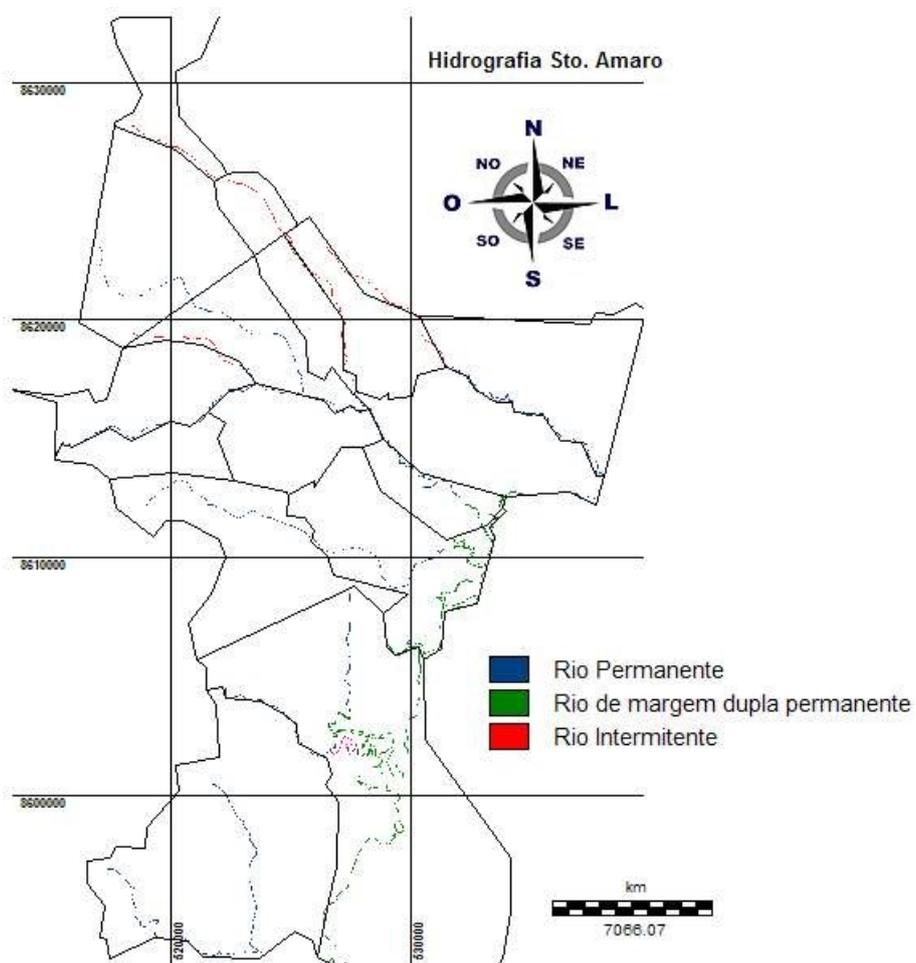


Figura 38: Rios

Os solos seriam outro fator que procuramos estudar para que haja um suposto comprometimento quanto ao substrato ao qual os moluscos possam sobreviver durante o tempo no qual não estão diretamente em contato com a água.

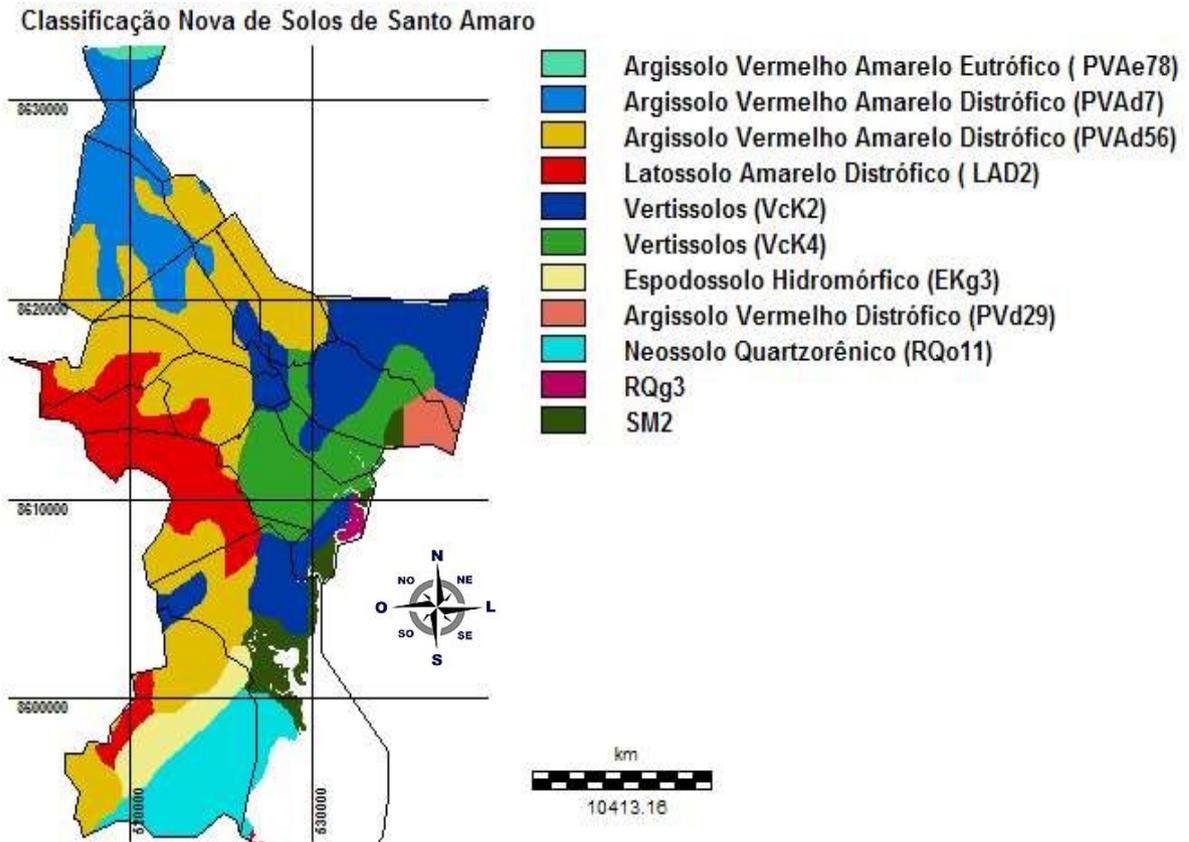


Figura 39: Solos

Segundo nossa observação os solos com o substrato que tem uma textura para que possa ser encontrado os moluscos seriam os Argissolo e Vertissolos, onde separamos estes para a equação de mapas como mostra a figura 40.

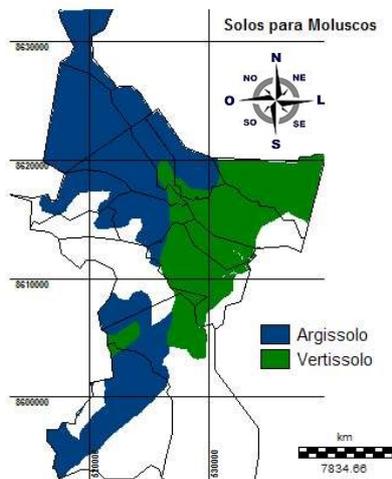


Figura 40: Argissolos e Vertissolos

O Modelo Digital do Terreno (MDT) que teve uma variância de altitude de até 278 metros conforme a figura 41

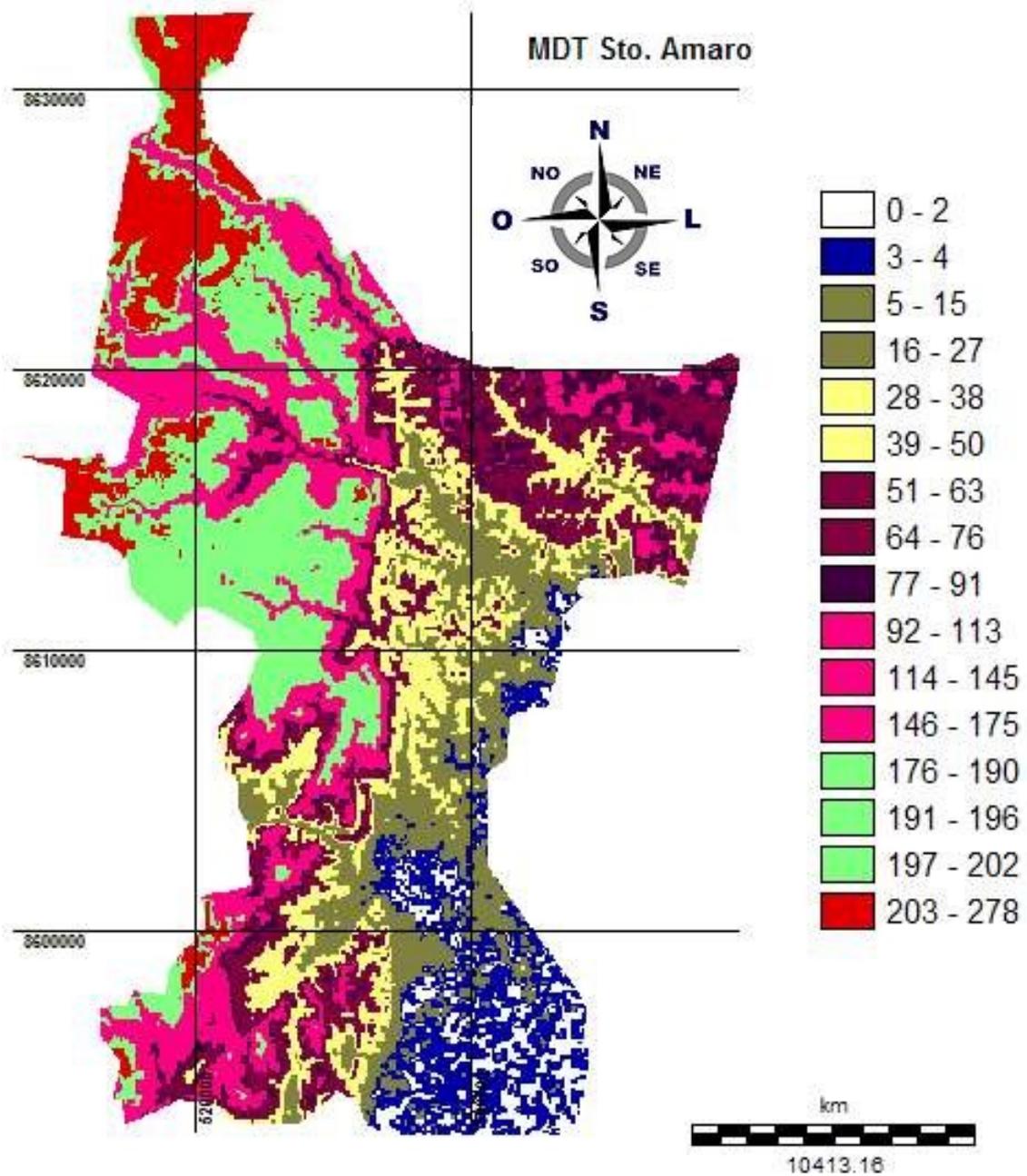


Figura 41: MDT

Através do MDT podemos extrair suas 11 subacias através do fatiamento das menores altitudes conforme é mostrado na figura 42:

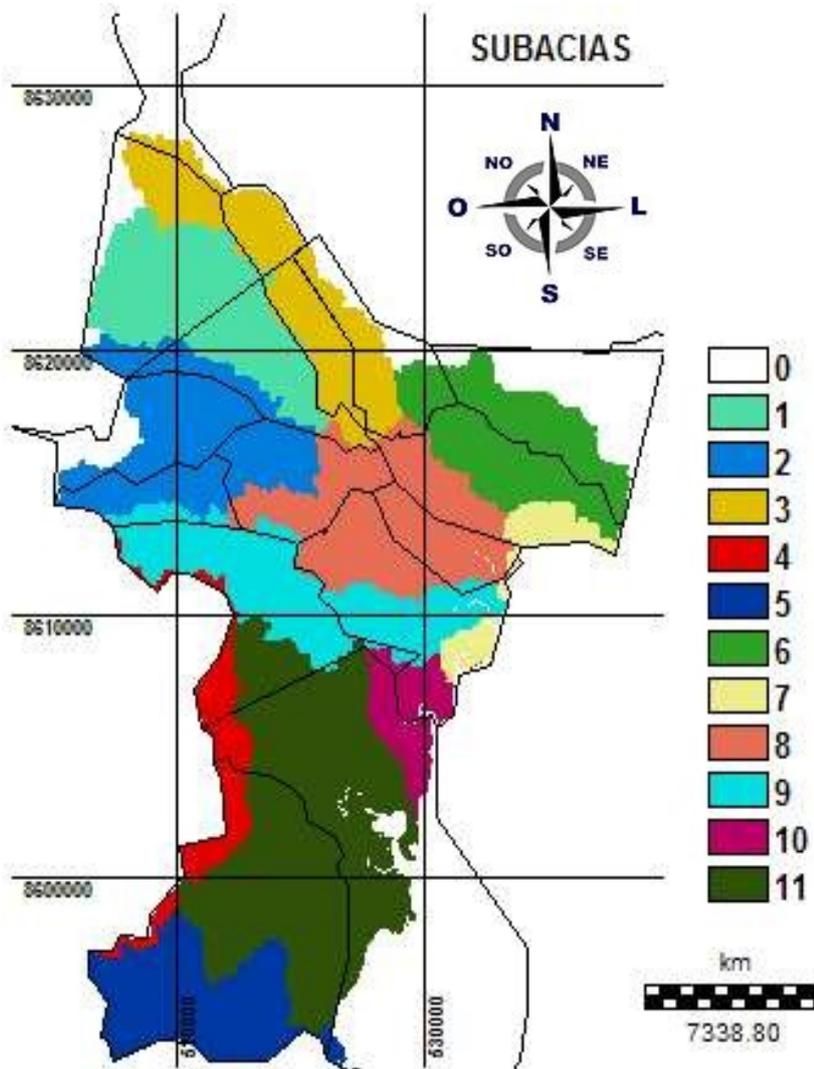


Figura 42: Subacias

Forma definidas 11 subacias para que fosse possível identificar em cada subacia os locais onde pudéssemos achar a menor cota e com isso obter o acúmulo de água na como mostra a figura 43.

### Acúmulo de Água

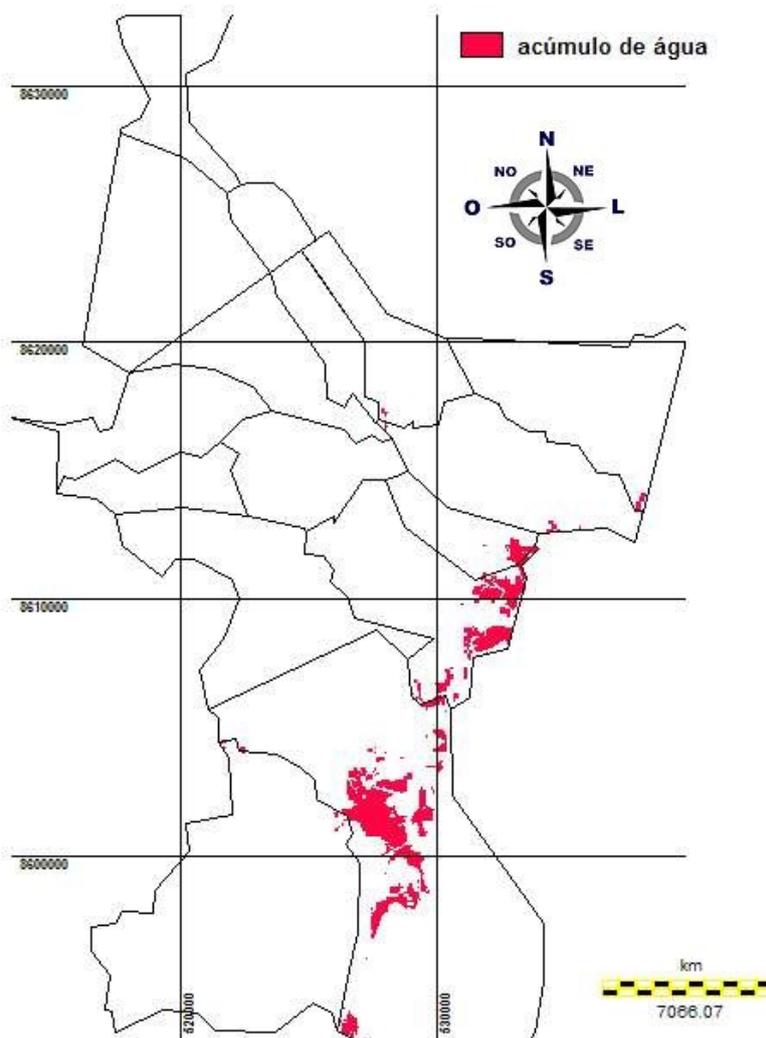


Figura 43: Acúmulo de Água

Essas áreas seriam os possíveis locais de acúmulo de água após precipitação pluviométrica e pelas chances de se encontrar os vetores de transmissão da doença.

O fluxo d'água é importante para que pudéssemos observar como eles se comportam na região e sua quantidade ser menor nas áreas mais altas como mostra a figura 44.

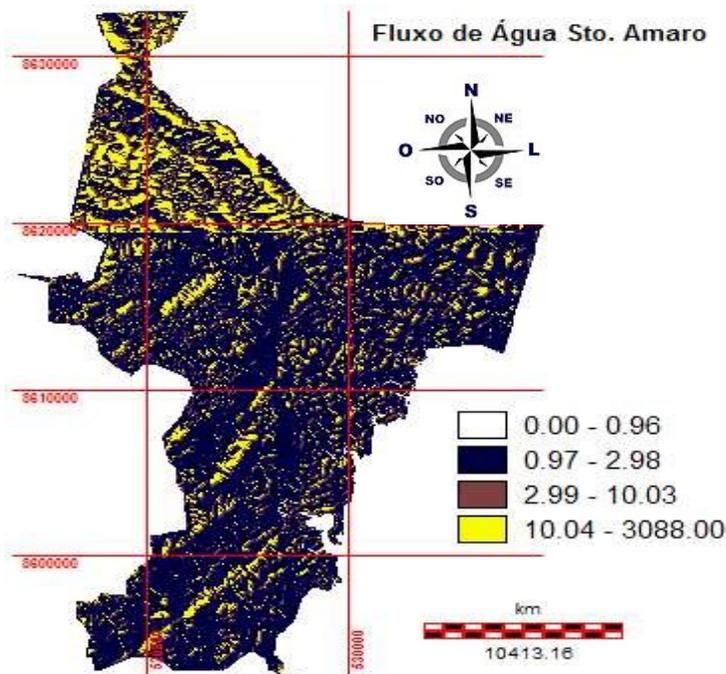


figura 44: fluxo de água

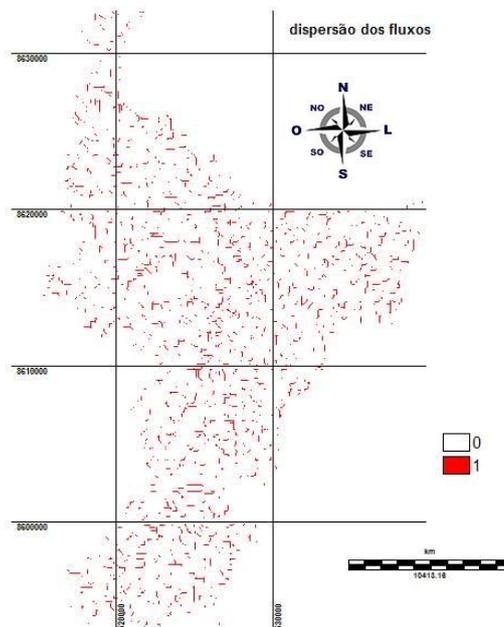


Figura 45: dispersão dos fluxos d'água

O fluxo d'água mostrar a presença de pequenos canais d'água e a sua distribuição no município, onde estas áreas seriam favoráveis a existência de moluscos e eventualmente a presença da doença por ser de veiculação hídrica.

A Modelagem cartográfica da álgebra de mapas por superposição dos atributos da esquistossomose mansoni através de overlay conforme a figura 46.

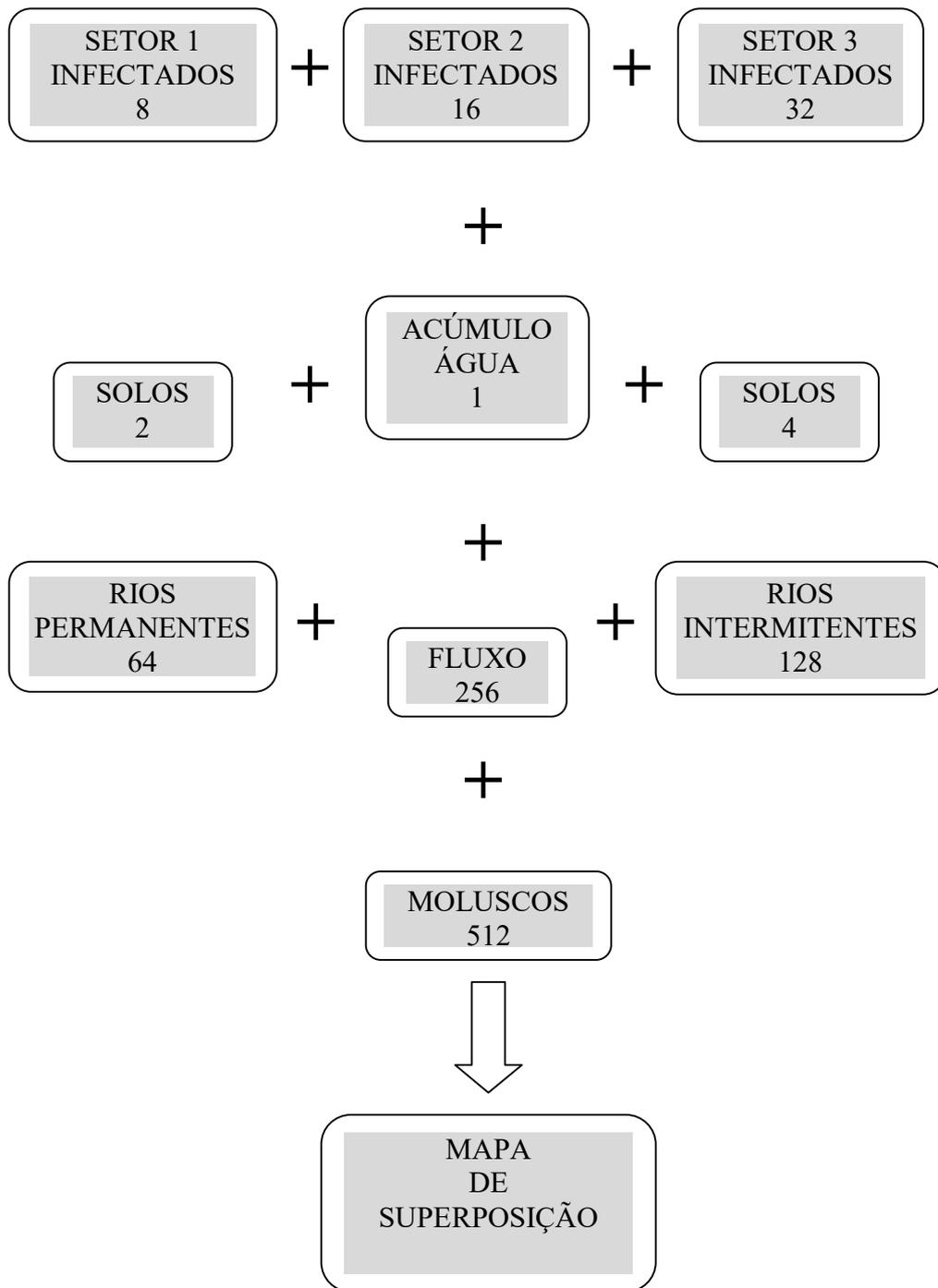


Figura 46: Álgebra de mapas

Estando com todos os mapas georeferenciados na mesma resolução espacial e através da Inferência Média Ponderada elevamos 2 as potência sequenciais para evitar ambiguidade conforme mostra a tabela 7:

Valor dos atributos	Potências	Atributos
1	$2^0$	Acúmulo de água
2	$2^1$	Solo 1
4	$2^2$	Solo 2
8	$2^3$	Setor infectados 1
16	$2^4$	Setor infectados 2
32	$2^5$	Setor infectados 3
64	$2^6$	Rio permanente buffer 200
128	$2^7$	Rio permanente buffer 100
256	$2^8$	Fuxo
512	$2^9$	Moluscos buffer 200

Tabela 7: Inferência Média Ponderada dos atributos.

Após a inferência média ponderada o mapa de superposição dos atributos da equação algébrica fica conforme a figura 47:

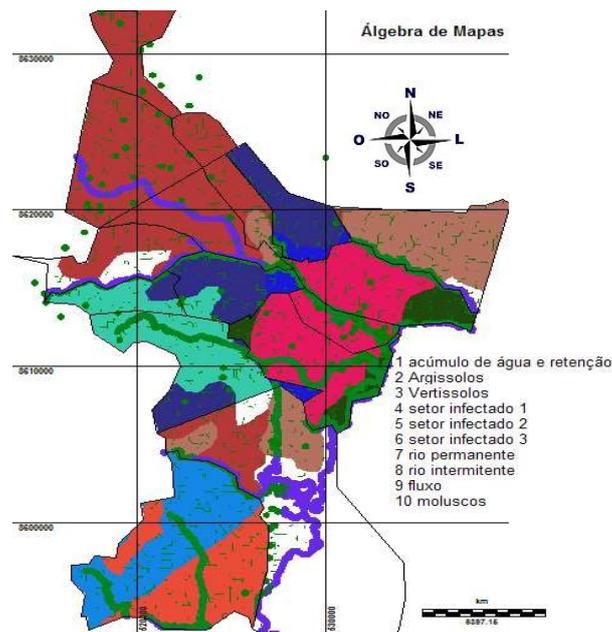


Figura 47: Mapa da equação algébrica

Quantidade em Pixeis dos Atributos da Inferência Media Ponderada da equação algébrica conforme a tabela 7.

<b>1</b>	2868	<b>67</b>	101	<b>195</b>	32	<b>325</b>	14	<b>545</b>	11	<b>776</b>	71
<b>2</b>	111945	<b>68</b>	4845	<b>256</b>	666	<b>328</b>	266	<b>546</b>	4	<b>778</b>	37
<b>3</b>	77	<b>69</b>	72	<b>257</b>	153	<b>330</b>	185	<b>548</b>	1871	<b>780</b>	3
<b>4</b>	47493	<b>72</b>	4400	<b>258</b>	4352	<b>332</b>	112	<b>549</b>	73	<b>784</b>	6
<b>5</b>	47	<b>74</b>	1494	<b>260</b>	2077	<b>333</b>	9	<b>576</b>	370	<b>786</b>	3
<b>8</b>	6291	<b>76</b>	1184	<b>261</b>	19	<b>336</b>	236	<b>577</b>	8	<b>802</b>	2
<b>10</b>	40837	<b>77</b>	14	<b>264</b>	1158	<b>337</b>	2	<b>578</b>	44	<b>804</b>	105
<b>12</b>	6812	<b>80</b>	3998	<b>266</b>	1486	<b>338</b>	345	<b>580</b>	484	<b>805</b>	17
<b>13</b>	20	<b>82</b>	402	<b>268</b>	284	<b>340</b>	6	<b>581</b>	20	<b>832</b>	9
<b>16</b>	34282	<b>83</b>	8	<b>269</b>	5	<b>352</b>	67	<b>584</b>	51	<b>833</b>	4
<b>17</b>	7	<b>84</b>	217	<b>272</b>	1304	<b>353</b>	114	<b>588</b>	111	<b>836</b>	27
<b>18</b>	35349	<b>85</b>	11	<b>274</b>	1692	<b>354</b>	1	<b>592</b>	38	<b>837</b>	8
<b>19</b>	45	<b>96</b>	4135	<b>275</b>	1	<b>355</b>	1	<b>594</b>	73	<b>840</b>	10
<b>20</b>	389	<b>97</b>	1675	<b>276</b>	11	<b>356</b>	373	<b>595</b>	16	<b>844</b>	8
<b>21</b>	16	<b>98</b>	81	<b>288</b>	309	<b>357</b>	95	<b>608</b>	177	<b>848</b>	5
<b>32</b>	8234	<b>99</b>	62	<b>289</b>	94	<b>512</b>	2293	<b>609</b>	101	<b>850</b>	19
<b>33</b>	639	<b>100</b>	7313	<b>290</b>	117	<b>513</b>	96	<b>610</b>	2	<b>851</b>	4
<b>34</b>	1695	<b>101</b>	11269	<b>292</b>	1828	<b>514</b>	3041	<b>611</b>	22	<b>864</b>	6
<b>35</b>	5	<b>128</b>	9	<b>293</b>	53	<b>516</b>	312	<b>612</b>	1111	<b>865</b>	9
<b>36</b>	51247	<b>129</b>	408	<b>320</b>	169	<b>520</b>	1047	<b>613</b>	223	<b>868</b>	59
<b>37</b>	472	<b>131</b>	1	<b>321</b>	132	<b>522</b>	756	<b>768</b>	85	<b>869</b>	11
<b>64</b>	13596	<b>192</b>	15	<b>322</b>	539	<b>524</b>	32	<b>769</b>	6		
<b>65</b>	5014	<b>193</b>	376	<b>323</b>	15	<b>528</b>	288	<b>770</b>	98		
<b>66</b>	8881	<b>194</b>	24	<b>324</b>	390	<b>530</b>	22	<b>772</b>	38		

Tabela 8: quantidades de pixeis por atributos.

Conforme essa disposição de atributos, a tabela abaixo mostra essa distribuição quanto aos atributos e suas áreas e o percentual com relação ao município como mostra a tabela 8.

<b>N</b>	<b>Atributos</b>	<b>Definição</b>	<b>Número de pixels (30m X 30m)</b>	<b>Área em KM<sup>2</sup> 491.142 Sto. Amaro</b>	<b>% da Área Total</b>
1	1	Acúmulo de água (AA)	2868	2.613	0.532
2	2	Argissolos – solo 1 (S 1)	111945	102.023	20.772
3	3	AA + S 1	77	0.070	0.014
4	4	Vertissolos – solo 2 ( S 2)	47803	43.283	8.812
5	5	AA + S 2	47	0.042	0.008
6	8	Setor Infectados ( Si 1)	37331	33.074	7.548
7	10	Si 1 + S 1	41586	37.217	7.577
8	12	Si 1 + S 2	6844	6.208	1.263
9	13	Si 1 + S 2 + AA	20	0.018	0.003
10	16	Setor Infectados ( Si 2)	34569	31.243	6.361
11	17	Si 2 + AA	7	0.006	0.001
12	18	Si 2 + S 1	35371	32.216	6.559
13	19	Si 2 + S 1 + AA	45	0.041	0.008
14	20	Si 2 + S 2	389	0.354	0.072
15	21	Si 2 + S 2 + AA	16	0.014	0.002
16	32	Setor Infectados ( Si 3)	8234	7.504	1.527
17	33	Si 3 + AA	650	0.582	0.118
18	34	Si 3 + S 1	1699	1.544	0.314
19	35	Si 3 + S 1 + AA	5	0.004	0.001
20	36	Si 3 + S 2	53104	46.705	9.509
21	37	Si 3 + S 2 + AA	544	0.430	0.087
22	64	Rio Permanente ( R 1)	13964	12.391	2.522
23	65	R 1 + AA	5023	4.569	0.930
24	66	R 1 + S 1	8925	8.093	1.647
25	67	R 1 + S 1 + AA	101	0.092	0.018
26	68	R 1 + S 2	5323	4.415	0.898
27	69	R 1 + S 2 + AA	92	0.065	0.013
28	72	R 1 + Si 1	4451	4.010	0.816
29	74	R 1 + Si 1 + S 1	1494	1.361	0.277
30	76	R 1 + Si 1 + S 2	1295	1.079	0.219
31	77	R 1 + Si 1 + S 2 + AA	14	0.012	0.002
32	80	R 1 + Si 2	4036	3.643	0.741
33	82	R 1 + Si 2 + S 1	4098	3.669	0.747
34	83	R 1 + Si 2 + S 1 + AA	24	0.007	0.001
35	84	R 1 + Si 2 + S 2	217	0.197	0.040
36	85	R 1 + Si 2 + S 2 + AA	11	0.010	0.002
37	96	R 1 + Si 3	4312	3.768	0.767
38	97	R 1 + Si 3 + AA	1774	1.526	0.310
39	98	R 1 + Si 3 + S 1	83	0.073	0.014
40	99	R 1 + Si 3 + S 1 + AA	84	0.056	0.011
41	100	R 1 + Si 3 + S 2	8411	6.664	1.356
42	101	R 1 + Si 3 + S 2 + AA	1490	1.156	0.235

<b>N</b>	<b>Atributos</b>	<b>Definição</b>	<b>Número de pixels (30m X 30m)</b>	<b>Área em KM<sup>2</sup> 491.142 Sto. Amaro</b>	<b>% da Área Total</b>
43	128	Rio Intermitente ( R 2 )	9	0.008	0.001
44	129	R 2 + AA	408	0.371	0.075
45	131	R 2 + S 1 + AA	1	0.0009	0.0001
46	192	R 2 + R 1	15	0.013	0.002
47	193	R 2 + R 1 + AA	376	0.342	0.069
48	194	R 2 + R 1 + S 1	24	0.021	0.004
49	195	R 2 + R 1 + S 1 + AA	32	0.029	0.005
50	256	Fluxo ( FL )	750	0.606	0.123
51	257	FL + AA	159	0.139	0.028
52	258	FL + S 1	4449	3.966	0.807
53	260	FL + S 2	2115	1.892	0.385
54	261	FL + S 2 + AA	19	0.017	0.003
55	264	FL + Si 1	1228	1.055	0.214
56	266	FL + Si 1 + S 1	1523	1.354	0.275
57	268	FL + Si 1 + S 2	287	0.258	0.052
58	269	FL + Si 1 + S 2 + AA	5	0.004	0.001
59	272	FL + Si 2	1310	1.188	0.241
60	274	FL + Si 2 + S 1	1695	1.542	0.313
61	275	FL + Si 2 + S 1 + AA	1	0.0009	0.0001
62	276	FL + Si 2 + S 2	11	0.010	0.002
63	288	FL + Si 3	309	0.281	0.057
64	289	FL + Si 3 + AA	94	0.085	0.017
65	290	FL + Si 3 + S 1	119	0.106	0.021
66	292	FL + Si 3 + S 2	1933	1.665	0.339
67	293	FL + Si 3 + S 2 + AA	70	0.048	0.009
68	320	FL + R 1	178	0.154	0.031
69	321	FL + R 1 + AA	135	0.120	0.024
70	322	FL + R 1 + S 1	539	0.491	0.099
71	323	FL + R 1 + S 1 + AA	15	0.013	0.002
72	324	FL + R 1 + S 2	417	0.355	0.072
73	325	FL + R 1 + S 2 + AA	22	0.012	0.002
74	328	FL + R 1 + Si 1	276	0.242	0.049
75	330	FL + R 1 + Si 1 + S 1	185	0.168	0.034
76	332	FL + R 1 + Si 1 + S 2	112	0.102	0.020
77	333	FL + R 1 + Si 1 + S 2 + AA	9	0.008	0.001
78	336	FL + R 1 + Si 2	236	0.215	0.043
79	337	FL + R 1 + Si 2 + AA	2	0.001	0.001
80	338	FL + R 1 + Si 2 + S 1	345	0.314	0.063
81	340	FL + R 1 + Si 2 + S 2	6	0.005	0.001
82	352	FL + R 1 + Si 3	67	0.061	0.012
83	353	FL + R 1 + Si 3 + AA	114	0.103	0.020
84	354	FL + R 1 + Si 3 + S 1	1	0.0009	0.0001

N	Atributos	Definição	Número de pixels (30m X 30m)	Área em KM <sup>2</sup> 491.142 Sto. Amaro	% da Área Total
85	355	FL + R 1 + Si 3 + S 1 + AA	1	0.0009	0.0001
86	356	FL + R 1 + Si 3 + S 2	373	0.339	0.069
87	357	FL + R 1 + Si 3 + S 2 + AA	95	0.086	0.017
88	512	Moluscos ( MO )	2293	2.089	0.425
89	513	MO + AA	96	0.087	0.017
90	514	MO + S 1	3041	2.771	0.564
91	516	MO + S 2	312	0.284	0.057
92	520	MO + Si 1	1047	0.954	0.194
93	522	MO + Si 1 + S 1	756	0.688	0.140
94	528	MO + Si 2	288	0.262	0.053
95	530	MO + Si 2 + S 1	22	0.020	0.004
96	545	MO + Si 3 + AA	11	0.010	0.002
97	546	MO + Si 3 + S 1	4	0.003	0.001
98	548	MO + Si 3 + S 2	1871	1.705	0.347
99	549	MO + Si 3 + S 2 + AA	73	0.066	0.013
100	576	MO + R 1	370	0.337	0.068
101	577	MO + R 1 + AA	8	0.007	0.001
102	578	MO + R 1 + S 1	44	0.030	0.006
103	580	MO + R 1 + S 2	484	0.441	0.089
104	581	MO + R 1 + S 2 + AA	20	0.018	0.003
105	584	MO + R 1 + Si 1	51	0.046	0.009
106	588	MO + R 1 + Si 1 + S 2	111	0.101	0.020
107	592	MO + R 1 + Si 2	38	0.034	0.006
108	594	MO + R 1 + Si 2 + S 2	73	0.066	0.013
109	595	MO + R 1 + Si 2 + S 2 + AA	16	0.014	0.002
110	608	MO + R 1 + Si 3	177	0.161	0.032
111	609	MO + R 1 + Si 3 + AA	101	0.092	0.018
112	610	MO + R 1 + Si 3 + S 1	2	0.001	0.001
113	611	MO + R 1 + Si 3 + S 1 + AA	22	0.020	0.004
114	612	MO + R 1 + Si 3 + S 2	223	1.012	0.206
115	768	MO + FL	85	0.203	0.041
116	769	MO + FL + AA	6	0.077	0.015
117	770	MO + FL + S 1	98	0.005	0.001
118	772	MO + FL + S 2	38	0.089	0.018
119	776	MO + FL + Si 1	71	0.034	0.006
120	778	MO + FL + Si 1 + S 1	37	0.064	0.013
121	780	MO + FL + Si 1 + S 2	3	0.033	0.006
122	784	MO + FL + Si 2	6	0.002	0.001
123	786	MO + FL + Si 2 + S 1	3	0.005	0.001
124	802	MO + FL + Si 3 + S 1	2	0.002	0.001
125	804	MO + FL + Si 3 + S 2	105	0.095	0.019
126	805	MO + FL + Si 3 + S 2 + AA	17	0.015	0.003
N de Possibil	Atributos	Definição	Número de	Área em KM <sup>2</sup> 491.142	% da Área

<b>idades aritméticas</b>			<b>pixeis (30m X 30m)</b>	<b>Sto. Amaro</b>	<b>Total</b>
<b>127</b>	<b>832</b>	<b>MO + FL + R 1</b>	<b>9</b>	<b>0.008</b>	<b>0.001</b>
<b>128</b>	<b>833</b>	<b>MO + FL + R 1 + AA</b>	<b>4</b>	<b>0.003</b>	<b>0.001</b>
<b>129</b>	<b>836</b>	<b>MO + FL + R 1 + S 2</b>	<b>27</b>	<b>0.024</b>	<b>0.004</b>
<b>130</b>	<b>837</b>	<b>MO + FL + R 1 + S 2 + AA</b>	<b>8</b>	<b>0.007</b>	<b>0.001</b>
<b>131</b>	<b>840</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 1</b>	<b>10</b>	<b>0.009</b>	<b>0.001</b>
<b>132</b>	<b>844</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 1 + S 1</b>	<b>8</b>	<b>0.007</b>	<b>0.001</b>
<b>133</b>	<b>848</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 2</b>	<b>5</b>	<b>0.004</b>	<b>0.001</b>
<b>134</b>	<b>850</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 2 + S 1</b>	<b>19</b>	<b>0.017</b>	<b>0.003</b>
<b>135</b>	<b>851</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 2 + S 1 + AA</b>	<b>4</b>	<b>0.003</b>	<b>0.001</b>
<b>136</b>	<b>864</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 2 + S 2</b>	<b>6</b>	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>
<b>137</b>	<b>865</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 2 + S 2 + AA</b>	<b>9</b>	<b>0.008</b>	<b>0.001</b>
<b>138</b>	<b>868</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 3 + S 2</b>	<b>59</b>	<b>0.053</b>	<b>0.010</b>
<b>139</b>	<b>869</b>	<b>MO + FL + R 1 + Si 3 + S 2 + AA</b>	<b>11</b>	<b>0.010</b>	<b>0.001</b>

Tabela 9: Área dos atributos em Km<sup>2</sup>

Com a finalidade de termos alguns parâmetros de decisão, foram feitas as tabulações cruzadas destes atributos para uma definição dos valores do critério a ser adotado para definir áreas propícias para a doença.

### 1. TABULAÇÃO CRUZADA DE MOLUSCOS:

#### 1. Áreas mais prováveis de acúmulo de água:

Podemos observar com na tabela 10 que 5 pontos os quais se encontram os moluscos estão em áreas onde ocorrem acúmulo de água ou sua retenção após períodos de chuva e noventa e oito estariam fora dessas áreas.

	<b>0</b>	<b>1 (MOL)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1143377	98	1143475
<b>1 (AA)</b>	14570	5	14575
<b>TOTAL</b>	1157947	103	1158050

Tabela 10: tabulação cruzada de moluscos com acúmulo de água.

#### 2. Solos:

Onde, podemos afirmar conforme a tabela 11 que trinta e um moluscos, estão em solo Argissolos, trinta e oito em solo Vertissolos e trinta e quatro em outros solos.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1 (MOL)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	809266	34	809300
<b>1(S1)</b>	217509	31	217540
<b>2(S2)</b>	131172	38	131210
<b>TOTAL</b>	1157947	103	1158050

Tabela 11: tabulação cruzada de Moluscos com Solos.

### 3. Setores infectados:

Onde podemos afirmar conforme a tabela 12 que quinze moluscos estão no setor 1, onde não passam de 100 o número de infectados, duas localidades de moluscos aparecem no setor 2, que é entre 100 e 200 o número de infectados e 32 moluscos aparecem no setor 3, aqueles que possuem mais de 200 infectados.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1 (MOL)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	895211	54	895265
<b>8 (Si1)</b>	96668	15	96683
<b>16 (Si2)</b>	82417	2	82419
<b>32 (Si3)</b>	83651	32	83683
<b>TOTAL</b>	1157947	103	1158050

Tabela 12: tabulação cruzada de moluscos e setores com os infectados.

### 4. Rios permanentes:

Conforme a tabela 13, vinte e seis locais com a presença de *Biomphalaria sp* estão nos rios permanentes.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1 (MOL)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1089029	77	1089106
<b>64(R1)</b>	68918	26	68944
<b>TOTAL</b>	1157947	103	1158050

Tabela 13: tabulação cruzada de moluscos com os rios permanentes.

### Rios intermitentes:

Se observa com a tabela 14 que nenhum local com moluscos aparece nos rios intermitentes.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1 (MOL)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1157082	103	1157185
<b>128(R2)</b>	865	0	865
<b>TOTAL</b>	1157947	103	1158050

Tabela 14: tabulação cruzada de locais com moluscos e rios intermitentes

## 5. Fluxo de Água:

Quanto ao fluxo de água podemos afirmar que 42 localidades de moluscos estariam nos fluxos conforme mostra a tabela 15.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1(MOL)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	931730	61	931791
<b>256 (FL)</b>	226217	42	226255
<b>TOTAL</b>	1157947	103	1158050

Tabela 15: tabulação cruzada de moluscos e fluxo de água.

## 2. TABULAÇÃO CRUZADA SETORES INFECTADOS:

### 1. Acúmulo de Água:

Com a tabela 16 observamos que o acúmulo de água no setor 3 é quarenta e três vezes maior que o do setor 2 e que o setor 1 não há retenção de água e a proporção da tabulação cruzada é bastante significativa quanto a exposição das pessoas do setor 3 estarem mais em contato com essas águas.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>8(Si1)</b>	<b>16(Si2)</b>	<b>32(Si3)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	885794	96635	82309	78737	1143475
<b>1(AA)</b>	9471	48	110	4946	14575
<b>TOTAL</b>	895265	96683	82419	83683	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.764	0.084	0.071	0.068	0.987
<b>1(AA)</b>	0.008	0.001	0.001	0.004	0,012
<b>TOTAL</b>	0.773	0.835	0.072	0.072	1.000

Tabela 16: tabulação cruzada de setores infectados com acúmulo de água.

## 2. Solos:

Pode-se afirmar conforme a tabela 17 que no solo 1 tem 44795 pixels no setor 1, 41603 no setor 2 e 1992 no setor 3. No solo 2 tem 8594 pixels no setor 1, 650 pixels no setor 2 e 66120 no setor 3.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>8(Si1)</b>	<b>16(Si2)</b>	<b>32(Si3)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	710269	43294	40166	15571	809300
<b>1(S1)</b>	129150	44795	41603	1992	217540
<b>2(S2)</b>	55846	8594	650	66120	131210
<b>TOTAL</b>	895265	96683	82419	83683	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.613	0.037	0.034	0.013	0.698
<b>1(S1)</b>	0.111	0.038	0.035	0.001	0.187
<b>2(S2)</b>	0.048	0.007	0.006	0.057	0.113
<b>TOTAL</b>	0.773	0.083	0.071	0.072	1.000

Tabela 17: tabulação cruzada de setores infectados com Solos.

## 3. Rio Permanente

Essa tabulação da tabela 18 mostra que o terceiro setor tem o dobro de rios permanentes dos setores 1 e 2. Que o setor 1 tem 0,68% dos rios permanentes do município, setor 2 tem 0,78%, o setor 3 tem 1,46 e que todos os três setores tem 3,4% do total dos rios permanentes do município de Santo Amaro.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>8(Si1)</b>	<b>16(Si2)</b>	<b>32(Si3)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	860076	88839	73415	66776	1089106
<b>64(R1)</b>	35189	7844	9004	16907	68944
<b>TOTAL</b>	895265	96683	82419	83683	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.742	0.076	0.063	0.058	0.940
<b>64(R1)</b>	0.030	0.006	0.007	0.014	0.060
<b>TOTAL</b>	0.773	0.083	0.071	0.072	1.000

Tabela 18: tabulação cruzada de setores infectados e rios permanentes.

#### 4. Rio Intermitente:

Os rios intermitentes não aparecem nos três setores onde estão os infectados conforme mostra a tabela 19.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>8(Si1)</b>	<b>16(Si2)</b>	<b>32(Si3)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	894400	96683	82419	83683	1157185
<b>128(R2)</b>	865	0	0	0	865
<b>TOTAL</b>	895265	96683	82419	83683	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.772	0.083	0.071	0.072	0.999
<b>128(R2)</b>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
<b>TOTAL</b>	0.773	0.083	0.071	0.072	1.000

Tabela 19: tabulação cruzada de setores infectados e rios intermitentes.

#### 5. Fluxo:

Que a quantidade de fluxos de água nos setores é de 1.7% do total do município conforme a tabela 20.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>8(Si1)</b>	<b>16(Si2)</b>	<b>32(Si3)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	886464	93049	78785	80422	1138720
<b>256(FL)</b>	8801	3634	3634	3261	19330
<b>TOTAL</b>	895265	96683	82419	83683	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.765	0.080	0.068	0.069	0.983
<b>256(FL)</b>	0.008	0.003	0.003	0.002	0.017
<b>TOTAL</b>	0.773	0.083	0.071	0.072	1.000

Tabela 20: tabulação cruzada de setores infectados e fluxo de água.

### 3. TABULAÇÃO DE SOLOS:

#### 1. Acúmulo de Água

Observasse na tabela 21 que o solo do tipo 2 acumula seis vezes mais água que o solo do tipo 1 e que os dois possuem 2.858 pixels de área, com 390 pixels no solo 1 e 2468 pixels solo 2.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1(S1)</b>	<b>2(S2)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	797583	217150	128742	1143475
<b>1(AA)</b>	11717	390	2468	14575
<b>TOTAL</b>	809300	217540	131210	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.688	0.187	0.111	0.987
<b>1(AA)</b>	0.010	0.001	0.002	0.012
<b>TOTAL</b>	0.698	0.188	0.113	1.000

Tabela 21: tabulação cruzada de solos e Acúmulo de água.

#### 2. Rio Permanente

Pode ser observado através desta tabulação na tabela 22 que os rios permanentes aparecem dez vezes mais no solo 2, do que o do solo 1.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1(S1)</b>	<b>2(S2)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	774317	201565	113224	1089106
<b>64(R1)</b>	34983	15975	17986	68944
<b>TOTAL</b>	809300	217540	131210	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.668	0.174	0.097	0.940
<b>64(R1)</b>	0.030	0.013	0.017	0.060
<b>TOTAL</b>	0.6988	0.187	0.113	1.000

Tabela 22: tabulação cruzada de Solos com rio permanente.

### 3. Rio Intermitente

A tabulação cruzada conforme a tabela 23 de Solos e Rios intermitentes são que eles só aparecem no solo 1 e são de 57 metros.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1(S1)</b>	<b>2(S2)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	808492	217483	131210	1157185
<b>128(R2)</b>	808	57	0	865
<b>TOTAL</b>	809300	217540	131210	1157185
<b>PROPORÇÃO</b>	0	1	2	TOTAL
<b>0</b>	0.698	0.187	0.113	0.999
<b>128(R2)</b>	0.001	0.000	0.000	0.001
<b>TOTAL</b>	0.699	0.187	0.113	1.000

Tabela 23: tabulação cruzada de Solos e rios intermitentes.

### 4. Fluxo de água

A tabulação cruzada como é mostrada na tabela 24 dos solos com o fluxo pode ser observado que a mais fluxo de água nos solos 1 com 8897 pixeis, do que os de solo 2 com 5552 pixeis. Em que 0,77% de fluxo no solo 1 e 0,48% no solo 2.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>1(S1)</b>	<b>2(S2)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	804419	208643	125658	1138720
<b>256(FL)</b>	4881	8897	5552	19330
<b>TOTAL</b>	809300	217540	131210	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	0	1	2	TOTAL
<b>0</b>	0.694	0.180	0.108	0.983
<b>256(FL)</b>	0.004	0.007	0.004	0.016
<b>TOTAL</b>	0.698	0.187	0.113	1.000

Tabela 24: tabulação cruzada de solos e fluxo de água.

#### 4. TABULAÇÃO CRUZADA DOS RIOS PERMANENTES:

##### 1. Acúmulo de Água

A tabulação cruzada conforme mostra a tabela 25 dos rios permanentes com o acúmulo de água mostra que é de 0,82% o acúmulo de água nesses rios em proporção ao total de acúmulo do município.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>64(R1)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1083973	59502	1143475
<b>1(AA)</b>	5133	9442	14575
<b>TOTAL</b>	1089106	68944	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.936	0.051	0.987
<b>1(AA)</b>	0.004	0.008	0.012
<b>TOTAL</b>	0.940	0.059	1.000

Tabela 25: tabulação cruzada de rios permanentes e acúmulo de água.

##### 2. Fluxo

A tabulação cruzada como podemos ver na tabela 26 dos rios permanentes com o fluxo de água mostra 3250 de pixeis de fluxo nestes rios.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>64(R1)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1073026	65694	1138720
<b>256(FL)</b>	16080	3250	19330
<b>TOTAL</b>	1089106	68944	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.926	0.056	0.983
<b>256(FL)</b>	0.013	0.002	0.016
<b>TOTAL</b>	0.940	0.059	1.000

Tabela 26: tabulação cruzada de rios intermitentes e fluxo de água.

### 3. TABULAÇÃO CRUZADA RIOS INTERMITENTES

#### 1. Acúmulo de Água

A tabulação conforme a tabela 27 mostra que o acúmulo de água existe nos rios intermitentes e eles são de 817 pixeis.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>128</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1143427	48	1143475
<b>1</b>	13758	817	14575
<b>TOTAL</b>	1157185	865	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	0	128	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.987	0.000	0.987
<b>1</b>	0.011	0.007	0.012
<b>TOTAL</b>	0.999	0.007	1.000

Tabela 27: tabulação cruzada de rios intermitentes e acúmulo de água.

#### 2. Fluxo

Essa tabulação como mostra a tabela 28 não há fluxo de água nos rios intermitentes.

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>0</b>	<b>128(R2)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	1137855	865	1138720
<b>256(FL)</b>	19330	0	19330
<b>TOTAL</b>	1157185	865	1158050
<b>PROPORÇÃO</b>	0	128	<b>TOTAL</b>
<b>0</b>	0.982	0.007	0.983
<b>256(FL)</b>	0.017	0.000	0.017
<b>TOTAL</b>	0.999	0.007	1.000

Tabela 28: tabulação cruzada de rios intermitentes e fluxo de água.

Para termos uma melhor compreensão da tabulação cruzada de todos os atributos: moluscos, infectados, solos, rios e fluxos de água dispoendo esses dados na tabela 29.

Atributos	Mol	Setor infectado 1	Setor infectado 2	Setor infectado 3	Solos 1	Solos 2	R 1	R 2
Com acúmulo de água	5	48	110	4946	390	2468	9442	817
Sem acúmulo de água	98	96635	82309	78737	217150	128742	59502	48
Argissolo (solo 1)	31	44795	41603	1992				
Vertissolo (solo 2)	38	8594	650	66120				
Outros solos	34	43294	40166	15571				
Setor infectado 1	15							
Setor infectado 2	2							
Setor infectado 3	32							
Em outros setores	54							
Rios permanentes (R 1)	26	7844	9004	16907	15975	17986		
Fora dos rios permanentes	77	88839	73415	66776	201565	113224		
Rios intermitentes (R 2)	0	0	0	0	57	0		
Fluxo de água	42	3634	3634	3261	8897	5552	3250	0
Fora do fluxo	61	93049	78785	80422	208643	125658	65694	865

Tabela 29: tabulação cruzada de todos os atributos.

Como a finalidade do trabalho está em mostrar as áreas onde a esquistossomose pode ocorrer e onde seria mais propício para o tratamento de imediato conforme o seu grau de eventualidade em condições favoráveis ao seu aparecimento como doença e servindo como referência para o controle epidemiológico foi editado o mapa de áreas favoráveis com os agrupamentos dos atributos dos infectados como mostra a figura 48:

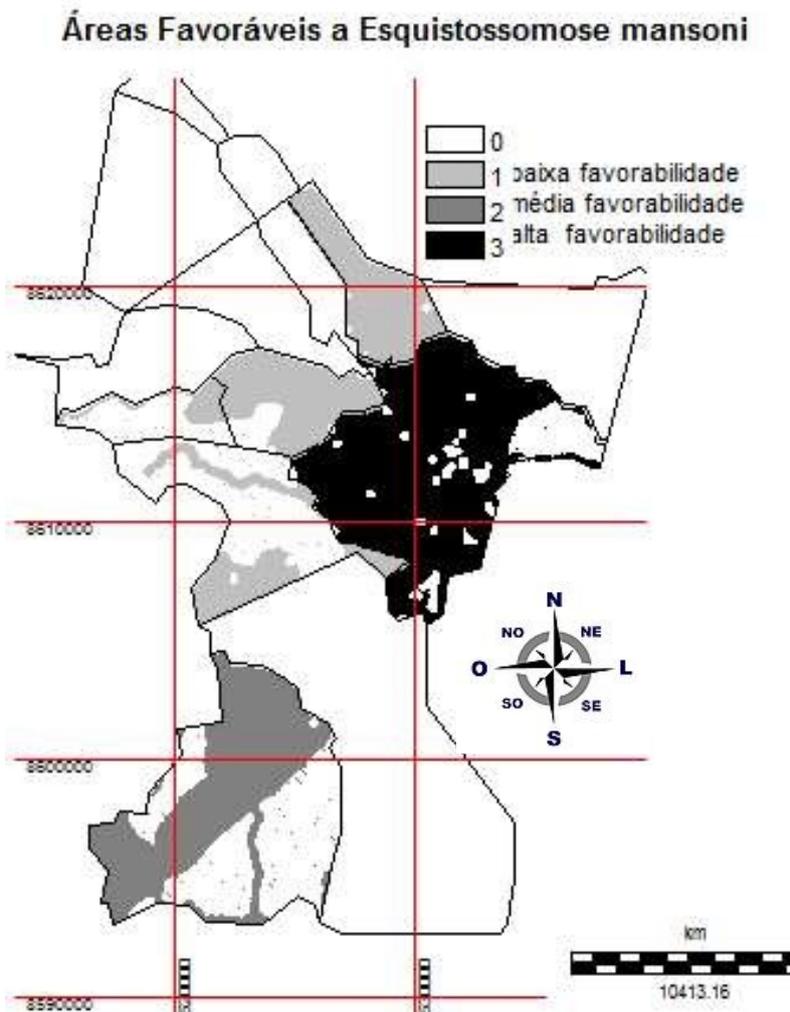


Figura 48: áreas favoráveis a esquistossomose em Santo Amaro, Bahia.

## 8. Conclusão

A metodologia científica de se trabalhar com geotecnologias para se conseguir definir áreas prioritárias para controle de doenças em epidemiologia espacial na esquistossomose mostrou ser de grande valia no seu estudo, dando assim opções e estratégias para obter-se, locais de melhor ação e combate a doença.

A álgebra de mapas dos parâmetros analisados, como hidrografia, Modelo Digital do Terreno e Solo foram usados como mapas temáticos na superposição espacial e atingiu o objetivo de se buscar novas técnicas de averiguação e checagem de dados em saúde, podendo servir como suporte e ajuda no controle do *Schistosoma mansoni* na população.

Os dados se restringiram-se aos anos de 2006, 2007 e 2008 onde a modelagem espacial da doença pode nos dar um panorama de abrangência dentro dos setores censitários, assim podendo-se concluir que o uso de SIG foi apropriado como meio investigativo e descritivo na epidemiologia espacial da esquistossomose no homem como hospedeiro definitivo e sua distribuição espacial e com isso dinamizar o processo nas estratégias dentro do Programa de Controle de Endemias (PCE) da Secretaria Estadual de Saúde.

A abordagem metodológica apresentada mostrou ser eficiente quanto a utilização do SIG no estudo em epidemiologia espacial e na sua composição dos fatores determinantes a presença do parasito e que seja um fator em comum a presença da doença pela superposição dos mapas de acúmulo de água e sua retenção, diferentes tipos de solos, fluxo d'água, hidrografia, distribuição espacial do molusco e do parasito possibilitando obter resultados que definam claramente as áreas onde as chances de ocorrer a doença sejam mais favoráveis a sua disseminação, ajudando no processo de reformulação e adequação as estratégias do controle de endemias do município, otimizando suas atividades, recursos financeiros e ajudar na gestão pública na área de saúde.

A aplicação do geoprocessamento e SIG revelou-se indispensável para esse tipo de estudo, já que possibilitou avaliar com precisão as áreas de interesse em relação à doença estudada, bem como modelar, mapear e interpretar a vulnerabilidade socioambiental a partir dos critérios passíveis de mensuração.

Em associação com os dados censitários há ainda a possibilidade de identificação da população afetada por esses problemas, além de permitir o estudo das condições de vida dessa população em relação a ecologia epidemiológica da esquistossomose e sua espacialização dentro da região de Santo Amaro da Purificação na Bahia.

## 9. Referências Bibliográficas:

ANDRADE, M.E.B. Geografia Médica: origem e evolução. In: BARRADAS, R.B. Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000, p. 151-166.

ANDRADE, A.L.S.S.; MONTEIRO, A.M.V.; BARCELLOS, C. Introdução a Estatística Espacial para a saúde pública, Ministério da Saúde, 2007.

ARAUJO, K.C.G.M.; RESENDES, A.P.C.; SOUZA-SANTOS, R.; SILVEIRA JUNIOR, J.C.; BARBOSA, C.S. Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de esquistossomose mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano 2000. *Cad. Saúde Pública*, v. 23, n. 2, p. 409-417, 2007.

BARCELLOS, C. & BASTOS, F. I. Geoprocessamento ambiente e saúde: uma união possível? *Cadernos de Saúde Pública*, 12: 389-397, 1996.

BARBOSA, C.S.; SILVA, C.B.; BARBOSA, F.S. Esquistossomose: reprodução e expansão da endemia no Estado de Pernambuco no Brasil. *Rev. Saúde Pública*, v. 30, n. 6, p. 609-616, 1996.

BARBOSA, C. S.; BARBOSA, F. S. Padrão epidemiológico da esquistossomose em comunidade de pequenos produtores rurais de Pernambuco, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 14, n. 1, p. 129–137, 1998.

BARBOSA, C. S.; PIERI, O. S.; SILVA, C. B.; BARBOSA, F. S. Ecoepidemiologia da esquistossomose urbana na Ilha de Itamaracá, Estado de Pernambuco. *Rev. Saúde Pública*, v. 34, n. 4, p. 1– 9, 2000.

BARBOSA, C.S.; MONTENEGRO, S.M.L.; ABATH, F.G.; DOMINGUES, A.L.C. Eventos epidemiológicos relacionados à transmissão da esquistossomose em áreas rurais e urbanas de Pernambuco. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 96, p. 169, 172, 2002.

BARCELLOS, C.; PUSTAI, A.K.; WEBER, M.A.; BRITO, M.R.V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Ver. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 38, p. 246-250, 2005.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. *Informática Pública*, v. 4, n. 2, p. 221–230, 2002.

BARCELLOS, C.; SANTOS, S.M. Georreferenciamento de dados secundários sobre ambiente e saúde. In: SEMANA ESTADUAL DE GEOPROCESSAMENTO 1., 1996, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Fórum Estadual de Geoprocessamento, 1996.

BAILEY, T. C. Spatial statistical methods in health. *Cadernos de Saúde Pública*, 17: 1083-1098, 2001.

BARBOSA, F.S. Considerações sobre os métodos profiláticos no controle da esquistossomose. *Ci e Cult* 32:1628-1632, 1980.

BARBOSA, C.S.; MONTENEGRO, S.M.L.; ABATH, F.G.; DOMINGUES, A.L.C. Eventos epidemiológicos relacionados à transmissão da esquistossomose em áreas rurais e urbanas de Pernambuco. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 96, p. 169, 172, 2002.

BARRETO, M. L. Esquistossomose Mansônica. Distribuição da doença e organização social do espaço. 136f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 1982.

BAVIA, M. E. Geographic information systems for schistosomiasis in Brazil.. 99 f. Tese (Doutorado) - Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, 1996.

BAVIA, M.E.; HALE, L.F. ; MALONE, J.B. ; BRAUD, D.H. Geographic Information Systems and the environmental risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil. *Trop. Med*, v. 60, n. 4, p. 566-572, 1999.

BAVIA, M. E. Monitoramento ambiental e o controle das doenças endêmicas através da identificação de áreas de risco. In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, Sergipe. Anais... Sergipe, 2004, p. 1–10, 2004.

BAVIA, M.E.; CARNEIRO, D.D.M.T.; GURGEL, H.C.; MADUREIRA FILHO, C.; BARBOSA, M.G.R. Remote sensing and geographic information system and risk of American Visceral Leishmaniasis in Bahia, Brasil. *Parassitologia*, v. 47, n. 1, p. 165–169, 2005.

BINA, J.C. A expansão da esquistossomose mansoni no Brasil: Fatores determinantes e sugestões para o seu controle. *Revista Médica da Bahia*, v. 22, n. 1, p. 86-100, 1976.

BINA, J.C.; PRATA, A. Esquistossomose na área hiperendêmica de Taquarendi. I – Infecção pelo *Schistosoma mansoni* e formas graves. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 36, n. 2, p. 211-216, 2003.

BOYLE, J.P. et al., ZAIDE, J.V. & YOSHINO, T.P. *Schistosoma mansoni*: effects of serotonin and serotonin receptor antagonists on motility and length of primary sporocysts in vitro. *Experimental Parasitology*, 94:217-226, 2000.

BONHAM-CARTER, G.F. *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*. Pergamon, Oxford, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Controle da Esquistossomose – Diretrizes Técnicas. 2º ed. Brasília 70p, 1998.

BRASIL, Sistemas de Informações Geográficas, conceitos básicos, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Abordagens Espaciais na Saúde Pública. Brasília, b. 135p, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, Relatório de Situação, Bahia. Brasília, 26p, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Guia de Vigilância Epidemiológica 2009. 7º ed. Brasília,. 840p, 2009.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa População 2009. Disponível em:  
<[http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009\\_DOU.pdf](http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf)>.  
Acesso em: 10 ago. 2010.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C.M.B.;MAGALHÃES, G. Anatomia de Sistemas de Informações Geográfica, Campinas, 1996.

CÂMARA, G. & DAVIS, C. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.) Introdução à Ciência da Geoinformação. <[http:// www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/)>, 2000.

CÂMARA, G.; BARBOSA C.C.; CODEIRO J.P.; LOPES, E.; FREITAS U.M.; LUCENA, I. Álgebra de Mapas, INPE, 2001.

CAMARA, G.; MONTEIRO, A.M.; FUKS, S.D.; CARVALHO, M.S. Análise espacial e geoprocessamento. São Jose dos Campos, SP: INPE, 2002.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Panamericana da Saúde, 120p, 2000.

CARVALHO,O.M.; COELHOP.M.Z.; LENZI H.L. Schistosoma mansoni, Esquistossomose, uma visão multidisciplinar. Fiocruz, 2008.

CHIEFFI, P.P.; WALDMAN, E.A. Aspectos particulares do comportamento epidemiológico da Esquistossomose Mansônica no Estado de São Paulo, Brasil. Caderno de Saúde Pública, v. 4, n. 3, p. 257-275, 1988.

COURA, J.R. & AMARAL, R.S. Epidemiological and control aspects of schistosomiasis in Brazilian endemic areas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99, supl.1:13-19, 2004

CORVALAN, C.; BRIGGS, D. & KJELLSTROM, T.,. Development of environmental health indicators. In: *Linkage Methods for Environment and Health Analysis* (D. Briggs, C. Corvalán & M. Nurminen, eds.), pp. 19-53, Geneva: OMS, 1996.

COSTA, M.C.N.; TEIXEIRA, M.G.L.C. A concepção de “espaço” na investigação epidemiológica. *Caderno de Saúde Pública*, v. 15, n. 2, p. 271-279, 1999.

COSTA, G. F. Geoprocessamento: Uso e aplicação na saúde pública e na saúde ambiental. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DAVIS, G.M. Snail hosts of Asian *Schistosoma* infecting man: evolution and coevolution. In: BRUCE, J.I. & SORNMANI, S. *The Mekong Schistosome*. *Malacological Review*, supl.2:195-238, 1980.

DAVIS, G.M. Evolution of prosobranch snails transmitting Asian *Schistosoma*; coevolution with *Schistosoma*: a review. *Progress in Clinical Parasitology*, 3: 145-204, 1992.

DEELDER, A.M. et. al. Detection of Schistosome antigen in Mummies. *Lancet*, 335: 724-725, 1990.

DEMERS, M.N. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. New York: J. Wiley, 486p, 1997.

DEMERS, M.N.. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. New York: J. Wiley, 512p., 1999.

DESPRÈS, I.; IMBERT- ESTABLET, D. & MONNEROT, M. Molecular characterization of mitochondrial DNA provides evidence for the recent introduction of

Schistosoma mansônica into America . Molecular and Biochemical Parasitology, 60:221- 229, 1993.

DIAS, L.C.S. & RIBEIRO, O.B. Schistosoma mnsoni: eggs with two cercarias miracídia. Transactions of the Royal Society of tropical medicine and higiene, 74:826, 1980.

DOUMENGE JP, Mott KE, Cheung G, Villenave D, Chapuis P, Perrin MF, Thomas GR., *Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasés/Atlas of global distribution of schistosomiasis*. Talence, CEGET/CNRS, Genève, OMS/WHO, 400 p., 1987.

EKLU-NATEY, D.T. et al.. Comparative scanning electron microscope, study de miracídia of four human schistosome species. International journal for parasitology, 15: 33-42., 1985.

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

GARGIONI, C.; SILVA, R.M.; THOMÉ, C.M.; QUADROS, C.M.S.; KANAMURA, H.Y. Utilização de método sorológico como ferramenta diagnóstica para implementação da vigilância e controle da esquistossomose no município de Holambra, São Paulo, Brasil. Cad. Saúde Pública, v. 24, n. 2, p. 373-379, 2008.

GEMAEL, C. Sistema de projeção. (Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas), Curitiba,. 126p., 1976.

GOMES, A.G.; VARRIALE M.C.. Modelagem de Ecossistemas, p. 355-358, 2004.

GURGEL, H. C. A utilização das geotecnologias em estudos epidemiológicos: o exemplo da relação entre a malária e o NDVI em Roraima. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte,. p. 1303-1310, 2003.

GORGULHO, M. G. P. S. O Sistema de posicionamento global. Desenvolvido pela apostila de GPS (2001). Disponível em: <[http://gpstm.comport/apostila\\_port.htm](http://gpstm.comport/apostila_port.htm). 2001>. Acesso em: 15 jan, 2009.

HAAS, W. et al.. Finding and recognition of the snail intermediate stimulant. *Experimental Parasitology*, , 110: 133-142, 1995.

HOFFMAN, W.A.; PONS, J.A.; JANER, J.L. The sedimentation-concentration method in schistosomiasis mansoni. *The Puerto Rico Journal of Public Health and Tropical Medicine*, v. 9, n. 1, p. 283-291, 1934.

KATZ, N.; PEIXOTO, S.V. Análise crítica da estimativa do número de portadores de esquistossomose mansoni no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 33, n. 3, p. 303–308, 2000.

KATZ, N., ALMEIDA K. Esquistossomose, xistosa, barriga d'água. *Ci e Cult* 55: 38-41, 2003.

JOLLEY, D. J.; JARMAN, B. & ELLIOT, P. Socioeconomic confounding. In: *Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small- Area Studies* (P. Elliot, J. Cuzick, D. English & R. Stern, eds.), pp. 158-176, Tokyo: Oxford University Press., 1992.

LEMOS, J.C.; LIMA, S.C. A Geografia Médica e as doenças infecto-parasitárias. *Caminhos da Geografia*, v. 3, n. 6, p. 74-86, 2002.

LETHAM, L. GPS Made easy: using global positioning systems in the outdoors. Seattle: Mountaineers, 112p., 1996

LIMA & COSTA, M.F.F. et al. A 13 year follow up of treatment and snail control in a area endemic for *Schistosoma mansoni* in Brazil: incidence of infection and reinfection. *Bulletin of the world Health Organization*, 71:197-205, 1993.

MAGALHÃES, B. F.; DIAS, C. B. Esquistossomose de Manson: Estudos. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, n. 41, p. 363–440, 1944.

MARTINS, F.T.; DUTRA, L.V.; FREITAS, C.C.; FONSECA, F.R.; GUIMARÃES, R.J.P.S.; MOURA, A.C.M.; SCHOLTE, R.G.C.; AMARAL, R.S.; DRUMMOND, S.C.; FREITAS, C.R.; CARVALHO, O.S. Uso de árvore de decisão para predição da prevalência de esquistossomose no Estado de Minas Gerais, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis, p. 2841-2848, , 2007.

MATOS, A.C.A.; PEREIRA, G.C.; JANNOTTI-PASSOS, L.K.; KUSEL, J.R.; COELHO, P.M.Z. Evaluation of the effect of oxamniquine, praziquantel and a combination of both drugs on the intramolluscan phase of *Schistosoma mansoni*. Acta Tropica, v. 102, p.84-91, 2007.

MICHEL,A; KNOBLOCCH, J & KUNS, W P19: a female and tissue specifically expressed gene in Schistosoms mansoni, regulated by pairing with the male. Parasitology, 127:519-524, 2003.

MIRANDA, J.I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas, Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MONICO, J.F.G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: UNESP. 287p., 2000.

MORGAN, J.A. et al. Schistosoma mansoni and Biomphalaria: past history and future trends. Parasitology, 123:S211-S228, 2001.

MOURA, A.C. M.; FREITAS, C. R.; DUTRA, L. V.; MELO, G. R.; CARVALHO, O. S.; FRITAS, C. C.; AMARAL, R. S.; DRUMMOND, S. C.; SCHOLTE, R. G. C.; GUIMARÃES, R. J. P. S. Atualização de mapa de drenagem como subsídio para a montagem do SIG para a análise da distribuição da esquistossomose em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiania. Anais... Goiania, v. 16, p. 3551-3558, 2005.

MTP. Manual Técnico de Pedologia do IBGE, 2007.

NEVES, D.P. Parasitologia Humana. 10. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 428p, 1999.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, J. F. Aspectos epidemiológicos da esquistossomose mansônica nos Bairros Novo Horizonte e Campo Limpo, Feira de Santana, Bahia. Sittentibus Ciências Biológicas. v. 2, n. 1, p. 69 – 72, 2002.

PARAENSE, W.L. Histórico. Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais, v. 11, n. 1, p. 105-118, 1959.

PARAENSE, W.L. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. Arquivo do Museu Nacional, v. 55, p. 105-111, 1975.

PELLEGINI, D. C. P. Análise Espaço-Temporal da Leptospirose no Município do Rio de Janeiro (1995-1999). 2002. 49f. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ.

REY, L. Parasitologia Médica. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 731p, 1991.

REY L, 2001. *Parasitologia*. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan SA, 3ª edição, 856 p.

RICHARDS C.S. *Schistosoma mansoni*: susceptibility reversal with age in the snails host *Biomphalaria glabrata*. *Exp Parasitol* 42: 165-168, 1997.

RESENDES, A. P. C.; BARCELLOS, C.; SKABA, D. A.; OLIVEIRA, E. X. ;GONDIM, G. M. de M.; ROJAS, L. B. I.; PINA, M. F. ;MAGALHÃES, M. A. F. M. ; SANTOS, R. S.; GRACIE, R.; SANTOS, S. M. Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública. Série: Capitação e atualização em geoprocessamento em saúde. Volume 2, 2007.

RIBEIRO, P.J.; AGUIAR, L.A.K.; TOLEDO, C.F.; BARROS, S.M.O.; BORGES, D.R. Programa educativo em esquistossomose: modelo de abordagem metodológica. *Rev. Saúde Pública*, v. 38, n. 3, p. 415-421, 2004.

ROCHA, M.O.C. et al.. Characterization of the non-apparent clinical form in the initial phase of schistosomiasis mansoni. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 35:247-251, 1993.

ROCHA, C. H. B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar, 2:187-188, 2002.

SAMBON, L.W. Description of some new species of animal parasites. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 19:282-283, 1907.

SILVA, L J. Crescimento Urbano e Doença: a esquistossomose no município de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, 9: 1-7, 1985.

SILVA, A.B. Sistemas de Informações Geo-referenciadas. Conceitos e Fundamentos. 2003.

SILVA, P.B.; BARBOSA, C.S.; FLORÊNCIO, L. Caracterização do ambiente físico-químico e biológico de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Anais... Campo Grande, v. 23, p. 1-7, 2005.

SNOW, J. Sobre a maneira de transmissão do cólera, (1813-1858).

SHIMAKURA, S. E.; CARVALHO, M. S.; AERTS, D. R. G. & FLORES, R., Spatial risk distribution: modeling infant mortality in Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 17: 1251-1261, 2001.

SUSSER, M. The logic in ecological: II. The logic of design. *American Journal of Public Health*, 84:831-835, 2001.

SNYDER,S.D. & LOKER,E.S. Evolutionary relationships among the Schistosomatidae ( Platyhelminthes: Digenea) and Asian origin for Schistosoma. The journal of Parasitology, 86:283, 2000.

TAVARES, A.C.Q. Distribuição espaço-temporal do crime contra a vida em Salvador entre 2000 e 2004. 2006. 65 f. Conclusão de Curso (Especialização em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2006.

TEIXEIRA, N.N.; FERREIRA, L.D.D. Estabelecimento de Redes Geodésicas Locais de Alta Precisão para o Monitoramento de Deformações da Crosta: Estudo de Caso de uma Barragem de Usina Hidrelétrica. Bol. Cienc. Geod., v. 11, n. 1, p.53-70, 2005.

UMBELINO, G., DOUGLAS, S., MACEDO, D. , FELIPPE, M. . Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a preservação dos recursos hídricos e estudos de vulnerabilidade socioambiental. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril, INPE, p. 5541-5549, 2007.