
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**CONHECIMENTOS DA ESQUISTOSSOMOSE
MANSÔNICA: A UTILIZAÇÃO DO
GEOPROCESSAMENTO NO CASO DE
BANANAL, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.**

Renata Diniz Teles



Trabalho de Conclusão de Curso –
TCC - apresentado ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista -
Campus de Rio Claro, como parte
dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Geografia.

2009

**CONHECIMENTOS DA ESQUISTOSSOMOSE MANSÔNICA: A
UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NO CASO DE
BANANAL, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.**

Renata Diniz Teles

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sandra Elisa Contri Pitton

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

2009

Prof^a. Dr^a. Sandra Elisa Contri Pitton

Orientadora

Renata Diniz Teles

Discente

Dedico esse trabalho ao meu pai, Horácio, que tanto me incentivou através de seu exemplo como exímio pesquisador científico de campo e que me ensinou que a verdadeira importância do trabalho acadêmico é a benfeitoria que trás para a população, em detrimento do que o mesmo pode proporcionar para a carreira pessoal do cientista; à minha mãe, Elisete, que sempre me apoiou nos momentos em que a coragem foi pouca e a vontade de desistir foi muita, com palavras sempre sábias e equilibradas; ao Felipe, meu irmão, cuja presença já é um estímulo, por sua leveza e bom humor; ao Richard, que é a pessoa que me faz ter perspectiva e vontade de ir em frente e que através da sua história de vida prova que com determinação somos capazes de alcançar qualquer objetivo.

Resumo

A esquistossomose mansônica, doença causada pela infecção de *Schistosoma mansoni* durante os contatos da população com os ambientes hídricos poluídos por fezes e colonizados por certas espécies dos caramujos de água doce do gênero *Biomphalaria*, afeta 6 milhões de pessoas no Brasil; Katz & Almeida (2003) ainda estimam que cerca de 25 milhões de brasileiros vivam sob o risco permanente da aquisição do parasito. No país a transmissão depende da disponibilidade de coleções hídricas colonizadas por *Biomphalaria glabrata*, *Biomphalaria tenagophila* ou *Biomphalaria straminea*, espécies dos caramujos dulcícolas naturalmente suscetíveis ao parasito, amplamente distribuídas em território nacional.

Um dos exemplos recentes do controle exitoso da endemia em São Paulo foi um plano de intensificação do controle desenvolvido em Bananal, município da área endêmica existente na região do vale do Paraíba do Sul, localizado no extremo leste do estado, na divisa com o estado do Rio de Janeiro.

A par dos conhecimentos adquiridos no controle da esquistossomose em Bananal, permaneceram dúvidas sobre a associação de determinadas variáveis geográficas e ambientais determinantes dos riscos da infecção que possibilitassem o desenvolvimento de um modelo de avaliação epidemiológica mais fidedigna. Nesse sentido, a literatura registra a utilização de técnicas de geoprocessamento de informações biológicas e epidemiológicas para a análise dos múltiplos fatores geralmente envolvidos na transmissão da esquistossomose e de outras doenças. Nas análises consideram-se as distribuições dos focos e dos casos, para correlação com parâmetros biológicos, ambientais, parasitológicos e epidemiológicos, tais como, intensidade das infecções, idade, entre outros, resultem conhecimentos adequados ao planejamento e execução das ações de controle e vigilância.

Seguindo essa linha de pesquisa, o presente estudo pretendeu o reconhecimento de detalhes sobre a transmissão da esquistossomose em Bananal e a busca de informações que possibilitassem o delineamento de um conjunto de procedimentos extraídos do panorama epidemiológico local passível de aplicação em outras situações que subsidiem as intervenções que consolidem os resultados obtidos nos programas de controle da endemia.

Palavras-chave: esquistossomose mansônica, controle, epidemiologia, sistemas de informação geográfica, geografia da saúde.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aspectos morfológicos dos machos e das fêmeas de *Schistosoma*.

Figura 2: Ciclo biológico de *Schistosoma*.

Figura 3: Áreas Endêmicas da Esquistossomose no mundo (em vermelho).

Figura 4: Distribuição da Esquistossomose no Brasil

Figura 5 - Localização de Bananal (São Paulo, Brasil).

Figura 6 - Acessos rodoviários de Bananal (São Paulo, Brasil).

Figura 7: Panorama da área urbana de Bananal (São Paulo, Brasil).

Figura 8: Casos da esquistossomose mansônica diagnosticados e notificados de 1994 a 2006 em Bananal (São Paulo, Brasil).

Figura 9: Distribuição dos casos e focos de esquistossomose mansônica no município de Bananal (São Paulo, Brasil), de 1994 a 2006.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A Doença	1
1.2. Agentes Patogênicos	1
1.3. Ciclo Biológico	2
1.3.1. Evolução nos hospedeiros definitivos e intermediários	3
1.4. Diagnóstico e Tratamento	4
1.5. Controle, Profilaxia, Vigilância e Epidemiologia	5
1.5.1. Controle e vigilância	5
1.5.2. Combate ao caramujo e saneamento basico	6
1.5.3. Condicionantes Epidemiológicos	7
1.6. Hospedeiros Intermediários	7
1.6.1. Espécies dos caramujos hospedeiros intermediários	7
1.7. Distribuição mundial da esquistossomose	8
1.8. A esquistossomose no Brasil	8
1.9. A esquistossomose em São Paulo	9
1.10. A esquistossomose em Bananal	9
1.11. Caracterização da área de estudo	11
2. JUSTIFICATIVAS	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. Geral	17
3.2 Específicos	17
4. METODOLOGIA	18
5. RESULTADOS	19
6. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	25
ANEXO	

1. INTRODUÇÃO

1.1. A doença

Dentre os agravos de saúde pública, a esquistossomose ainda é uma das parasitoses mais importantes do mundo pelo grande número de indivíduos acometidos e pelas dificuldades de erradicação do problema. A doença produzida por determinadas espécies dos vermes trematódeos digenéticos pertencentes ao gênero *Schistosoma* apresenta sintomatologia variável conforme a intensidade da infecção, ou seja, o número de vermes adquiridos ao longo da vida.

A fase aguda geralmente é assintomática, algumas vezes caracterizada por uma dermatite urticariforme, e acompanhada de erupção papular, eritema, edema e prurido até cinco dias após a infecção que acontece nos contatos das pessoas com ambientes hídricos contaminados por matérias fecais e colonizados por espécies certas espécies dos caramujos de água doce.

Cerca de três a sete semanas depois das exposições aos focos acontecem os sintomas mais freqüentes que são febre, anorexia, dor abdominal e de cabeça. Eventualmente os sintomas são acompanhados de diarreia, náuseas, vômitos ou tosse seca. Além desses sintomas, existe a possibilidade do desenvolvimento de problemas neurológicos, condição conhecida como a neuroesquistossomose.

Além dos aspectos patológicos, as formas graves da esquistossomose, ou crônicas, comprometem o desenvolvimento, a capacidade de vida e de trabalho das pessoas afetadas, caso persistam os contatos com os focos da endemia. A severidade dos efeitos patogênicos resultantes das infecções manifesta-se no sistema intestinal ou urinário dependendo da espécie de *Schistosoma*.

1.2. Agentes patogênicos

Os trematódeos digenéticos do gênero são endoparasitas de vertebrados que possuem o corpo achatado com simetria bilateral, sem segmentação e com o tegumento recoberto por uma membrana de aspecto sincicial. Os órgãos de fixação

dos vermes adultos nos hospedeiros são duas ventosas, uma anterior, contendo a abertura bucal, e outra anterior ou acetábulo que é ventral.

O sistema digestivo das espécies é incompleto, ou seja, sem ânus. Os representantes da família dos esquistossomas possuem sexos separados, o que consiste uma exceção entre as espécies do grupo taxonômico dos vermes platelmintos que são hermafroditas. O aparelho excretor é simples composto de células vibráteis e um poro excretor. Portanto, os vermes pertencentes ao gênero apresentam notável dimorfismo sexual (machos achatados e fêmeas cilíndricas) (Figura 1) e se reproduzem por acasalamento nos organismos dos vertebrados que atuam como hospedeiros definitivos e assexuadamente nos moluscos, os hospedeiros intermediários.

Segundo Silva *et al.* (2008), as características morfológicas dos vermes adultos, do espículo do ovo, do ciclo biológico, da especificidade pelo hospedeiro intermediário, as espécies do gênero *Schistosoma* são divididas em quatro grupos:

- 1) Grupo japonicum (*S. japonicum*, *S. sinensium*, *S. mekongi* e *S. malayensis*).
- 2) Grupo haematobium (*S. haematobium*, *S. bovis*, *S. mattheei*, *S. margrebowiei*, *S. intercalatum* e *S. leiperi*).
- 3) Grupo indicum (*S. indicum*, *S. spindale*, *S. ingognitum* e *S. nasale*)
- 4) Grupo mansoni (*S. mansoni*, *S. rodhaini*, *S. hippopotami* e *S. edwardiense*)

Apesar da existência de outras espécies potencialmente patogênicas, a maioria dos casos da esquistossomose descritos no mundo decorre da aquisição de apenas três espécies: *S. haematobium*, *S. mansoni* e *S. japonicum*.

1.3. Ciclo biológico

O desenvolvimento das espécies do gênero apresenta duas fases uma ambiental e outra nos organismos dos hospedeiros. O homem é o principal reservatório dos parasitas causadores da esquistossomose. Existem algumas evidências da possibilidade da infecção de certas espécies dos roedores, marsupiais e dos primatas, todavia a participação desses animais na manutenção do parasita em condições naturais é desconhecido.

No ambiente, os ovos eliminados com as excretas em contato com a água libertam os miracídeos, as larvas infectantes dos caramujos, que nadam ativamente em busca da espécie adequada e suscetível para a continuidade do

desenvolvimento. Em condições satisfatórias, os miracídios permanecem vivos por várias horas até penetrarem no hospedeiro intermediário. Após o transcurso de quatro a seis semanas acontece a liberação das cercárias, as larvas infectantes dos vertebrados. Tanto os miracídios, como as cercárias sobrevivem nos ambientes hídricos por curtos períodos de tempo. Em condições experimentais o tempo médio de vida das larvas infectantes é de até 72 horas; após a eclosão há a perda de vitalidade se as larvas não entrarem em contato com as espécies apropriadas dos hospedeiros. Além do pH, da turbidez e de outras características dos ambientes hídricos, a temperatura da água e a luminosidade são determinantes da eclosão das larvas. Na seqüência, as larvas infectantes penetram o tegumento das espécies dos caramujos aquáticos pertencentes aos gêneros *Biomphalaria*, *Bulinus* ou *Oncomelania*, conforme a espécie do parasita.

Os esquistossomas adultos localizam-se no sistema venoso dos portadores da infecção que liberam os ovos para o meio externo juntamente com as fezes ou urina. A continuidade da transmissão depende da disponibilidade das espécies apropriadas dos caramujos transmissores, da contaminação ambiental pelos dejetos e dos contatos das pessoas com os ambientes hídricos.

O desenvolvimento de *Schistosoma* se dá em um ciclo complexo intra e extra hospedeiros, logo sujeito à uma multiplicidade de fatores e determinantes biológicos e ambientais, condição própria das espécies bem evoluídas. A par da existência de outras interações que favorecem a propagação da espécie, essa é uma das principais razões da ampla disseminação da doença (Teles, 2008).

A Figura 2 apresenta os principais detalhes do ciclo biológico das espécies de *Schistosoma*.

1.3.1. Evolução nos hospedeiros definitivos e intermediários

Durante o desenvolvimento as espécies do gênero apresentam os seguintes estágios evolutivos: ovo, miracídio, esporocisto primário, esporocisto secundário, cercária, esquistossômulo e verme adulto.

A infecção parasitária decorre da interação de uma série de eventos complexos que envolvem a eclosão e sobrevivência dos miracídios nas coleções hídricas até a penetração nos hospedeiros intermediários. Nos caramujos seguem-se divisões celulares e modificações morfológicas que terminam na produção das

cercárias. Essas larvas, depois da penetração na pele ou nas mucosas dos mamíferos vertebrados seguem pelo sistema circulatório. No coração, os vermes são bombeados para os pulmões, voltando ao coração de onde alcançam a circulação sistêmica. Os esquistossômulos retidos no fígado amadurecem sexualmente. As posturas dos ovos acontecem no sistema porta-hepático intestinal para a dos ovos ainda imaturos nas fezes ou excretas.

Nos hospedeiros invertebrados, os caramujos aquáticos, o *Schistosoma* desenvolve a fase assexuada o ciclo vital, que também compreende complexos processos de multiplicação celular e de mecanismos adaptativos. Para a sobrevivência intra-molusco é fundamental a interação metabólica e fisiológica para a transformação dos miracídios em cercárias.

1.4. Diagnóstico e tratamento

O exame mais usado para diagnóstico laboratorial da esquistossomose é o de fezes. As técnicas mais recomendadas são a de Kato, mais conhecida como “método de Kato-Katz” e a de Lutz, também denominada “método de Hoffman, Pons e Janer” (Teles, 2003). através da coleta de três amostras consecutivas com o intervalo máximo de 10 dias entre a primeira e a última coleta. Esses exames podem ser poucos sensíveis em pacientes com baixas cargas parasitárias. Em casos fortemente suspeitos, quando os resultados das três primeiras amostras forem negativos, a recomendação o exame de uma série de mais três amostras. Na permanência dos resultados negativos é possível a complementação do diagnóstico laboratorial através do exame sorológico.

A biópsia retal apesar de não recomendada na rotina, quando necessária, pode ser de utilidade no diagnóstico, especialmente em casos com repetidos exames parasitológicos negativos. Testes de reação em cadeia de polimerase (PCR) em amostras de fezes mostram-se úteis, porém não estão ainda disponíveis na rotina. Os diversos detalhes, comentários da eficiência e dificuldades do diagnóstico laboratorial da esquistossomose estão no trabalho de Rabello *et al.* (2008).

Atualmente, no Brasil, o tratamento quimioterápico de primeira escolha da esquistossomose é feito com medicamento de baixa toxicidade, o praziquantel, por via oral, em dose única, já que estudos demonstram maior eficácia em relação à

oxaminiquine. O tratamento com o praziquantel é recomendado para todos os pacientes que não tenham contra-indicação clara ao seu uso. De uma maneira geral, a administração da quimioterapia permite o controle da morbidade das infecções, assim como é um instrumento coadjuvante do controle da transmissão, uma vez que os indivíduos medicados não seguem eliminando ovos do verme e, portanto, reduzindo as oportunidades dos encontros do parasita com as espécies dos hospedeiros intermediários.

A outra possibilidade de tratamento é cirúrgica quando do desenvolvimento das formas graves da doença.

Em áreas endêmicas, onde muitos dos grupos de alto risco não dispõem de infraestruturas de saúde recomenda-se que a cobertura do tratamento seja estendida à comunidade ou a escolares, com ou sem diagnóstico, por referência a parâmetros prévios de intensidade e prevalência da infecção. E mesmo em áreas de baixa a moderada endemicidade, a depender da existência de recursos de saúde, a estratégia mais adequada é o tratamento regular de escolares, em determinados intervalos.

A esquistossomose nas suas fases iniciais é geralmente assintomática e seu diagnóstico deve atingir qualquer paciente com história de exposição em coleções hídricas contaminadas.

Quando o paciente apresenta manifestações clínicas iniciais, a esquistossomose se confunde com outras várias doenças infecciosas, contaminação por produtos químicos lançados nos rios. Nos casos da manifestação de diarreia a esquistossomose se apresenta a semelhança das amebíases, leishmaniose visceral, febre tifóide, leucemia, linfoma, hepatoma, esplenomegalia tropical, hepatites virais, por exemplo. Nesses casos o diagnóstico laboratorial e história de contatos com coleções hídricas, em atividades de lazer ou trabalho, juntamente com a informação da procedência do doente, servem de subsídio para a confirmação do caso.

1.5. Controle, vigilância, profilaxia e epidemiologia

1.5.1. Controle e vigilância

O controle da transmissão, da morbidade e a vigilância epidemiológica da esquistossomose em áreas de focos com atividade atual ou passada pretende a

interrupção ou redução dos níveis da transmissão ou a re-emergência da doença. As principais ações visam a identificação e o tratamento precoce dos portadores, por meio da busca ativa de casos em inquéritos coproscópicos e a caracterização das condições da transmissão para a execução de intervenções ambientais que dificultem a disseminação da doença. Nas áreas de baixa endemicidade, caracterizadas pela dominância de casos onde a intensidade das infecções ou número de vermes albergados é pequena – além da busca passiva dos casos pelo sistema de saúde exige a adoção de técnicas mais sensíveis para a descoberta dos portadores, como as sorológicas.

Quanto à vigilância epidemiológica, a esquistossomose é uma doença de notificação compulsória.

1.5.2. Combate aos caramujos e saneamento básico

O combate aos caramujos, hospedeiros intermediários é um ponto importante para o controle da transmissão em situações que é possível a redução da densidade populacional nos focos e criadouros.

Seja qual for o nível de prevalência, as intervenções ambientais preconizadas para o controle da endemia são o saneamento básico e outras obras sanitárias, como o aterro, drenagem, canalização, retificação e a limpeza e remoção da vegetação marginal ou emergente dos ambientes hídricos.

A implantação de sistemas simplificados de captação e depósito de dejetos (fossas) e de reservatórios para o armazenamento de água também são condições importantes na profilaxia da esquistossomose.

O controle químico dos caramujos se dá com aplicações de moluscidas. Embora certos programas recomendem as aplicações de produtos químicos nas coleções hídricas de localidades cujas prevalências são iguais ou superiores a 25%, quando as obras de engenharia sanitária não forem viáveis, na atualidade a utilização desses produtos é uma questão complicada pelos efeitos deletérios desencadeados na fauna associada no meio aquático. A substância mais utilizada é a niclosamida.

É consenso que o saneamento básico é a medida profilática mais eficaz para a proteção da população e o ambiente contra a esquistossomose. Os focos da

doença raramente acontecem em localidades cujo fornecimento de água potável e o recolhimento de esgotos para tratamento abrange todas as residências.

O conhecimento da população sobre a esquistossomose, sobretudo das formas de infecção e da necessidade do diagnóstico e tratamento, são condições importantes para a redução dos riscos da infecção. A mobilização e organização da comunidade também permitem avanços significativos nos níveis de prevenção contra as infecções, seja na participação dos programas de controle, como na reivindicação por melhorias das condições do saneamento e atendimento de saúde.

1.5.3. Condicionantes epidemiológicos

Paralelamente às condições sócio-econômicas, outros fatores são relevantes para o incremento dos riscos da infecção humana e aumento das prevalências.

Como a infecção depende dos contatos das pessoas com os ambientes hídricos contaminados por fezes e colonizados por espécies dos caramujos transmissores, a literatura científica registra que a aquisição de novas cargas parasitárias pelas pessoas acontece durante as atividades de lazer (natação), profissionais (extração de areia, plantação de arroz, lavagem de roupas, utensílios domésticos ou de animais) ou incidentais (quedas e enchentes). Outras atividades profissionais propícias à infecção são as do trabalho executado para a limpeza e manutenção dos ambientes hídricos.

Obviamente a prevenção depende da eliminação dos contatos e utilização de equipamentos de proteção individual, no caso das atividades profissionais.

1.6. Hospedeiros intermediários

1.6.1. Espécies dos caramujos hospedeiros intermediários

No Brasil existem três espécies dos hospedeiros intermediários naturalmente suscetíveis a *S. mansoni*: *Biomphalaria glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea*. A suscetibilidade dessas espécies dos planorbídeos apresenta diferentes níveis de adaptação que variam conforme a raça circulante do parasita. A distribuição geográfica das populações das espécies dos caramujos transmissores mostra uma grande amplitude geográfica, condição que denota a grande adaptação às diferentes

condições ecológicas vigentes (Paraense, 1986). O trabalho de Santos *et al.* (2008) apresenta dados atualizados sobre a ocorrência das espécies dos caramujos transmissores no Brasil, por estados e municípios. A partir dos dados apresentados no trabalho desses autores percebe-se que *B. glabrata* e *B. straminea* consistem espécies mais amplamente distribuídas e com maior número de ocorrências que *B. tenagophila*. Teles e Santos (2008) discutiram a influência dos vários aspectos da biologia e ecologia das espécies transmissoras da esquistossomose, bem como as implicações epidemiológicas resultantes da adaptação ao parasita nas diferentes circunstâncias ambientais, capacidade adaptativa e outros detalhes importantes para a sobrevivência nos diferentes tipos de coleções hídricas.

Além das espécies citadas anteriormente, estudos experimentais demonstram que as espécies *B. peregrina*, *B. amazonica* e *B. kuhniana* também possibilitam o desenvolvimento de *S. mansoni* (Teles, 2006).

1.7. Distribuição mundial da esquistossomose

A esquistossomose espraia-se por vastas áreas endêmicas de mais de 70 países dos continentes africano, asiático e americano. No continente americano os focos de *Schistosoma mansoni*, a espécie de interesse do presente trabalho, ocorrem em países das Antilhas, na Venezuela, no Suriname e no Brasil (Figura 3).

Segundo as estimativas disponíveis mais de 200 milhões de pessoas vivem em áreas de focos da doença sob o risco permanente da aquisição (WHO, 1985).

1.8. A esquistossomose no Brasil

A enfermidade chegou ao Brasil com os africanos importados para o trabalho escravo durante o período do Brasil colonial. Contudo a incidência da esquistossomose é pretérita, pois já afetava pessoas no Egito desde a antiguidade, fato comprovado pela existência de ovos de *Schistosoma* em múmias de mais de mil anos antes Cristo. No Brasil, os primeiros relatos da ocorrência da esquistossomose aconteceram no início do século XIX do século passado, de acordo com os pioneiros do estudo da doença que foram Pirajá da Silva (1908). Assim, o ano de 2008 marcou o centenário da descoberta de *Schistosoma mansoni* no Brasil.

Os focos da doença no território brasileiro distribuem-se por vários estados de maneira contínua ou isoladamente. As maiores extensões das áreas endêmicas concentram-se nas regiões nordeste e sudeste, onde também coincidem as maiores prevalências dos casos da doença.

Inúmeros estudos mostram que no Brasil, durante as duas primeiras décadas do século passado a ocorrência da esquistossomose restringiu-se às áreas úmidas do Nordeste, uma região que aliava as más condições de vida e ambientais, condições essenciais à introdução, expansão e a manutenção do ciclo de *S. mansoni*. Posteriormente, os intensos movimentos migratórios desencadeados a partir dos anos 70 do século passado possibilitaram a propagação dos focos para as demais regiões brasileiras.

1.9. A esquistossomose em São Paulo

Hoje a esquistossomose apresenta casos e focos em diversos estados brasileiros, dentre os quais o de São Paulo. As áreas endêmicas de *S. mansoni* em território paulista abrangem diversos municípios com divisas nas bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul, Ribeira de Iguape, do trecho inicial do Tietê e da zona litorânea, onde a transmissão se associa à presença de *B. tenagophila*. Na parte intermediária da bacia do Paranapanema, existe outra área endêmica com a transmissão decorrente da presença de *B. glabrata* (Teles *et al*, 2006).

1.10. A esquistossomose em Bananal

Os primeiros casos da esquistossomose detectados em Bananal são de 1976, associados ao contato da população com coleções hídricas colonizadas por *Biomphalaria tenagophila*. Desde então, o acúmulo de portadores autóctones de *Schistosoma mansoni* notificados no sistema de vigilância epidemiológica indicou que o município possuía uma das prevalências mais elevadas da região. Diante desse cenário, vale a lembrança que o plano de intensificação do controle da esquistossomose elaborado para Bananal foi fruto de um acaso político e não de uma determinação política para que o controle da esquistossomose se desenvolva de acordo com as realidades epidemiológicas de cada município. (Teles *et al*, 2002). Quando da visita do governador e do secretário de saúde do estado a Bananal para

a entrega de uma ambulância em fins de 1997, após a informação da existência de focos da esquistossomose no município, chamou a atenção dessas autoridades para a necessidade da resolução do assunto. Acionada pelas autoridades, a SUCEN se incumbiu da elaboração e coordenação de um plano de ação integrado específico para o município que previu a atuação de todas as instâncias com responsabilidade pelo desenvolvimento das ações profiláticas contra a esquistossomose (SUCEN, 1998). Com duração prevista para quatro anos, além das ações inerentes aos setores da saúde, o plano contou com a participação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, a SABESP, para realização de obras que garantissem o atendimento integral das residências da área urbana do município pela rede de saneamento básico. A simplicidade das metas e a disponibilização de recursos financeiros possibilitaram o incremento da cobertura dos inquéritos destinados à busca e tratamento de casos humanos e dos níveis de atendimento da rede de saneamento básico, de tal forma que, decorrido o período de vigência do plano, a prevalência da endemia tendesse a 1% e a totalidade das residências da área urbana estivesse integrada às redes de abastecimento de água potável (clorada e fluoretada) e de coleta de esgotos para tratamento.

O plano previu a atuação do nível local de saúde no tratamento, acompanhamento e investigação epidemiológica dos casos diagnosticados, com a premissa da admissão da responsabilidade completa pela continuidade da busca de casos da esquistossomose como rotina do Programa de Saúde da Família (PSF).

De certa maneira o controle da esquistossomose em São Paulo foi bem sucedido por diversos motivos. Merece destaque o desenvolvimento sócio-econômico diferenciado, com a geração de melhores condições de salubridade e de trabalho. Ainda que os níveis não sejam os desejáveis, fato é que os impactos do desenvolvimento paulista foram menos favoráveis à disseminação do helminto, de prevalência mais elevadas e ao desenvolvimento de infecções intensas entre os casos autóctones, condição indispensável para o desenvolvimento da morbidade. Afora esses determinantes, a atenção especial com o problema após a descoberta dos primeiros casos e focos, foi essencial no contingenciamento da endemia em áreas endêmicas restritas. A disponibilidade de técnicas simples de diagnóstico, do tratamento relativamente eficaz, juntamente com a prontidão para o enfrentamento do problema, também corroboraram com o controle adequado da esquistossomose (Teles *et al*, 2002, Teles, 2006).

As condições estabelecidas em Bananal a partir da execução do plano de controle da esquistossomose e o aprofundamento dos estudos efetuados no município apontaram a necessidade do desenvolvimento de novas ferramentas e instrumentos para a obtenção de conhecimentos a respeito das condições epidemiológicas a partir da análise dos resultados obtidos e disponibilidade do registro acurado dos casos e focos identificados ao longo do tempo. Essas condições motivaram a realização de estudos subseqüentes que constam do presente trabalho.

1.11. Caracterização da área de estudo

Bananal é um município paulista que fica na Região do Rio Paraíba do Sul (22°40'44" S, 44°19'08"W), a 560 metros do nível do mar. Da população estimada de pouco mais de 10 mil habitantes, 74% reside na área urbana. No passado, o município integrou o histórico "Caminho do Ouro", por onde, trazido de Vila Rica (Minas Gerais), hoje Ouro Preto, até Parati (Rio de Janeiro), esse metal chegava à cidade do Rio de Janeiro, ou partia diretamente para a Europa.

As divisas de Bananal do lado fluminense são com Barra Mansa a norte, com Rio Claro a leste e com Angra dos Reis ao sul. Do lado paulista, a oeste, ficam São José do Barreiro e Arapeí. Os acessos são pela Rodovia Presidente Dutra (BR-116), Rodovia dos Tropeiros (SP-068), Rodovia Resgate (SP-064) e Estrada da Bocaina (SP-247).

O núcleo urbano compõe-se, na margem direita do Ribeirão Bananal que corta a cidade, do Centro e dos bairros Vila Bom Jardim e Palha, e na margem esquerda, dos bairros de Niterói, Laranjeiras, Cerâmica e Três Barras. Os maiores adensamentos residenciais e populacionais do município estão no Centro e Vila Bom Jardim. A micro-bacia do Ribeirão Bananal, afluente do Rio Paraíba do Sul, possui os seguintes tributários: Paca Grande, Braço, Turvo, Pirapitinga, Manso, Vermelho, Carioca, Prata, Pilões, Lava-Pés e Bocaina.

Há polêmica sobre as origens do nome do município. Na história de Bananal registrada por Ramos (1978) uma das versões apresentadas sugere que a designação é derivada do termo tupi "Banani", que se traduziria por "rio sinuoso". A outra explicação obtida pelo historiador nos registros de von Martius (Ramos, *op cit.*) presume que o nome do município se deve às plantações de banana outrora

existentes. De fato, o nome da fruta é do dialeto falado na ilha de São Tomé, de onde veio (“banana de São Tomé”). A segunda hipótese parece mais coerente.

O processo de formação de Bananal remonta o século XVII e não difere muito do dos demais municípios da região, surgidos de povoados que se estabeleceram ao longo das rotas da colônia, que conectavam as cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. Na época os caminhos terrestres eram preferenciais por causa dos riscos da navegação marítima. A emancipação do município aconteceu em meados de 1832. Nos anos de 1849 e de 1858, Bananal passou respectivamente à categoria de cidade e de comarca. Um aspecto interessante da história do município foi a breve anexação à província do Rio de Janeiro ao fim da revolução de 1932. Tal situação durou pouco mais de um mês e foi revertida porque a província paulista reivindicou Angra dos Reis como indenização.

Na primeira fase da ocupação predominavam as lavouras de subsistência, com poucos excedentes que eram comercializados com os viajantes. Graças ao clima, fertilidade das terras, disponibilidade de grandes propriedades e da abundância da mão de obra escrava, o café transformou-se na maior fonte de riqueza da região. Até a abolição, os lucros gerados pelo café eram investidos na compra de mais terras e escravos.

Assim como Bananal, as cidades próximas floresceram no rastro do café e entraram em franca decadência em meados do século XIX com a derrocada dos preços desse produto no mercado internacional. No auge da riqueza e da projeção política, os produtores conhecidos como “barões do café” com propriedades em Bananal avalizaram o primeiro empréstimo brasileiro no exterior, destinado ao financiamento da Guerra do Paraguai e que foi o precursor da atual dívida externa brasileira. Durante o império, a riqueza acumulada pelos produtores do chamado “ouro verde” conferia uma grande influência política, o que ancorava um montante de benefícios e investimentos públicos para a região. A construção da Estrada de Ferro Ramal Bananalense pelos fazendeiros de Bananal com recursos próprios, em ligação com a Estrada de Ferro Central do Brasil (EFCB ou Ferrovia Dom Pedro II), é outra demonstração inequívoca do potencial econômico da aristocracia local. Os “barões do café” importaram uma estação ferroviária completa da Bélgica para esse ramal, inaugurado oficialmente em 1958. Segundo Ramos (1978), no auge da riqueza, um único proprietário de terras em Bananal, quando faleceu, possuía em apólices da dívida pública brasileira, o equivalente a quase 1% de todo o papel

moeda emitido no país. Maia (1988) relata a emissão de moeda própria para a utilização no comércio local e outros detalhes da influência política e poderio econômico de Bananal e de outros municípios da região. O relatório do CONDEPHAAT descreve pormenores de construções do período colonial e do início da república que demonstram a opulência do município.

Durante o período escravagista Bananal abrigou um considerável contingente de cativos negros que serviam na cultura do café. A disponibilidade dessa mão de obra permitiu que Bananal se tornasse um dos maiores produtores de café da província de São Paulo (Ramos, 1978). Apenas para comparação, a quantidade de escravos superou a dos domínios da corte portuguesa estabelecida no Rio de Janeiro após a vinda de Dom João VI para o Brasil em 1808 e da população atual do município. Os fazendeiros possuíam 13 mil cativos, ou 30% da população da província paulista àquela época. Segundo Morse (1970), a capital da província paulista, São Paulo, em 1850 tinha pouco mais que 20 mil habitantes.

A prosperidade dos fazendeiros também impulsionou a cultura local e atraiu personagens ilustres para a região. Entre naturalistas e especialistas de várias áreas do conhecimento, como Spix, von Martius, Debret, Saint Hilaire, Zaluar e d'Orbigny, passaram, além de D. Pedro I, muitas outras autoridades da recente república brasileira, como o presidente Washington Luiz, para a inauguração da Rodovia Rio de Janeiro-São Paulo em 1928.

O traçado da Central do Brasil, ao largo de Bananal, São José do Barreiro, Areias, Silveiras e do caminho para o porto de Parati, juntamente com a queda das cotações internacionais do café no mercado internacional, contribuiu para o processo de estagnação econômica desses municípios. A construção do ramal ferroviário até Barra Mansa foi uma das últimas tentativas de quebra do isolamento e manutenção de uma via de escoamento do café. Outro fato que exigiu o investimento e dispêndio de grandes quantias foi a disponibilização de escravos como soldados e a aquisição de equipamentos para a Guerra do Paraguai. Seguido à abolição dos escravos e às extravagâncias financeiras, sucederam-se a exaustão da fertilidade das terras, o aparecimento da ferrugem do café, o estabelecimento de uma política que privilegiou a vinda de imigrantes estrangeiros e o fracionamento das terras e das riquezas entre herdeiros. Por fim, a construção das ferrovias que interligaram o interior paulista com o litoral, particularmente com o porto de Santos, e da Rodovia Presidente Dutra, na década de 50 do último século, determinaram a

ruína da já fragilizada economia da região. A construção da rodovia, se de um lado motivou o aparecimento de novos pólos econômicos na região, de outro inviabilizou as perspectivas da recuperação econômica desses municípios após a desativação da necessidade da passagem pela estrada dos tropeiros que cruza Silveiras, São José do Barreiro, Areias, Bananal e Barra Mansa. Monteiro Lobato narra a decadência desses municípios em “Cidades Mortas” (Lobato, 1977).

2. JUSTIFICATIVAS

Ao fim dos quatro anos de vigência do plano, a par da redução dos riscos da infecção, da probabilidade do desenvolvimento de formas graves da doença e da melhoria das condições de saneamento básico, ficou clara a importância do desenvolvimento de novos estudos e pesquisas para a preservação das condições epidemiológicas estabelecidas, sobretudo para o aprimoramento dos resultados da busca de casos de *S. mansoni* para tratamento e, portanto, para a continuidade da redução da probabilidade do contágio humano. Uma das possibilidades é a de interesse do presente trabalho, de avaliação dos impactos das ações desenvolvidas com técnicas de geoprocessamento, na análise da persistência ou não dos riscos da infecção humana pelo parasito. No Brasil, Bavia *et al.* (1999, 2001), Barbosa *et al.* (2004), Guimarães *et al.* (2006) e Freitas *et al.* (2006) realizaram os únicos estudos com a aplicação de técnicas de geoprocessamento para o estudo epidemiológico da esquistossomose.

A par dos conhecimentos adquiridos no controle da esquistossomose em Bananal, permaneceram dúvidas sobre a associação de determinadas variáveis geográficas e ambientais determinantes dos riscos da infecção que possibilitassem o desenvolvimento de um modelo de avaliação epidemiológica mais fidedigna. Nesse sentido, a literatura registra a utilização de técnicas de geoprocessamento de informações biológicas e epidemiológicas através do sensoriamento remoto para a análise dos múltiplos fatores geralmente envolvidos na transmissão da esquistossomose e de outras doenças. Nas análises consideram-se as distribuições dos focos e dos casos, para correlação com parâmetros biológicos, ambientais, parasitológicos e epidemiológicos, tais como, intensidade das infecções, idade, entre outros, resultem conhecimentos adequados ao planejamento e execução das ações de controle e vigilância. Essas predições avaliam os impactos da densidade das populações dos mosquitos vetores, a influência da vegetação e temperatura, características dos ambientes hídricos e dos locais de moradia na prevalência e morbidade da malária, bem como dos riscos da ocorrência de espécies de mosquitos vetores de arboviroses, de outras helmintíases transmitidas por moluscos e no solo (Hightower *et al.*, 1998; Thomson *et al.*, 1999; Boone *et al.*, 2000; Booman *et al.*, 2000; Brooker *et al.*, 2002; Sipe & Dale, 2003; Fuentes, 2006). Brooker (2000),

Beck *et al.* (2000) e Correia *et al.* (2004) discorrem sobre o assunto e das perspectivas da utilização do sensoriamento remoto como um instrumento para o planejamento e avaliação das condições de saúde.

Em relação aos estudos desenvolvidos em outros países com as esquistossomoses hematóbica, mansônica e japônica merecem destaque os trabalhos de Malone *et al.* (1997), Abdel-Rahman *et al.* (2001), Zhou *et al.* (2001), Brooker *et al.* (2001, 2002), Raso *et al.* (2005) e Liang *et al.* (2006). No Brasil as tentativas de aplicação do geoprocessamento na avaliação de riscos e para as interpretações epidemiológicas ainda são recentes e restritos aos trabalhos de Bavia *et al.* (1999, 2001) na Bahia, Guimarães *et al.* (2006) e Freitas *et al.* (2006) em Minas Gerais.

3. OBJETIVOS.

3.1. Geral.

Aquisição de conhecimentos adicionais sobre detalhes epidemiológicos por meio do mapeamento espacial da distribuição dos casos e dos focos da esquistossomose para o aprimoramento do planejamento e execução do controle da endemia em circunstâncias semelhantes.

3.2 Específicos.

Levantamento dos endereços dos casos na época do diagnóstico para criação de um banco de dados.

Mapeamento dos casos e focos da esquistossomose em base cartográfica digital para a análise das circunstâncias epidemiológicas.

Análise da adequação das medidas de controle e vigilância implantadas na vigência do plano de intensificação do controle da esquistossomose.

4. METODOLOGIA

Na primeira fase do trabalho foi necessário o levantamento de casos da esquistossomose notificados em Bananal que exigiu a recuperação e consulta das fichas de investigação epidemiológica da esquistossomose (FE-5) produzidas de 1994 a 2006. O ano de 1994 corresponde às últimas alterações do modelo da FE-5 e marca a última mudança do programa de controle da esquistossomose de São Paulo. Na época previu-se o exame em duas lâminas para cada amostra de fezes, a adoção da localidade como unidade de trabalho e a definição das periodicidades dos inquéritos coproscópicos em função dos patamares epidemiológicos alcançados e regularidade da descoberta de caramujos contaminados. Entre as mudanças, o programa também admitiu a responsabilidade de outras instâncias para o diagnóstico de casos. Os dados foram para um banco de dados alimentado com a identificação, local de residência na época do último diagnóstico e tratamento e intensidade das infecções estimada em ovos por grama de fezes (opg).

Na seqüência foram recuperadas as informações sobre os focos. Portanto, os caramujos coletados para exame procederam de trechos das várias coleções hídricas existentes na área urbana do município, em coletas regulares que se estenderam do início de 1998 ao fim de 2005.

A tomada das coordenadas geográficas para o mapeamento dos casos notificados foi sempre em frente às residências. O posicionamento para a obtenção das coordenadas dos focos incluiu os limites a montante e jusante das coleções hídricas, segundo o modelo de delimitação de focos da endemia instituído por Teles *et al.* (2002), apresentado no plano de intensificação do controle da esquistossomose elaborado para o município. As coordenadas geográficas foram obtidas com receptor de posicionamento global (“Global Positioning System” ou “GPS”), na unidade UTM (“Unit Transverse Mercator”), na projeção DATUM WGS 84.

A localização de casos e focos se deu em base cartográfica digital gerada a partir da planta oficial do perímetro urbano do município de Bananal, em escala de 1:5000 de 22/06/88, editada e processada com o programa *Idrisi Kilimanjaro*. A partir daí foi possível analisar a distribuição de casos e focos.

5. RESULTADOS

A Figura 8 mostra a quantidade de exames e a positividade anual para *S. mansoni* em Bananal. No período, aconteceu a descoberta, notificação e o tratamento de 674 de casos, todos classificados como autóctones do próprio município. Do montante de casos notificados, 63 foram descartados por imprecisões dos endereços constantes nas FE-5.

A frequência e o percentual dos casos descobertos por local de residência na época do diagnóstico estão na Tabela 1. As informações colhidas indicaram a distribuição dos casos por 240 domicílios dos 8 bairros que compõem a área urbana de Bananal. Além do registro de pessoas que contraíram a esquistossomose por até quatro ocasiões distintas no período, observou-se que a ocorrência de mais de um caso por residência foi bastante comum.

Tabela 1 – Frequência e percentual de casos de esquistossomose mansônica por localidade diagnosticados em Bananal (São Paulo, Brasil) de 1994 a 2006.

Localidade	Frequência	Percentual
Centro	91	14,9
Vila Bom Jardim	49	8,0
Palha	206	33,7
Niterói	39	6,4
Laranjeiras	43	7,0
Cerâmica	131	21,4
Fazenda Três Barras	37	6,1
Área rural	15	2,5
TOTAL	611	100,0

Um fato relevante é a inexistência de novos casos da esquistossomose e da descoberta de caramujos naturalmente infectados após 2004. Em princípio, a situação pressupõe que o plano de controle desenvolvido no município causou a interrupção da atividade dos focos, apesar da permanência de coleções hídricas habitadas por caramujos naturalmente suscetíveis da espécie *B. tenagophila*, a única responsável pela transmissão em Bananal, apesar da presença de um criadouro de *B. straminea*. Ainda que o atendimento da população pela rede de saneamento básico ainda não seja integral, a possibilidade da permanência de casos remanescentes pela perda de eficácia do diagnóstico laboratorial, fato que é relativamente freqüente em baixas prevalências (Teles, 2006), o fato até o momento

não se mostrou suficiente para a retomada da atividade dos focos de *S. mansoni* em Bananal até o momento.

Conforme se deduz da Tabela 1, apesar de possuírem menos de 20% da população citadina, os bairros Palha e Cerâmica concentraram mais de 55% dos casos da endemia. Como não existem registros da descoberta de caramujos naturalmente infectados fora dos limites da cidade no período, supõe-se que o contágio dos casos detectados na área rural se deu nos limites da área urbana.

A Figura 9 apresenta o plano de arruamentos e hidrografia, com as posições dos focos e dos casos da endemia. No trecho urbano, o Rio Bananal separa o Centro e os bairros de Vila Bom Jardim e Palha, na margem direita, e, de Niterói, Laranjeiras, Cerâmica e Três Barras, na margem esquerda. Conquanto a distribuição dos focos seja heterogênea, a maioria dos casos da endemia se concentra em bairros do trecho jusante do Rio Bananal, indicando que os riscos da aquisição de *S. mansoni* não dependem exclusivamente da existência de focos do parasito nas proximidades.

O posicionamento dos trechos identificados como focos e a distribuição dos casos presumem a possibilidade da aquisição de infecções em localidades onde não se descobriram exemplares de *B. tenagophila* eliminando cercárias de *S. mansoni*, ou seja, a aquisição da doença necessariamente não exige contatos da população com as coleções hídricas classificadas como focos da endemia. No caso de Bananal, a concentração de casos em bairros do trecho de jusante do Rio Bananal se justificaria possibilidade da dispersão passiva das cercárias de sítios afastados. Paralelamente, a propagação e o adensamento das formas infectantes ao longo do rio é um fator que em princípio potencializa os riscos da infecção da população residente nos bairros Palha e Cerâmica.

6. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Como os registros não sugerem a existência de casos importados ou indeterminados em circulação no município de Bananal, pressupõe-se a inexistência de pressões migratórias para a manutenção dos focos da esquistossomose no período avaliado. A respeito da migração, Teles (2006) demonstra que a introdução da esquistossomose em Bananal antecedeu o registro dos primeiros casos notificados por Piza (1976) e que a introdução do parasita, instalação dos focos foi um fenômeno diretamente relacionado ao escravagismo vigente no auge da produção cafeeira. Assim, como a circulação de *S. mansoni* no município é bastante antiga, o tempo foi suficiente ao aprimoramento das interações hospedeiros/parasita, ou à evolução concomitante que resultou na permanência da transmissão com a preservação da atividade dos focos. A atividade dos focos permaneceu enquanto duraram as deficiências do saneamento básico.

Em relação ao registro de casos observados no período, merece destaque a inexistência de casos importados da esquistossomose. Esse detalhe torna-se relevante porque permite que se descarte a possibilidade de preservação dos riscos de infecção através da introdução regular de ovos de *S. mansoni* no município, dado que seria possível a contaminação do meio hídrico por comportamentos inadequados, independentemente da disponibilidade de uma rede de saneamento básico adequada. Portanto, a possibilidade de preservação da atividade dos focos só aconteceria pela continuidade de casos autóctones remanescentes, ou seja, daqueles não diagnosticados e tratados até então. Essa condição e, a ausência de registros de novos casos da endemia a partir de 2004, corrobora a eficiência das atividades desenvolvidas durante o plano de controle da esquistossomose executado em Bananal. Sob esse aspecto, é digna de nota a interrupção da atividade dos focos, caracterizada pela descoberta de caramujos infectados, a partir de 2003, apesar da presença regular de exemplares de *B. tenagophila* em vários trechos do meio hídrico urbano.

Do ponto de vista ambiental, o que se supõe é que nos níveis de prevalência estabelecidos, a probabilidade de encontros do parasito com os hospedeiros intermediários esteja bastante reduzida, a par da permanência de uma população do parasito nos hospedeiros definitivos remanescentes. Portanto é factível o

pressuposto do estabelecimento de uma situação ambiental que não favorece o desenvolvimento de *S. mansoni*, com tendência à extinção.

No período onde se observou a continuidade da transmissão de *S. mansoni* e a geração regular de casos nos contatos com os focos, é interessante a observação da descontinuidade dos sítios onde se registrou a presença de caramujos eliminando cercárias. Em que pese a distribuição heterogênea dos focos, chama a atenção a maior concentração de casos em bairros da jusante do Rio Bananal. Nessas circunstâncias, a análise da situação indica que os riscos da infecção humana durante os contatos com o meio hídrico são independentes da existência de focos nas proximidades. A respeito dos riscos da infecção humana, o posicionamento dos trechos identificados como focos e a distribuição dos casos presumem a possibilidade da aquisição de infecções em localidades livres de caramujos infectados, ou seja, dos focos.

No caso de Bananal, a concentração de casos em bairros do trecho de jusante do Rio Bananal se justificaria pela capacidade da propagação passiva das cercárias de sítios afastados. A possibilidade do adensamento das formas infectantes ao longo do Rio Bananal, em princípio, é um dos fatores da potencialização dos riscos da infecção da população residente nos bairros Palha e Cerâmica nos contatos com a coleção hídrica nas proximidades dessas localidades, o que compensaria os riscos até em pessoas cuja frequência dos contatos é baixa. Em estudo realizado no Bairro Palha, Silva *et al.* (2002) observaram que os contatos da população residente na localidade acontecem no Rio Bananal, o que confirma a situação postulada sobre os riscos da infecção. Paraense & Santos (1953) também apontaram a propagação das cercárias para sítios mais distantes como causa do aparecimento de casos da esquistossomose em localidades isentas de hospedeiros intermediários. Esses detalhes epidemiológicos são importantes porque apesar das peculiaridades da situação epidemiológica de Bananal, o risco da aquisição da esquistossomose nos contatos com ambiente hídricos não classificados como focos exige atenção quando do planejamento, delineamento e execução das atividades previstas nos programas de controle, sobretudo porque permite a permanência e o acúmulo de portadores humanos nos inquéritos coproscópicos destinados à descoberta e tratamento de casos da endemia.

Quanto à aplicabilidade de técnicas de geoprocessamento para a avaliação dos resultados dos programas de controle e das avaliações epidemiológicas da

situação, no Brasil, Bavia *et al.* (1999, 2001), Barbosa *et al.* (2004), Guimarães *et al.* (2006) e Freitas *et al.* (2006) realizaram os únicos estudos disponíveis na literatura especializada. Entretanto, os resultados divulgados não tomam como base os parâmetros empregados em Bananal, nem a escala do presente estudo.

Em outros estudos produzidos para a obtenção de informações biológicas e epidemiológicas destinadas à análise dos múltiplos fatores envolvidos na transmissão da esquistossomose e outras doenças, no conjunto, além da distribuição dos casos e focos, foi usual o emprego de outros parâmetros, tais como as variações de temperatura, as características da vegetação e dos ambientes hídricos, dos locais de moradia ou da existência ou não de espécies dos hospedeiros intermediários dos parasitos causadores da esquistossomose mansônica, hematóbica e japônica (Clennon *et al.* 1997; Malone *et al.* 1997; Abdel-Rahman *et al.* 2001; Zhou *et al.* 2001; Brooker *et al.* 2001, 2002; Raso *et al.* 2005 e Liang *et al.* 2006), o que na prática, resulta apenas na possibilidade do melhor direcionamento da vigilância epidemiológica. Em contraste, o estudo da situação de Bananal indicou a necessidade de atenção quando a transmissão da endemia se dá no ambiente urbano e a identificação de outras variáveis e fatores bióticos peculiares a essas situações para o desenvolvimento de modelos de avaliação dos riscos mais fidedignas e compatíveis com a realidade epidemiológica. No caso, de acordo com Teles *et al.* (2002), a correlação de fatores, como a temperatura, pluviosidade ou vegetação não foi evidente para a determinação dos índices de positividade dos caramujos em Bananal, fato que reduz o valor preditivo das variáveis usualmente utilizadas nas definições dos riscos da infecção humana e determinação das prevalências.

Sem dúvida, a situação do saneamento básico estabelecida no município foi um ponto determinante para a interrupção da transmissão da endemia e, consequentemente, para a redução dos riscos de infecção humana. Se de um lado a inexistência do registro de casos novos ou remanescentes é uma condição muitas vezes decorrente da perda de eficiência da técnica empregada nos inquéritos coproscópicos, o que é comum em áreas de baixas prevalências e pequenas cargas parasitárias, como foi a situação epidemiológica de Bananal, sem dúvida, a eliminação ambiental da contaminação por descargas de dejetos domésticos foi fundamental para a recuperação de níveis de salubridade que dificultam a manutenção da população de *S. mansoni*.

Assim, na atualidade, a proteção ambiental produzida pela cobertura da rede de saneamento e a inexistência de novos registros no sistema de vigilância epidemiológica sugerem uma situação pouco favorável à retomada dos patamares epidemiológicos evidenciados em passado recente, independentemente da permanência de *B. tenagophila* e da continuidade dos contatos da população com o ambiente hídrico. A par da possibilidade da contaminação eventual por fezes humanas de portadores residuais do município ou procedentes de outras áreas endêmicas, é quase certo que a retomada da atividade dos focos seja pouco provável em decorrência da baixa probabilidade de contato resultante da circulação eventual de portadores humanos do parasita remanescentes ou procedentes de outras áreas endêmicas. A possibilidade do desenvolvimento da resistência natural nas gerações da população de *B. tenagophila* existente em Bananal, peculiaridade genética dominante na espécie (Coelho *et al.* 2004), também é outro ponto favorável à interrupção duradoura da transmissão da endemia no município.

A situação de Bananal demonstra claramente que o sucesso do controle da esquistossomose depende da disponibilidade de informações e conhecimentos precisos para a definição das localidades de maior risco da infecção, mas, sobretudo, da formulação de planos de trabalho com metas bem definidas, com o envolvimento do governo local e dos órgãos e instituições com responsabilidades pelo planejamento e execução das medidas profiláticas tradicionais. Ao término do período de intensificação do controle da endemia, também é recomendável a continuidade da atenção para o problema, sobretudo para a manutenção do atendimento da população para a realização de exames laboratoriais regulares que visem a detecção imediata de quaisquer mudanças do panorama epidemiológico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-RAHMAN, M.S.; EL-BAHY, M.M.; MALONE, J.B.; THOMPSON, R.A.; EL BAHY, N.M. **Geographic information systems as a tool for control program management for schistosomiasis in Egypt.** *Acta Trop* 79: 49-57, 2001.
- BARBOSA, C.S.; ARAÚJO, K.C.; ANTUNES, L.; FAVRE, T.; PIERI, O.S. **Spatial distribution of schistosomiasis foci on Itamaracá Island, Pernambuco, Brazil.** *Mem Inst Oswaldo Cruz* 99 (Supl. I): 79-83, 2004.
- BAVIA, M.E.; HALE, L.E.; MALONE, J.B.; BRAUD, D.H.; SHANE, S.M. **Geographic information systems and the environmental risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil.** *Am J Trop Med Hyg* 60: 566-572, 1999.
- BAVIA, M.E.; MALONE, J.B.; HALE, L.; DANTAS, A.; MARRONI, L.; REIS, R. **Use of thermal and vegetation index data from earth observing satellites to evaluate the risk of schistosomiasis in Bahia, Brazil.** *Acta Trop* 79: 77-85, 2001.
- BOOMAN M.; DURRHEIM D.N.; LA GRANGE K.; MARTIN C.; MABUZA A.M.; ZITHA A.; MBOKAZI F.M.; FRASER C.; SHARP B.L. **Using a geographical information system to plan a malaria control programme in South Africa.** *Bull Wrlld Hlth Org* 78: 1438-1444, 2000.
- BOONE J.D.; MACGWIRE K.C.; OTTESON E.W.; DEBACA R.S.; KUHN E.A.; VILLARD P.; BRUSSARD P.F.; ST. JEOR S.C. **Remote sensing and geographic information systems: charting sin nombre virus infections in deer mice.** *Emerg Inf Dis* 6: 248-258, 2000.
- BROOKER, S.; Beasley, M.; NDINAROMTAN, M.; MDJIOUROUM, E.M.; BABOGUEL, M.; DJENGUINABE, E.; HAY, S.I.; BUNDY, D.A.P. **Use of remote sensing and a geographical information system in a national helminth control programme in Chad.** *Bull Wrlld Hlth Org* 80: 783-789, 2002.
- BECK L.R.; LOBITZ, B.M.; WOOD, B.L. **Remote sensing and human health: new sensors and new opportunities.** *Emerg Inf Dis* 6: 217-226, 2000.
- BROOKER, S.; HAY, S.I.; ISSAE, W.; HALL, A.; CHARLES, M.K.; LWAMBO, N.J.S.; WINT, W.; ROGERS, D.J.; BUNDY, D.A.P. **Predicting the distribution of urinary schistosomiasis in Tanzania using satellite sensor data.** *Trop Med Int Health* 6: 998-1007, 2001.
- CLENNON, J.A.; KING, C.H.; MUCHIRI, E.M.; KARIUKI, H.C.; OUMA, J.H.; MUNGAI, P.; KITRON, U. **Spatial patterns of urinary schistosomiasis infection in a highly endemic area of coastal Kenya.** *Am J Trop Med Hyg* 70: 443-448, 1997.

- CORREIA V.R.M.; CARVALHO M.S.; SABROZA P.C.; VASCONCELOS C.H. **Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil.** *Cad Saúde Públ* 20: 891-904, 2004
- FREITAS, C.C.; GUIMARÃES, R.J.P.S.; DUTRA, L.V.; MARTINS, F.T.; GOUVÊA, E.J.C.; SANTOS, R.A.T.; MOURA, A.C.M.; DRUMMOND, S.C.; AMARAL, R.S.; CARVALHO, O.S. **Remote Sensing and Geographical Informations Systems for the study of Shistosomiasis in the State of Minas Gerais, Brasil,** 2006. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/geoschisto/publicacoes/SR_SIG.pdf). Acesso em: 15/05/2008.
- FUENTES M.V. **Remote sensing and climate data as a key for understanding fasciolosis transmission in the Andes: review and update of an ongoing interdisciplinary project.** *Geosp Hlth* 1: 59-70, 2006.
- GATRELL, A.C. **Geographies of health: an introduction.** Malden : Blackwell. 294 p, 2002.
- GUIMARÃES, R.J.P.S.; FREITAS, C.C.; DUTRA, L.V.; MOURA, A.C.M.; AMARAL, R.S.; DRUMMOND, S.C.; GUERRA, M.; SCHOLTE, R.G.C.; FREITAS, C.R.; CARVALHO, O.S. **Analysis and estimative of schistosomiasis prevalence for the state of Minas Gerais, Brazil, using multiple regression with social and environmental spatial data.** *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101 (Supp I):91-96, 2006.
- HIGHTOWER, A.W.; OMBOK, M.; OTIENO, R.; ODHIAMBO R.; OLOO A.J.; LAL, A.A.; NAHLEN B.L.; HAWLEY, W.A. **A geographic information system applied to a malaria field study in Western Kenya.** *Am J Trop Med Hyg* 58: 266-272, 1998.
- KATZ, N.; ALMEIDA, K. **Esquistossomose, xistosa, barriga d'água.** *Ci e Cult* 55: 38-41, 2003.
- LIANG, S.; YANG, C.; ZHONG, B.; QIU, D. **Re-emerging schistosomiasis in hilly and mountainous areas of Sichuan, China.** *Bull Wrld Hlth Org* 84: 139-144, 2006.
- LACAZ, C. S.; BARUZZI, R.G.; SIQUEIRA JR, W. **Introdução à Geografia Médica no Brasil.** São Paulo: Edgar Blucher. 568 p. 1972
- LOBATO, M. **Cidades Mortas.** São Paulo: Editora Brasiliense. 449 p. 19ª ed. 1977.
- MALONE, J.B.; ABDEL-RAHMAN, M.M.E.B.; HUH, O.K.; SHAFIK, M.; BAVIA, M. **Geographic information systems and the distribution of *Schistosoma mansoni* in the Nile Delta.** *Parasit Today* 13: 112-119, 1997.
- MARTENS, P.; MCMICHAEL, A.J. **Environmental change, climate, and health: issues and research methods.** New York:Cambridge University Press. 338 p. 2002

- MORSE, R.M. **Formação histórica de São Paulo: de comunidade a metrópole.** São Paulo, DIFEL, 449 p. 1970.
- PARAENSE, W.L. **Distribuição dos caramujos no Brasil.** *An Acad mineira Med* 14 (Supl.): 117-28, 1976.
- PARAENSE, W.L.; SANTOS, J.N. **Um ano de observações sobre a esquistossomose em planorbídeos da Lagoa Santa.** *Rev brasil Malariol* 5: 253-269, 1953.
- PIZA, W.T. **I. Expansão da esquistossomose no Estado de São Paulo. II. Medidas adotadas para o seu controle.** *Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, 28ª, Brasília, (Mimeo), 1976.
- RABELO, A.; PONTES, L.A.; ENK, M.J.; MONTENEGRO, S.M.L.; MORAIS, C.N.L. **Diagnóstico parasitológico, imunológico e molecular da esquistossomose mansoni.** In: CARVALHO, O.S.; COELHO, P.M.Z.; LENZI, H.L. (Org.). **Schistosoma mansoni e esquistossomose: uma visão multidisciplinar.** Ed. FIOCRUZ, p. 895-925, 2008.
- RAMOS A. V. F. **Pequena História do Bananal.** Conselho Estadual de Artes e Ciências Humanas. Coleção Histórica, nº 19, 451 p. 1978.
- RASO, G.; VOUNATSOU, P.; SINGER, B.H.; GORAN, E.K.N.; TANNER, M.; UTZINGER, J. **An integrated approach for risk profiling and spatial prediction of Schistosoma mansoni-hookworm coinfection.** *Proc Nat Acad Sci* 103: 6934-6939, 2006.
- SANTOS, O.S.; AMARAL, R.S.; DUTRA, L.V.; SCHOLTE, R.G.C.; GUERRA, MA.A.M. **Distribuição espacial de Biomphalaria glabrata, B. straminea e B. tenagophila, hospedeiros intermediários de Schistosoma mansoni no Brasil.** In: CARVALHO, O.S.; COELHO, P.M.Z.; LENZI, H.L. (Org.). **Schistosoma mansoni e Esquistossomose: uma visão multidisciplinar.** Ed. FIOCRUZ, p. 393-418, 2008.
- SILVA, M.P. **Contribuição para o estudo da schistosomíase na Bahia.** *Braz Med* 21: 281-3, 1908.
- SILVA, R.A.; CARVALHO, M.E.; ZACHARIAS, F.; LIMA, V.R.; TELES, H.M.S. **Schistosomiasis mansoni in Bananal (State of São Paulo, Brazil). IV. Study on the public awareness of its risks in the Palha District.** *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97 (Supl. I) 15-18, 2002.
- SIPE N.G., DALE P. **Challenges in using geographic information systems (GIS) to understand and control malaria in Indonesia.** *Malaria Journal*. 2003
- SUCEN. **Plano de Intensificação de ações de controle da esquistossomose mansônica no município de Bananal -1998 – 2000.** Superintendência de Controle de Endemias. 181 p. 1998.

- TELES, H. M. S. **Aspectos parasitológicos, imunológicos e epidemiológicos da esquistossomose mansônica em Bananal.** São Paulo, Brasil. Dissertação (Doutorado em Parasitologia) - UNICAMP, Campinas. 2006.
- TELES, H. M. S. **Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo.** *Rev Soc Bras Med Trop* 38: 426-432, 2005.
- TELES, H.M.S.; CARVALHO, O.S. **Implicações da biologia de *Biomphalaria* no controle da esquistossomose.** In: CARVALHO, O.S.; COELHO, P.M.Z.; LENZI, H.L. (Org.). ***Schistosoma mansoni* e esquistossomose: uma visão multidisciplinar.** Ed. FIOCRUZ, p. 459-84, 2008.
- TELES, H.M.S.; CIARAVOLO, R.M.C.; LIMA, V.L.C. **Controle da esquistossomose mansônica no Estado de São Paulo.** *Bol Epidemiol Paul* 3 (Sup 1): 19-26, 2006.
- TELES, H.M.S.; FERREIRA, C.S.; CARVALHO, M.E.; LIMA, V.R.; ZACHARIAS, F. **Schistosomiasis mansoni em Bananal (State of São Paulo, Brazil). II. Intermediate hosts.** *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97 (Supl I): 37-41, 2002.
- TELES, H.M.S.; FERREIRA, C.S.; CARVALHO, M.E.; ZACHARIAS, F.; MAGALHÃES, L.A. **Eficiência do diagnóstico coproscópico de *Schistosoma mansoni* em fezes prensadas.** *Rev Inst Med Trop* 36: 503-7, 2003.
- THOMSON M.C., CONNOR S.J., D'ALESSANDRO U., ROWLINGSON B., DIGGLE P., CRESSWELL M., GRENNWOOD B. **Predicting malaria infection in Gambian children from satellite data and bed net use surveys: the importance of spatial correlation in the interpretation of results.** *Am J Med Trop Hyg* 61: 2-8, 1999.
- SILVA, J.R.M.; NEVES, R.H.; GOMES, D.C. **Filogenia, co-evolução, aspectos morfológicos e biológicos das diferentes fases de desenvolvimento do *Schistosoma mansoni*.** In: CARVALHO, O.S.; COELHO, P.M.Z.; LENZI, H.L. (Org.). ***Schistosoma mansoni* e esquistossomose: uma visão multidisciplinar.** Ed. FIOCRUZ, p. 43-84, 2008.
- WHO. **The control of schistosomiasis.** World Health Organization, Tech Rep Series nº 728, 1985. 99 p.
- ZHOU, W.N.; MALONE, J.B.; KRISTENSEN, T.K.; BERGQUIST, N.R. **Application of geographic information systems and remote sensing to schistosomiasis control in China.** *Acta Trop* 79: 97-106, 2001.

ANEXO 1

FIGURAS



Figura 1: Aspectos morfológicos dos machos e das fêmeas de *Schistosoma*.

Fonte: Darben, P. Disponível em:

<http://library.thinkquest.org/26260/media/schistomosoma%20mansoni.jpg>

Esquistossomose

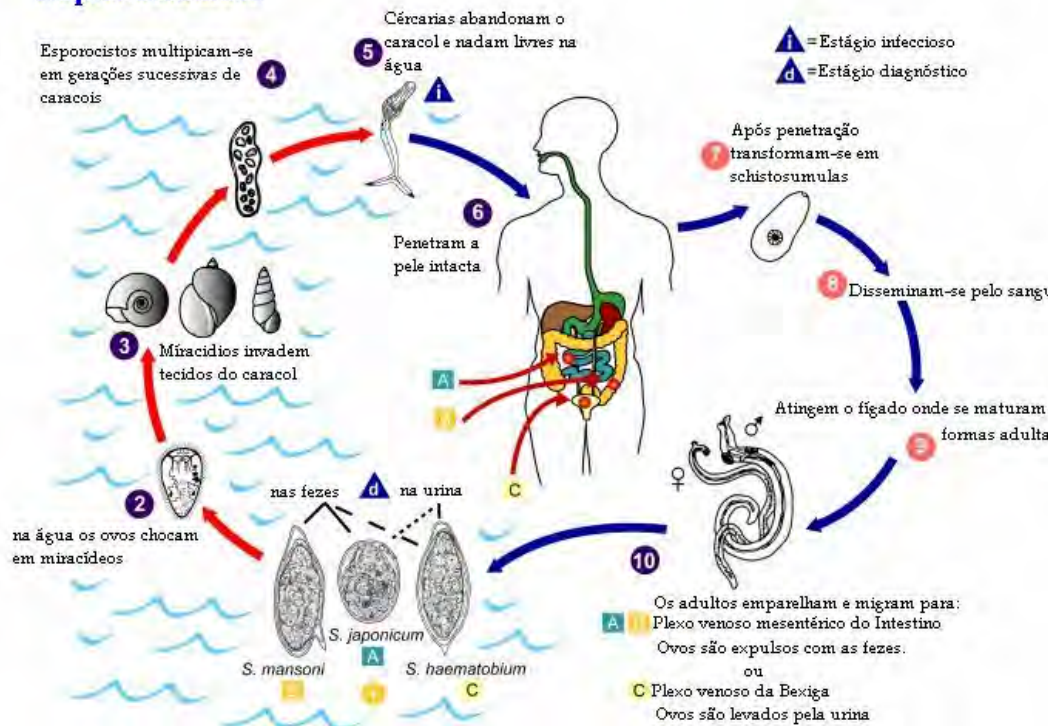


Figura 2: Ciclo biológico de *Schistosoma*.

Fonte: Centro de Vigilância Epidemiológica. Disponível em: http://www.cve.saude.sp.gov.br/gif/hidrica/ciclo_esquisto

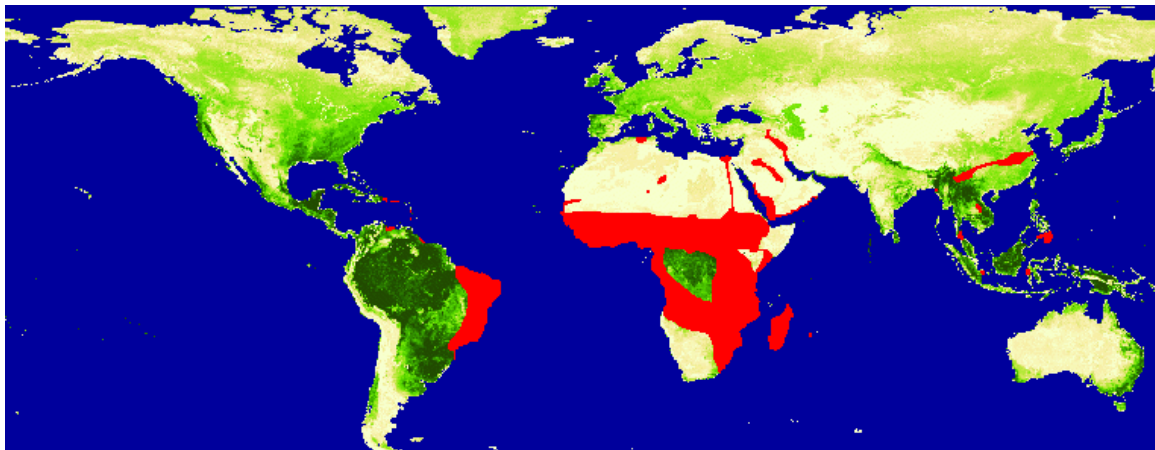


Figura 3: Áreas endêmicas da esquistossomose no mundo (em vermelho).
Fonte: NASA. Disponível em:
<http://geo.arc.nasa.gov/sge/health/sensor/diseases/images/schisto>

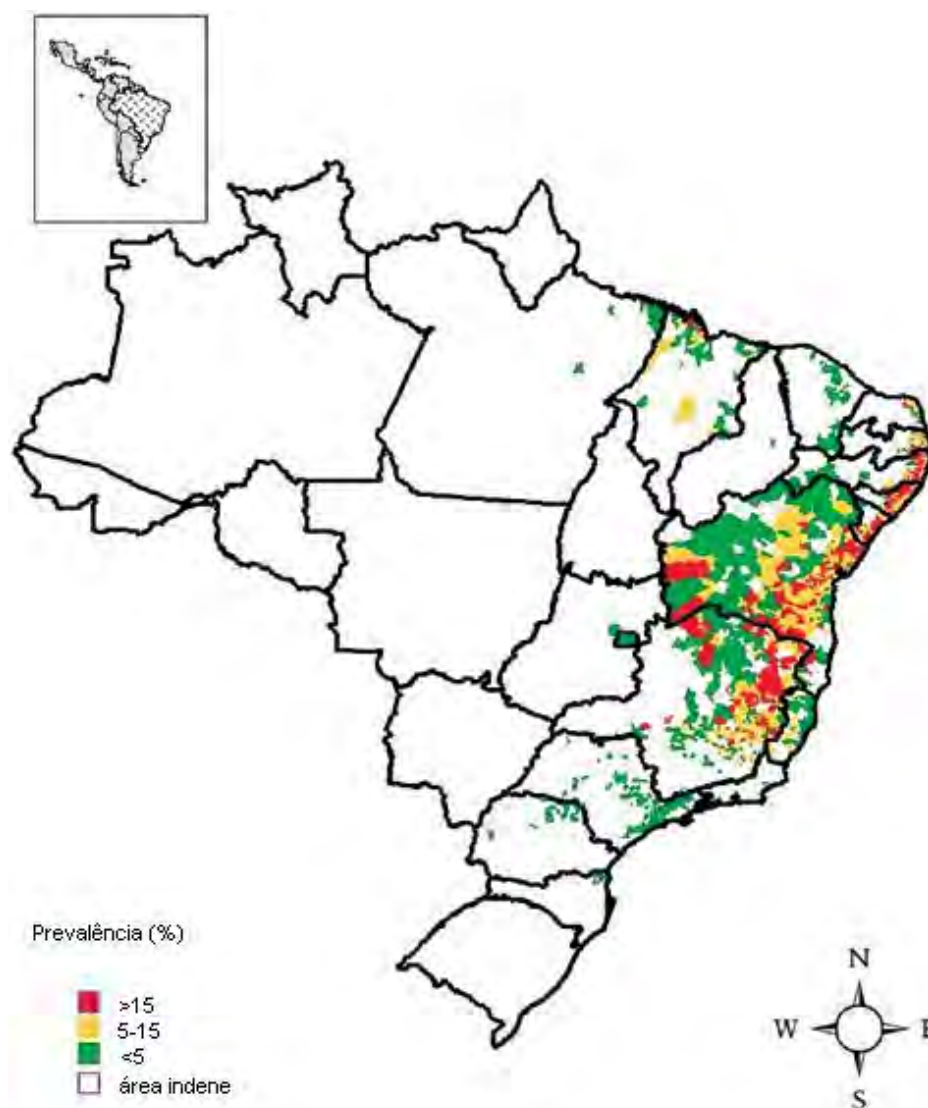


Figura 4: Distribuição da esquistossomose no Brasil.

Fonte: Gerência do Programa Nacional de Controle da Esquistossomose/ Secretaria de Vigilância em Saúde/ MS. 1998.

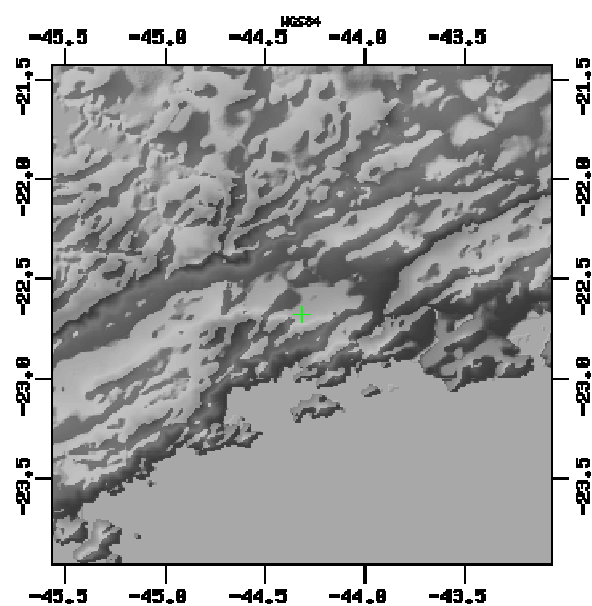


Figura 5 - Localização de Bananal (São Paulo, Brasil).
 Fonte: Teles, 2006.



Figura 6 - Acessos rodoviários de Bananal (São Paulo, Brasil).
Disponível em <http://maps.google.com.br>



Figura 7: Panorama da área urbana de Bananal (São Paulo, Brasil).
Fonte: Teles, 2006.

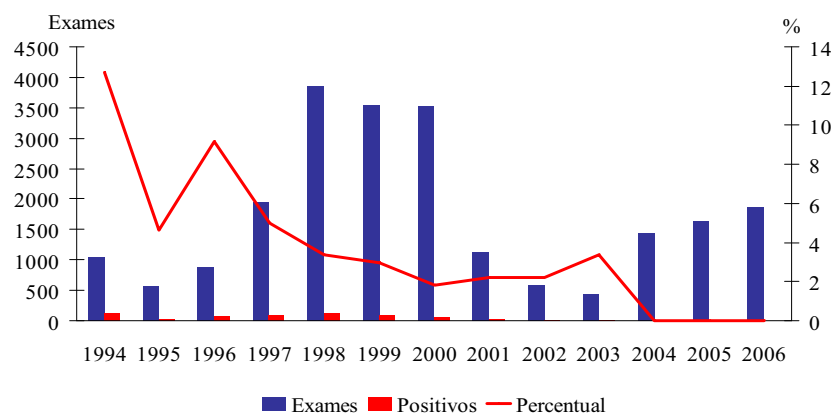


Figura 8: Casos da esquistossomose mansônica diagnosticados e notificados de 1994 a 2006 em Bananal (São Paulo, Brasil).

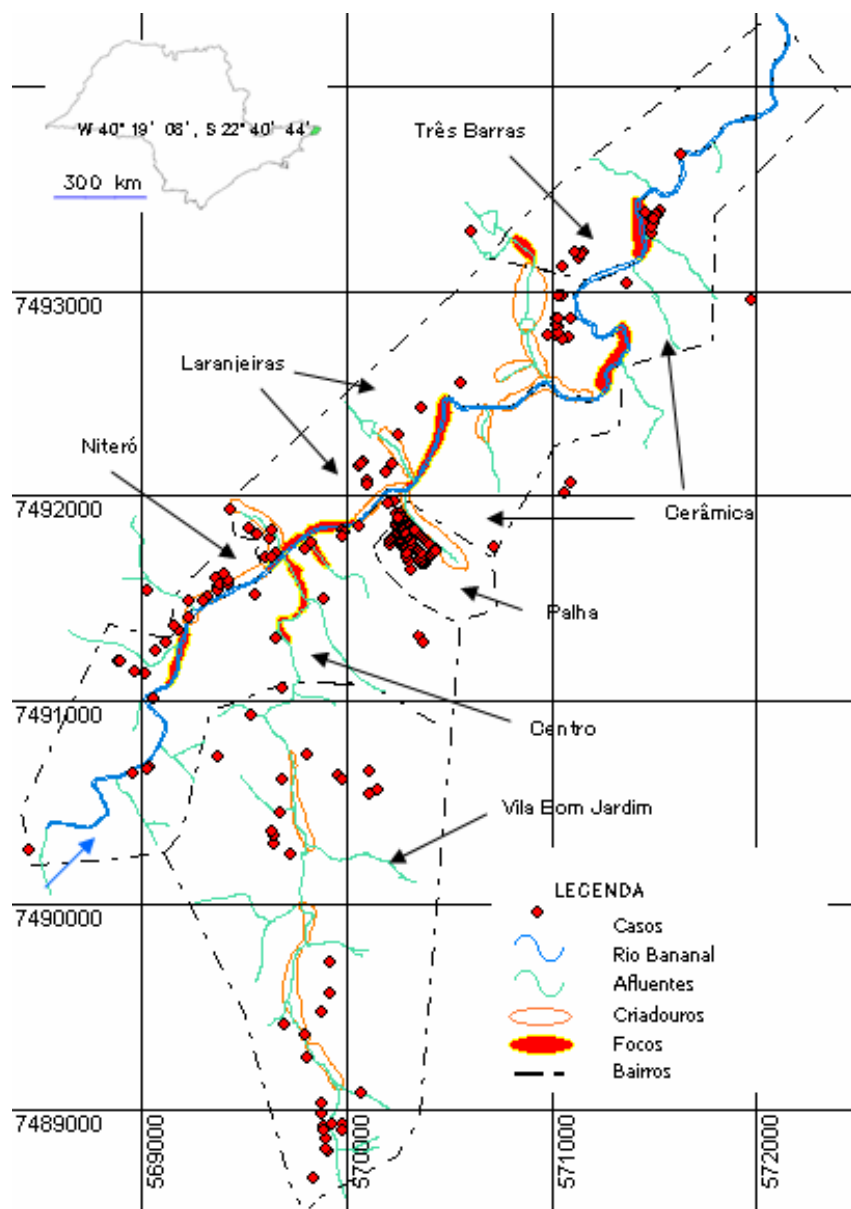


Figura 9: Distribuição dos casos e focos de esquistossomose mansônica no município de Bananal (São Paulo, Brasil), de 1994 a 2006.