



Universidade Federal do Ceará  
Faculdade de Medicina  
Departamento de Saúde Comunitária  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva

**RICRISTHI GONÇALVES DE AGUIAR GOMES**

**Construção da linha de Base dos municípios atingidos pela Integração de Bacias do Rio São Francisco e Eixão das Águas, no Estado do Ceará e suas implicações na transmissão da Esquistossomose Mansônica**

**FORTALEZA – CE**

**2010**

**RICRISTHI GONÇALVES DE AGUIAR GOMES**

**Construção da linha de base dos municípios atingidos pela Integração de Bacias do Rio São Francisco e Eixão das Águas, no Estado do Ceará e suas implicações na transmissão da Esquistossomose Mansônica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública / Epidemiologia do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

**Orientador: Prof. Dr. Fernando Schemelzer  
Moraes Bezerra**

**FORTALEZA – CE**

**2010**

**RICRISTHI GONÇALVES DE AGUIAR GOMES**

**Construção da linha de base dos municípios atingidos pela Integração de Bacias do Rio São Francisco e Eixão das Águas, no Estado do Ceará e suas implicações na transmissão da Esquistossomose Mansônica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

**Data da defesa: 13/08/2010**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Fernando Schemelzer Moraes Bezerra (Orientador)**

Departamento de Análises Clínicas/FFOE/UFC

---

**Prof. Dr. José Ajax Nogueira Queiroz**

Departamento de Patologia/FAMED/UFC

---

**Profa. Dra. Mônica Cardoso Façanha**

Departamento de Saúde Comunitária/FAMED/UFC

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências da Saúde

- 
- G617c      Gomes, Ricristhi Gonçalves de Aguiar  
              Construção da linha de base dos municípios atingidos pela Integração de Bacias do Rio São Francisco e Eixão das Águas, no Estado do Ceará e suas implicações na transmissão da Esquistossomose Mansônica/ Ricristhi Gonçalves de Aguiar Gomes. – 2010.  
              87 f. : il.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Fortaleza, 2010.  
              Orientação: Prof. Dr. Fernando Schemelzer Moraes Bezerra

1. Esquistossomose mansoni I. Título.

CDD

616.963

---

*“Sempre acreditei no homem, seu potencial e sua  
bondade, para muitos não passa isso de  
ingenuidade, para mim, é mais que isso, é fé.”*

*Autor desconhecido*

## **DEDICATÓRIA**

*À Deus, a meus pais, Boanerges e Teresinha dedico os  
méritos desta conquista*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu pai amado, pela sua imensa misericórdia, por estar presente em todos os momentos da minha vida e por me proporcionar momentos especiais de graça e felicidade.

Aos meus irmãos, Ricardo Cleber, Cristiane e Júnior pela confiança em mim depositada.

Em especial, a minha cunhada Socorro Maria e meu sobrinho querido, Rodrigo, por tornarem os meus dias mais alegres e descontraídos com sua presença.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Schemelzer Moraes Bezerra, a minha gratidão pela oportunidade de ser sua aluna, por sua disponibilidade e presença constante na elaboração desse trabalho, pelas contribuições para o meu crescimento pessoal e profissional, pelo constante incentivo e paciência.

Ao Mestrado em Saúde Pública, sob coordenação do Prof. Dr. Ricardo José Soares Pontes.

Aos pesquisadores e amigos Alberto Novaes e Carlos Henrique pelas valiosas contribuições e por conceder-nos um olhar diferenciado ao desenvolvimento do estudo.

Ao meu chefe e amigo, Supervisor do Núcleo de Controle de Vetores/COPROM/SESA, Asevedo Quirino de Sousa, pela amizade, apoio e compreensão, os quais permitiram uma maior dedicação de minha parte no momento da conclusão desta dissertação.

Aos meus amigos do Laboratório de Entomologia Médica Dr. Thomaz Aragão: Graça, Zolide, Fabricio Kassio, Joana, Helder, Raffael, Relrison, Mariza, Rita, Airton, José Maria, Oséas, Paulo, Marcélia, Sebastião, Antônio José e Jorge em especial ao Barbosa pelos ensinamentos e pelas informações fornecidas prontamente.

O meu agradecimento especial a Vivian da Silva Gomes, José Hibiss Farias Ribeiro Rafaella Albuquerque e Silva e Claudia Mendonça Bezerra pela amizade, apoio, incentivo, companhia, carinho, pelas nossas “terapias”, fundamentais para mim.

A todos os colegas do Núcleo de Controle de Vetores e Coordenadoria de Promoção e Proteção a Saúde da SESA.

À Lucia Maria da Silva Alencar, pelos conselhos, pela amizade e por ter me apresentado ao meu então orientador.

A Geziel dos Santos de Sousa, da Secretaria de Saúde do Município de Fortaleza (CEVEP) pela ajuda com o Arcview.

À Secretaria da Saúde do Estado do Ceará pelas informações cedidas.

A todos que fazem o Laboratório de Parasitologia e Biologia de Moluscos – LPBM, Martha, Teiliane, as Marianas, Sara, Vanessa e Aninha que me receberam tão bem.

À Secretaria de Recursos Hídricos do estado do Ceará por ter gentilmente cedido os arquivos *shape* importantes para o desenvolvimento desse estudo.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A esquistossomose é uma doença parasitária, provocada por vermes trematódeos do gênero *Schistosoma*. É uma endemia mundial, ocorrendo em 74 países e territórios, principalmente na América do Sul, Caribe, África e Leste do Mediterrâneo, onde atinge as regiões do Delta do Nilo, além de países como Egito e Sudão. Entre as parasitoses humanas mais disseminadas no mundo, a esquistossomose ocupa o segundo lugar (perdendo apenas para a malária), constituindo, no Brasil, um de seus mais graves problemas de saúde pública. A transmissão do *Schistosoma mansoni* depende do inter-relacionamento entre o ecossistema, as pessoas e suas condições sociais. Grandes projetos de engenharia que causam alterações no meio ambiente costumam criar condições satisfatórias para o aparecimento de fatores de risco de introdução e disseminação de doenças nas comunidades afetadas. O objetivo deste trabalho foi construir uma linha de base dos municípios atingidos por dois grandes projetos de infraestrutura hídrica: A integração de Bacias do Rio São Francisco nos limites do estado do Ceará e o Eixão das Águas do Ceará, e as implicações sobre a transmissão de Esquistossomose Mansônica. Os municípios pertencentes a Área de Influência Direta dos projetos envolvidos foram: Alto Santo, Baixio, Barro, Brejo Santo, Cascavel, Caucaia, Chorozinho, Horizonte, Icó, Itaitinga, Jaguaribara, Jaguaribe, Jati, Lavras da Mangabeira, Maracanaú, Mauriti, Missão Velha, Morada Nova, Ocara, Pacajus, Pacatuba, Pena Forte, Russas, São Gonçalo do Amarante e Umari. Foram utilizados indicadores sócio-demográficos, sócio-econômicos, educacionais, ambientais e de saúde. A análise dos dados sócio-demográficos e sócio-econômicos revelou que os municípios próximos a Região Metropolitana de Fortaleza apresentaram os melhores indicadores. O hospedeiro intermediário *B. straminea* encontra-se disseminado em todos os 25 municípios dos quais 6 apresentaram casos de esquistossomose mansônica no período de 2001 a 2006. Somente 8 municípios são trabalhados pelo Programa Estadual de Controle da Esquistossomose com prevalência variando de 0,1 a 0,8 % com o município de Maracanaú apresentando a maior prevalência (0,8%). Cinco municípios da AID apresentaram óbito por esquistossomose no período de 2001 a 2009, destes 3 não são trabalhados pelo PCE. A produção de espaços potenciais para a transmissão da esquistossomose na AID decorrentes da implementação do referidos projetos de transposição de bacias necessita ser mensurado.

**Palavras-chave:** Esquistossomose mansônica, Transposição do Rio São Francisco, Canal da Integração.

## ABSTRACT

Schistosomiasis is a parasitic disease caused by trematode worms of the genus *Schistosoma*. It is a worldwide endemic disease, occurring in 74 countries and territories, mainly in South America, the Caribbean, Africa and Eastern Mediterranean, where it reaches the regions of the Nile Delta, along with countries like Egypt and Sudan. Among the most widespread parasitic infections in human world, schistosomiasis ranks second (second only to malaria), constituting, in Brazil, one of its most serious public health problems. The transmission of *Schistosoma mansoni* depends on the inter-relationship between the ecosystem, people and their social conditions. Large engineering projects that cause environmental changes often create good conditions for the emergence of risk factors for introduction and spread of diseases in the affected communities. The objective of this study was to build a baseline of the municipalities affected by two major projects of water infrastructure: The integration of the São Francisco River Basin within the limits of the state of Ceará and Eixão Waters of Ceará, and the implications on the transmission of *Schistosomiasis mansoni*. The municipalities in the Area of Direct Influence of the projects involved were: Alto Santo, Baixio, Barro, Brejo Santo, Cascavel, Caucaia, Chorozinho, Horizonte, Icó, Itaitinga, Jaguaribara, Jaguaribe, Jati, Lavras da Mangabeira, Maracanaú, Mauriti, Missão Velha, Morada Nova, Ocara, Pacajus, Pacatuba, Pena Forte, Russas, São Gonçalo do Amarante e Umari. Indicators were used socio-demographic, socioeconomic, educational, and environmental health. The socio-demographic and socioeconomic analysis revealed that the municipalities close to the Metropolitan Region of Fortaleza were the best indicators. The intermediate host *Biomphalaria straminea* is widespread in all 25 municipalities of which 6 were cases of schistosomiasis in the period 2001 to 2006. Only eight counties are handled by the State Program for the Control of Schistosomiasis with prevalence ranging from 0.1 to 0.8% with the town of Maracanaú presenting the highest prevalence (0.8%). Five municipalities ADI (area of direct influence) had died of schistosomiasis in the period 2001 to 2009, these three are not operated by the State Program for the Control of Schistosomiasis. The production potential spaces for the transmission of schistosomiasis in the ADI following the implementation of these projects watershed transposition needs to be measured.

**Key words:** Schistosomiasis mansoni, Inter-basin water transfer on the San Francisco river, Channel integration.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AID** - Área de Influência Direta

**CIPP** – Complexo Industrial e Portuário do Pécem

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

**IPECE** - Instituto de Pesquisa Estatística e Econômica do Estado do Ceará

**PCE** – Programa de Controle da Esquistossomose

**PROGERIRH** - Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos – Ceará

**RIMA** - Relatório de Impacto Ambiental

**RMF** - Região Metropolitana de Fortaleza

**SEINFRA** – Secretaria de Infra-estrutura do Estado do Ceará

**SIG** – Sistema de informações Geográficas

**SIS-PCE** – Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose

**SRH** – Secretaria de Recursos Hídricos

**WWTP** - “Wanjiashai Water Transfer Project” (Projeto de Transferência de Água de Wanjiashai)

**SMHS** - “Snowy Mountains Hydroelectric Scheme” (Esquema Hidrelétrico de Snowy Mountains)

**SOHIDRA** - Superintendência de Obras Hidráulicas - Ceará

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Número de municípios da área de estudo e percentual de acordo com o porte populacional, Brasil, 2000.	<b>51</b>
<b>Tabela 02.</b> Renda per capita e Produto interno Bruto por município da AID	<b>52</b>
<b>Tabela 03.</b> Municípios com casos de Esquistossomose Mansônica trabalhados pelo Programa Estadual de Controle da Esquistossomose na AID.	<b>59</b>
<b>Tabela 04.</b> Prevalência da Esquistossomose Mansônica nos municípios trabalhados pelo Programa Estadual de Controle da Esquistossomose na AID, no período de 2000 a 2008.	<b>63</b>
<b>Tabela 05:</b> Número de óbito por esquistossomose, segundo o ano de ocorrência e município de residência na AID, 2001 a 2009	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribuição do <i>Schistosoma mansoni</i> no mundo	17
<b>Figura 2:</b> Conchas das espécies hospedeiras do <i>S. mansoni</i> que ocorrem no Brasil: A) <i>Biomphalaria glabrata</i> (Say, 1818); B) <i>Biomphalaria tenagophila</i> (Orbigny, 1835); C) <i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848)	19
<b>Figura 3:</b> Desenho esquemático do ciclo evolutivo de <i>S. mansoni</i>	20
<b>Figura 4:</b> Reação granulomatosa aos ovos do parasito.	22
<b>Figura 5:</b> Formas clínicas da Esquistossomose Mansônica: A) Dermatite cercariana; B) Forma Hepatoesplênica.	22
<b>Figura 6:</b> Método parasitológico Kato-Katz	24
<b>Figura 7:</b> Áreas endêmicas e focais da esquistossomose mansônica. Brasil, 2004	26
<b>Figura 8:</b> Região Semi-árida. Agência Nacional de Águas, 2009	32
<b>Figura 9:</b> <i>Snowy Mountains Hydroelectric Scheme-SMHS</i> . Construção da represa Murray 2, Austrália, 1967	34
<b>Figura 10:</b> Localização da Transposição Tajo-Segura., Espanha, 1973.	36
<b>Figura 11:</b> Mapa da extensão total do rio São Francisco	38
<b>Figura 12:</b> Mapa esquemático do Eixão das Águas	42
<b>Figura 13:</b> Mapa do Estado do Ceará, mostrando os municípios por onde passarão os projetos da interligação de bacias do Rio São Francisco e o Eixão das Águas	49
<b>Figura 14:</b> População residente nos municípios da área de estudo. Brasil, 2000	53
<b>Figura 15:</b> Percentual de cobertura de abastecimento de água e instalações sanitárias nos municípios da AID	54
<b>Figura 16:</b> Mapa da cobertura de abastecimento de água e instalações sanitárias nos municípios da AID.	54

<b>Figura 17:</b> Índice de desenvolvimento municipal dos municípios pertencentes a AID	56
<b>Figura 18:</b> População residente de 5 anos ou mais por alfabetização dos municípios pertencentes a AID	58
<b>Figura 19:</b> Proporção de alfabetizados por município em relação a população total residente de 5 anos ou mais	58
<b>Figura 20:</b> Precipitação média anual na AID no ano de 2006.	58
<b>Figura 21:</b> Tipos de Vegetação encontrados no estado do Ceará.	59
<b>Figura 22:</b> Hipsometria estado do Ceará.	60
<b>Figura 23:</b> Distribuição da <i>Biomphalaria straminea</i> nos municípios estado do Ceará	61
<b>Figura 24.</b> Distribuição da <i>B. straminea</i> , leitões perenizados e principais açudes nos municípios da AID do Rio São Francisco no Ceará e Eixão das Águas,.	62
<b>Figura 25.</b> Exames realizados e percentual de positividade para Esquistossomose Mansônica, Ceará, 1997 – 2006.	63
<b>Figura 26.</b> Óbitos por Esquistossomose no Estado do Ceará de 1990 a 2009.	63
<b>Figura 27.</b> Municípios com casos de Esquistossomose localizados na AID.	64

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Esquistossomose .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Hospedeiros intermediários .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. Ciclo Evolutivo.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4. Transmissão.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5. Manifestações clínicas da doença.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6. Diagnóstico.....</b>	<b>23</b>
<b>1.7. Epidemiologia.....</b>	<b>24</b>
<b>1.7.1. Fatores ambientais e o risco da transmissão da</b>	
<b>Esquistossomose.....</b>	<b>27</b>
<b>1.8. Nordeste Semi-árido e a busca pela água.....</b>	<b>29</b>
<b>1.9. Transferência de águas entre Bacias Hidrográficas.....</b>	<b>33</b>
<b>1.9.1. O Rio São Francisco e o projeto de Integração de bacias hidrográficas</b>	
<b>para o Nordeste Setentrional.....</b>	<b>37</b>
<b>1.9.2. O projeto Eixão das Águas do Ceará.....</b>	<b>41</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>43</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Objetivos específicos .....</b>	<b>46</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1. Desenho do estudo.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2. Área do estudo.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.2. Municípios localizados na Área de Influência Direta das obras de</b>	
<b>integração de bacias do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e o</b>	
<b>Eixão das Águas do Ceará.</b>	<b>49</b>
<b>4.3. Indicadores do Estudo .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.1. Dados Demográficos e Sócio-econômicos .....</b>	<b>50</b>

4.3.2. Dados educacionais.....	50
4.3.3. Dados ambientais e de pluviosidade.....	50
4.4. Distribuição espacial do Hospedeiro intermediário.....	50
4.5. Identificação das áreas de transmissão da Esquistossomose Mansônica já existentes.....	50
4.6. Softwares utilizados.....	51
4.7. Arquivos em formato <i>Shapefile</i> .....	51
4.8. Aspectos éticos.....	51
5. RESULTADOS.....	52
5.1. Análise de dados Demográficos e Sócio-econômicos.....	53
5.2. Análise de dados Educacionais.....	56
5.3. Análise de dados de Pluviosidade e dados Ambientais .....	58
5.4. Distribuição do molusco hospedeiro intermediário no estado do Ceará.....	61
5.5. Identificação das áreas de transmissão da Esquistossomose Mansônica já existentes.....	62
6. DISCUSSÃO.....	66
7. CONCLUSÃO.....	77
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
9. ANEXOS.....	88



# INTRODUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 – Esquistossomose

A esquistossomose é uma doença parasitária, provocada por vermes trematódeos do gênero *Schistosoma*. Atualmente, existem seis espécies de *Schistosoma* (*Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma japonicum*, *Schistosoma intercalatum*, *Schistosoma mekongi* e *Schistosoma malayensis*) que podem provocar doença no homem, sendo que no continente americano existe apenas *S. mansoni*. (Ministério da Saúde, 2007). É uma endemia mundial, ocorrendo em 76 países e territórios, principalmente na América do Sul, Caribe, África e Leste do Mediterrâneo, onde atinge as regiões do Delta do Nilo, além de países como Egito e Sudão. (WHO, 2002)

Entre as parasitoses humanas mais disseminadas no mundo, a esquistossomose ocupa o segundo lugar (perdendo apenas para a malária), constituindo, no Brasil, um de seus mais graves problemas de saúde pública (DIAS, 1992).

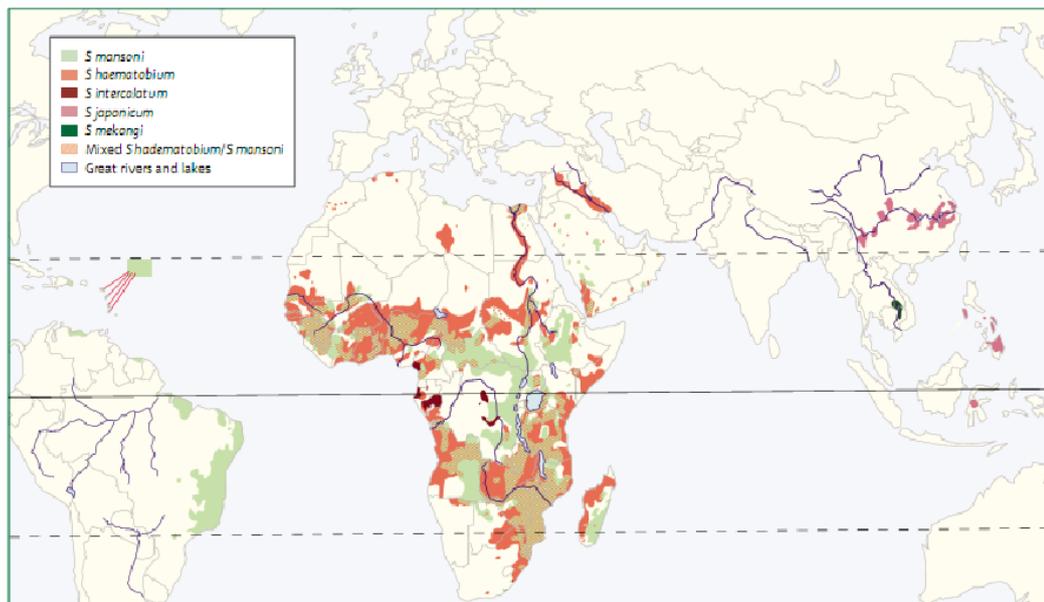


Figura 1: Distribuição do *Schistosoma* no mundo

Fonte: Gryseels et al., 2006

Os principais fatores que contribuíram para propagação da esquistossomose foram os movimentos migratórios, a exploração inadequada de recursos hídricos, a ampla

distribuição dos hospedeiros intermediários, a longevidade da doença, problemas sanitários e a falta de educação sanitária (MACHADO 1982, SILVA 1983, AMARAL e PORTO 1994).

## 1.2 – Hospedeiros intermediários

Os caramujos transmissores da esquistossomose mansoni no Brasil pertencem ao Filo Mollusca, Classe Gastropoda, Subclasse Pulmonata, Ordem Basommatophora, Família Planorbidae, Gênero *Biomphalaria*. São discóides e apresentam uma depressão que lembra o umbigo. (NEVES, 2005)

Já foram identificadas dez espécies pertencentes ao gênero *Biomphalaria* no Brasil. São elas: *Biomphalaria glabrata*, *Biomphalaria tenagophila*, *Biomphalaria straminea*, *Biomphalaria amazonica*, *Biomphalaria peregrina*, *Biomphalaria occidentalis*, *Biomphalaria intermedia*, *Biomphalaria schrammi*, *Biomphalaria oligoza* e *Biomphalaria kuhniana*. Destas, apenas as três primeiras foram encontradas eliminando cercárias na natureza, sendo, portanto, transmissoras da esquistossomose mansônica nas Américas. A *B. amazonica* e a *B. peregrina* foram infectadas em laboratório, mas nunca foram encontradas com infecção natural (SOUSA; LIMA, 1990)

A *B. glabrata* apresenta concha de até 40 mm de diâmetro por 11 mm de largura, seis a sete giros arredondados; periferia arredondada, tendendo para a direita, é o maior molusco da família Planorbidae. É encontrado numa faixa contínua em todos os estados brasileiros situados entre o Rio Grande do Norte e o Paraná, tendo sido descritos focos no Pará, Maranhão e Piauí. Constitui-se o mais eficaz vetor da esquistossomose, com taxas de positividade de até 70% (LIMA 1995).

A *B. tenagophila* apresenta concha com até 35 mm de diâmetro por 11 mm de largura, sete a oito com carena em ambos os lados, porém mais acentuada a esquerda. Está mais restrita ao sul do país, entretanto, também é encontrada no oeste do Mato Grosso do Sul, sul da Bahia e leste do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul (LIMA, 1995).

A *B. straminea* concha com até 16,5 mm de diâmetro por 6 mm de largura, arredondados, crescendo mais rapidamente em diâmetro, as vezes apresentando leve

angulação à esquerda. É encontrada em quase todas as bacias hidrográficas do Brasil. É a espécie predominante no nordeste do Brasil, principalmente na região do semi-árido, sendo a única das espécies transmissoras encontradas no Ceará (LIMA, 1995).

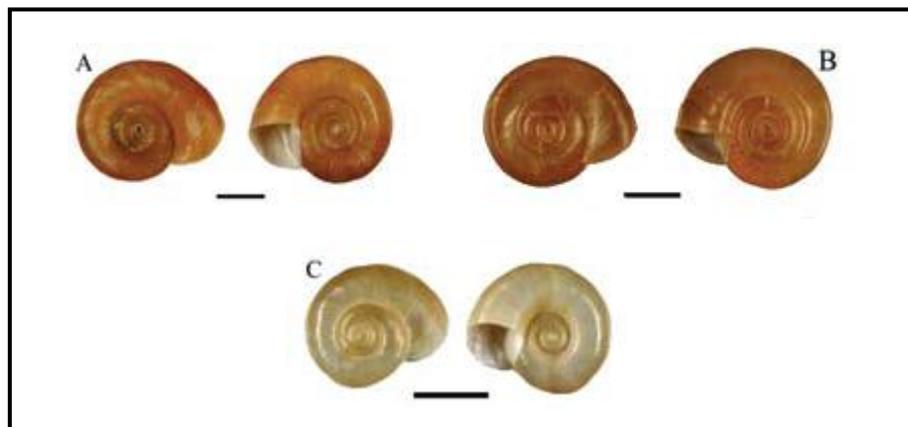


Figura 2: Conchas das espécies hospedeiras do *S. mansoni* que ocorrem no Brasil: A) *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818); B) *Biomphalaria tenagophila* (Orbigny, 1835); C) *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848).

### 1.3 - Ciclo Evolutivo

A eliminação de ovos nas fezes de portadores da esquistossomose mansônica pode levar a contaminação de coleções hídricas e a liberação de uma forma intermediária, o miracídio, infectante para moluscos do gênero *Biomphalaria* (PASSOS et al., 1998)

O miracídio é um organismo muito móvel quando em meio aquático, graças aos numerosos cílios que lhe revestem a delgada cutícula e ao seu sistema muscular. Decorridas 48 horas após a penetração do miracídio no interior do molusco hospedeiro intermediário, este perde a mobilidade e se transforma num esporocisto primário, contendo de 50 a 100 células germinativas. Cada uma dessas células dará origem a quatro esporocistos secundários, e estes, por um processo de reprodução assexuada, dará origem a milhares de cercárias. Finalmente, após quatro a sete semanas da infecção do molusco, este começa a liberar as cercárias. É sob a forma de cercárias que o *S. mansoni* infecta o hospedeiro definitivo, penetrando ativamente na pele do homem, por meio de ação combinada da secreção lítica das glândulas anteriores e dos movimentos vibratórios intensos. Uma vez nos tecidos do hospedeiro definitivo, as cercárias perdem

a cauda e se transformam em esquistossômulos. Estes caem na circulação sanguínea e /ou linfática, atingem a circulação venosa, indo até o coração e os pulmões, retornando posteriormente ao coração, onde são lançados através das artérias aos pontos mais diversos do organismo. O fígado se constitui o órgão preferencial de localização do parasito, onde estas formas jovens se diferenciam sexualmente e crescem, alimentando-se de sangue. Ainda imaturos, os parasitos migram para a veia porta devido suas tributárias mesentéricas, onde completam a evolução. A partir da terceira semana da penetração das cercárias ocorre a migração dos vermes para as veias mesentéricas. Os vermes adultos se localizam nos ramos terminais das veias mesentéricas onde acontece o início das posturas. Ainda imaturos os ovos migram da luz do vaso para a luz intestinal, provocando assim hemorragias e áreas de inflamação responsáveis pelo aparecimento das diarréias muco-sanguinolentas e outros distúrbios gastrointestinais. Uma fêmea de *S. mansoni* produz cerca de 300 ovos diários, dos quais 25% a 35% são eliminados pelas fezes. Os ovos que não conseguem atingir a luz intestinal por ficarem retidos nos tecidos, ou porque foram depositados em vasos de outros órgãos, como o fígado bem como aqueles que refluem para o parênquima hepático são os responsáveis pela formação de microgranulomas que posteriormente poderão ocluir, total ou parcialmente, o fluxo sanguíneo ocasionando toda sintomatologia da doença em suas formas mais graves. A maturação é concluída, assim, organiza-se então em seu interior o embrião que é denominado miracídio, iniciando então novo ciclo (COELHO, 1970).

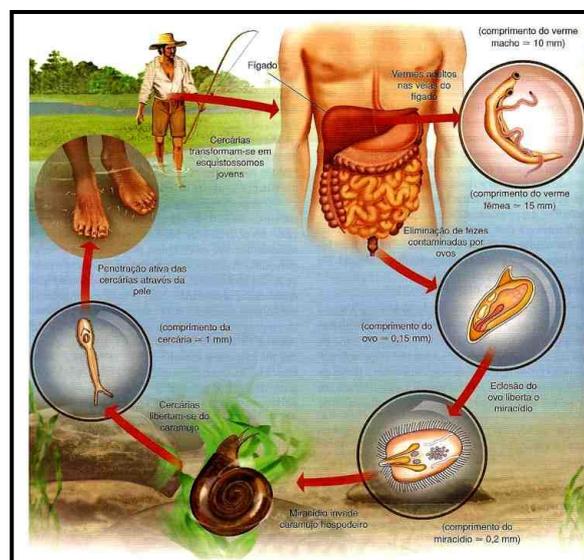


Figura 3. Desenho esquemático do ciclo evolutivo de *S. mansoni*

Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/filo-platelmintos/imagens/ciclo-do-schistosoma-mansoni-p.jpg>

#### 1.4 – Transmissão

A esquistossomose é a mais grave forma de parasitose cujo óbito ocorre devido a extensa fibrose decorrente da presença em parênquima hepático de ovos do *S. mansoni*, o agente causal. Após o reconhecimento da doença no país, a esquistossomose começou a ser vista como de potencial importante, principalmente devido a sua gradativa expansão, em função de movimentos migratórios em direção a áreas com precárias condições de saneamento básico, constituindo a área endêmica inicial da infecção (NEVES, 2005).

A transmissão da Esquistossomose mansônica é hoje reconhecida em importantes áreas metropolitanas do nordeste do Brasil, no centro-oeste da África e na região central da China. Quando emigrantes rurais com uma elevada prevalência vão para uma área peri-urbana, existe um alto risco de transmissão da doença devido à contaminação dessas massas de água naturais (OMS, 1994).

O contato com a água contendo cercárias é considerado como fator essencial para a infecção humana, a qual pode ter várias razões classificadas como domésticas, recreacionais, ocupacionais e religiosas. O risco de ocorrer a infecção pode variar com a hora do dia em que ocorreu o contato, a duração da exposição e a área da pele exposta (MOTT, 1980; JORDAN, 1993).

A esquistossomose também está associada ao padrão de emprego nas áreas peri-urbanas. Os pequenos pomares, hortas irrigados são oferecidos como emprego ao emigrante rural que já foi, na maioria das vezes, um pequeno agricultor. Como a esquistossomose é endêmica na maioria dessas áreas, o trabalhador se já não estava infectado, corre o risco de contrair a doença (OMS, 1994)

#### 1.5 – Manifestações clínicas da doença

A infecção humana por *S. mansoni* induz diferentes manifestações clínicas características. A fase aguda surge entre a quarta e décima semana após exposição às cercárias e caracteriza-se por manifestações toxêmicas durante a migração da larva e no período inicial de postura dos ovos. Alguns indivíduos após a exposição podem apresentar manifestações cutâneas do tipo urticária (Fig. 5). A hepatomegalia é freqüente nessa fase. Nesse período o doente, em geral, apresenta diarreia característica

com a presença de muco e sangue. Os sintomas da fase aguda, tais como os surtos febris, tosse seca e persistente sem sinais pulmonares apreciáveis, desaparecem espontaneamente após o tratamento (BOROS, 1989).

A fase crônica apresenta-se sob as formas clínicas intestinal, hepatointestinal e hepatoesplênica compensada ou descompensada. A forma intestinal é a mais freqüente encontrada em pacientes cronicamente infectados. Nesta forma, os sintomas são geralmente brandos, com perda de apetite, dispepsia e desconforto abdominal (SAVIOLI *et al.*, 1997).

A forma hepatoesplênica caracteriza-se pelo aumento considerável do baço e do fígado. Na forma hepatoesplênica compensada, as lesões hepáticas caracterizam-se por fibrose peri-portal com vários graus de obstrução dos ramos intra-hepáticos da veia porta. O aumento do baço se deve a dois fatores principais: 1) hiperplasia dos elementos do retículo endotelial da polpa vermelha e 2) congestão passiva determinada pela hipertensão porta (REY, 1991).

Na forma hepatoesplênica descompensada, o quadro clínico é caracterizado pela fibrose periportal podendo resultar no bloqueio da microcirculação porta e desenvolvimento de circulação colateral. Esta manifestação acomete uma porcentagem pequena da população infectada, variando de 1 a 10%, dependendo da área de estudo (ANDRADE & VAN MARCK, 1984)

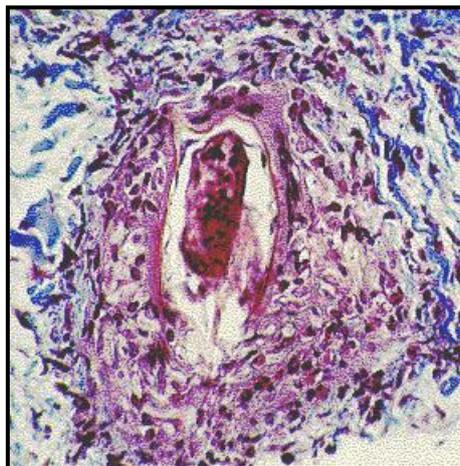


Figura 4. Reação granulomatosa aos ovos do parasito.

Fonte: [http://www.proto.ufsc.br/downloads/graduacao/esquistossomose\\_med.pdf](http://www.proto.ufsc.br/downloads/graduacao/esquistossomose_med.pdf)



Figura 5. Formas clínicas da Esquistossomose Mansônica: A) Dermatite cercariana; B) Forma Hepatoesplênica.

Fonte: <http://www.grupoescolar.com/a/b/05B25.gif>

## 1.6 – Diagnóstico

Para fins de diagnóstico da esquistossomose mansônica, o método parasitológico mais utilizado em inquéritos fundamenta-se no encontro dos ovos do parasito nas fezes do paciente pela técnica de Kato-Katz, mas esta se mostrou pouco eficiente com cargas parasitárias baixas (indivíduos que eliminam menos de 100 ovos/g fezes). Isso ocorre devido à baixa sensibilidade do método Kato-Katz, que depende diretamente da quantidade de fezes examinadas e do número de ovos eliminados pelo portador (KAMNAMURA, *et al.*, 1998).

Apesar da ampla distribuição dos moluscos e as freqüentes oportunidades do contato humano com a água, as altas taxas de transmissão só devem ocorrer em poucos locais. O número de ovos por grama de fezes que fornece a intensidade de infecção, deve ser considerado ao se tentar classificar os níveis de endemicidade. Com as devidas ressalvas, poderíamos considerar regiões de média e alta endemicidade aquelas com prevalência superior a 10%, com mais de 120 ovos por grama de fezes e presença de indivíduos com quadro clínico da esquistossomose. Área de baixa endemicidade seria aquela com prevalência inferior a 10%, com a maioria dos infectados assintomáticos e eliminando menos de 96 ovos por grama de fezes (DIAS *et al.*, 1994).

A fêmea acasalada do *S. mansoni* elimina diariamente cerca de 200 ovos pelas fezes. Assim, a probabilidade de uma lâmina do método de Kato detectar a infecção por um casal de vermes (200 ovos/fêmea - 200g fezes/dia - 42mg de fezes examinadas) seria de cerca de 1/24. Portanto, principalmente para controle de cura, após quimioterapia, deve-se pedir vários exames de fezes para se ter certeza da cura parasitológica. O controle de cura por exames de fezes deve ser feito após três meses da administração da droga devendo-se considerar a possibilidade de reinfecções (NEVES, 2005).

Para levantamentos epidemiológicos, recomenda-se a técnica quantitativa de Kato-Katz. Apesar da grande variação diária no número de ovos eliminados por paciente, quando se trabalha com população, a média reflete com bastante precisão a carga parasitária da comunidade. Por outro lado, a quantificação desta carga parasitária é indispensável para se ter elementos para avaliar a eficácia de medidas profiláticas (quimioterapia, aplicação de moluscidas, saneamento básico, etc.) (NEVES, 2005).

O diagnóstico laboratorial da doença pode ser feito através do exame parasitológico de fezes, biópsia retal, determinação e identificação de antígenos e determinação de indicadores bioquímicos e patológicos que estão associados a infecção por *S. mansoni*. As técnicas de diagnóstico parasitológico de fezes variam consideravelmente quanto a sensibilidade, dependendo da quantidade de fezes examinadas, do número de ovos excretados e fatores inerentes a perda intrínseca durante a realização do procedimento (GARGIONI *ET AL.*, 2008).



Figura 6. Método parasitológico Kato-Katz.

Fonte: PCE/SESA-CE, 2009

## 1.7 – Epidemiologia

A epidemiologia da esquistossomose em suas linhas gerais é bem conhecida. Ela não é, necessariamente, uniforme dentro de um país endêmico e é quase impossível de ser comparada entre países. Sua epidemiologia é tão variada quanto a ecologia humana e o ambiente no qual a esquistossomose ocorre. Os parâmetros epidemiológicos, como prevalência, incidência, intensidade de infecção e morbidade, variam, amplamente, mesmo dentro de uma região (DIAS, 1994).

Para ALVES *et. al* 1998, a Esquistossomose é pensada pelos órgãos públicos como uma doença diretamente ligada às condições de saneamento e à maneira de viver das populações situadas em áreas endêmicas. Produzida por trematódeos, organismos (metazoários) endoparasitos, a transmissão do *Schistosoma mansoni* depende do inter-relacionamento entre o ecossistema, as pessoas e suas condições sociais. O contato humano com as coleções de água doce e de superfície, adequada à vida dos moluscos hospedeiros intermediários (o caramujo), a presença de pessoas parasitadas, a densidade

da população de caramujos, os hábitos de poluição fecal do ambiente e condições econômicas (como a disponibilidade de água domiciliar e condições sanitárias), são fatores que determinam, em diferentes níveis, as medidas dessa infecção.

Segundo FAVRE e colaboradores 2001, é nas numerosas coleções hídricas da área endêmica que as populações humanas, por questões econômicas e socioculturais, exercem grande parte de suas atividades domésticas, de lazer e de higiene pessoal. As condições ambientais, associadas à falta de saneamento básico, como rede de esgoto sanitário, abastecimento e tratamento de água para consumo, bem como à intensa locomoção das comunidades, criam condições propícias à manutenção da transmissão e à expansão da esquistossomose.

A mortalidade da Esquistossomose Mansônica é relativamente baixa, mas sua patologia crônica e capacidade de desabilitar são enormes. Estima-se que 200 milhões de pessoas estejam infectadas, onde 120 milhões são sintomáticos e 20 milhões sofrem severamente com a doença (WHO, 2002).

No Brasil, a doença é popularmente conhecida como “xistose”, “barriga d’água” ou “mal-do-caramujo”, atingindo milhões de pessoas, considerada uma das maiores regiões endêmicas dessa doença em todo o Globo. A transmissão ocorre em 19 estados, numa faixa contínua ao longo do litoral, desde o Rio Grande do Norte até a Bahia, na região Nordeste, alcançando o interior do Espírito Santo e Minas Gerais, no Sudeste. De forma localizada, está presente nos estados do Ceará, Piauí e Maranhão, no Nordeste; Pará, na região Norte; Goiás e Distrito Federal, no Centro-Oeste; São Paulo e Rio de Janeiro, no Sudeste; Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na região Sul (figura 7). As prevalências mais elevadas são encontradas nos estados de Alagoas, Pernambuco, Sergipe, Minas Gerais, Bahia, Paraíba e Espírito Santo (REY, 1991).

Acredita-se que a esquistossomose tenha sido introduzida no Brasil entre os anos de 1550 e 1646 no litoral, quando os primeiros escravos africanos chegaram à Bahia e Recife. A parasitose permaneceu incógnita até 1907, quando o médico baiano Pirajá da Silva, registrou pela primeira vez a esquistossomose mansônica no país (AMARAL e PORTO 1994).

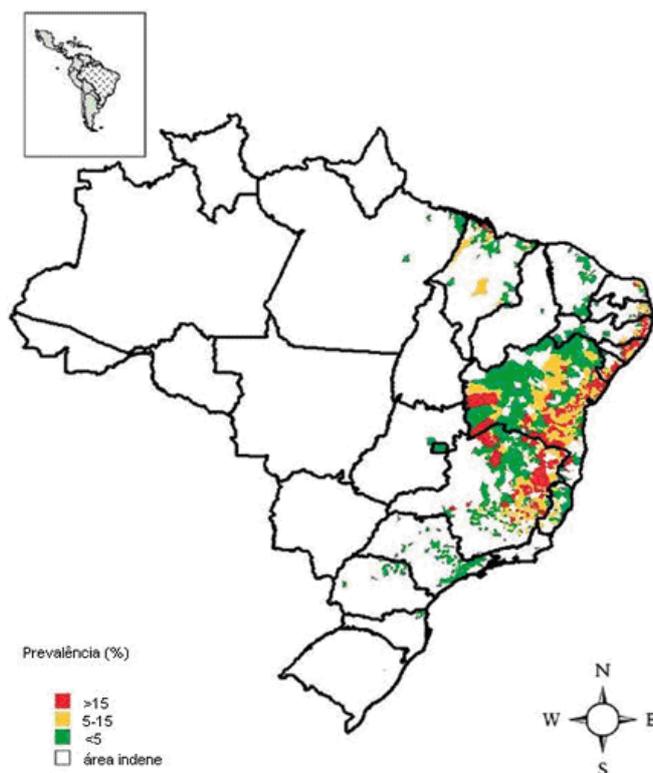


Figura 7. Áreas endêmicas e focais da esquistossomose mansônica. Brasil, 2004.

Fonte: GT-Esquistossomose/CDTV/CGDT/SVS/MS

A diversidade dos fatores que envolvem a transmissão da esquistossomose dificulta de forma importante o seu controle pelos serviços de saúde. As ações de controle da doença no Brasil vêm sendo adotadas de maneira sistemática e abrangente desde 1976. Ao longo das três últimas décadas os Programas de Controle da Esquistossomose (PCE) passaram por diversas fases onde foram feitas tentativas de medicalização maciça dos portadores, conjugadas com outras ações preventivas consideradas importantes (AMARAL; PORTO, 1994).

O controle nacional da esquistossomose foi implementado no Brasil, em 1975, pela Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM), com a criação do PECE (Programa Especial de Controle da Esquistossomose), que direcionou suas atividades para o tratamento quimioterápico em massa com oxamniquina. O controle de moluscos vetores, através da aplicação de moluscicida (niclosamida), foi levado a efeito em menor escala e de forma irregular. Saneamento, abastecimento de água e educação em saúde, foram medidas implementadas em menor frequência. As atividades do PECE

seguiram três fases operacionais: a) preparatória, onde a área de trabalho era definida e o inquérito parasitológico inicial, realizado; b) de ataque, na qual as medidas de controle eram colocadas em prática; c) de vigilância, que previa avaliações periódicas e o tratamento quimioterápico para casos novos e/ou não-curados. Em 1980, o PECE perdeu as características de Programa Especial, tornando-se um programa de rotina do Ministério da Saúde. As ações de controle restringiram-se a quimioterapia em massa e estimularam a participação de outros órgãos de Saúde Pública (Fundação Serviço Especial de Saúde Pública- FSESP, Instituto Nacional de Assistência Médica e Previdência Social - INAMPS e Secretarias Estaduais de Saúde) no diagnóstico e tratamento dos portadores da infecção. Em 1990, o PCE foi reestruturado e passou a ser dirigido pela Fundação Nacional de Saúde (FNS), que se originou da fusão da SUCAM com a FSESP. O PCE adotou a localidade como unidade epidemiológica e não mais o município, tendo os seguintes objetivos: a) reduzir a prevalência nas localidades a níveis inferiores a 25%; b) reduzir a incidência e a prevalência de casos hepatoesplênicos e morte causada pela infecção esquistossomótica; c) controlar a transmissão em focos isolados; d) prevenir a expansão da esquistossomose para áreas indenes (FAVRE, 2001).

No Ceará, tem-se conhecimento da existência da esquistossomose desde o período de 1920 - 1925, quando MACIEL encontrou um percentual de 2,8% de casos em 141 marinheiros cearenses examinados no Hospital Naval do Rio de Janeiro (MACIEL, 1925 e 1936). A seguir, existem subsídios oferecidos por ALENCAR, 1940 que realizou o primeiro inquérito coproscópico no Estado, constatando casos autóctones no Vale do Acaraú quando foi encontrada uma positividade de 12,2% em 199 amostras da cidade de Redenção e arredores (TIMBO; LIMA, 1999).

O Inquérito Helminológico Escolar, promovido pelo Ministério da Saúde, realizado por PELLON e TEIXEIRA no período de 1950 a 1953, e que no Ceará foi realizado por ALENCAR em 1940 - 49 totalizou 40.462 exames com uma positividade de 390 casos, e um percentual total para o Estado de 1%. Dentre as regiões onde foram encontradas pessoas com esquistossomose, mostraram-se mais atingidas Pacoti, com 31,4%, e Redenção, com 62,2%. A esquistossomose foi encontrada em 20 localidades, de 19 municípios, sendo 3 na região litorânea, 5 na região das serras, 3 no Vale do Cariri, 1 no Sertão do Cariri, 1 no Vale do Jaguaribe, 2 no baixo Jaguaribe, 1 no médio Jaguaribe e 3 no Sertão. (ALENCAR, 1947).

### 1.7.1 – Fatores ambientais e o risco da transmissão da Esquistossomose

A partir do conhecimento sobre a dinâmica do processo saúde-doença, ou do conhecimento do processo histórico, espaço e temporal dos determinantes do estado de saúde até o aparecimento de determinadas doenças em uma comunidade, pode-se estabelecer razões de causalidades através de determinados indicadores de risco e correlacioná-los com os principais fatores ambientais, sociais e biológicos identificados pelas mudanças do estado de saúde para o aparecimento de doenças nas comunidades (BARCELLOS & BASTOS, 1996).

LACAZ *et al.* (1972) enfatizam que, para se entender a interação de uma doença, em qualquer população humana, faz-se necessário avaliar o homem no seu ambiente físico, biológico e sócio-econômico. Nota-se que a insuficiência dos serviços de saneamento, a aglomeração humana em determinadas áreas e a habitação inadequada, colaboram para o surgimento de doenças como é o caso da esquistossomose, que têm relação direta com o ambiente degradado.

O estudo das condições de vida e saúde segundo o tipo de inserção espacial dos grupos humanos torna-se uma alternativa metodológica para a identificação e análise de suas necessidades e, conseqüentemente, para a superação das iniquidades (PAIM, 1997).

Grandes projetos de engenharia que causam alterações no meio ambiente costumam criar condições satisfatórias para o aparecimento de fatores de risco de introdução e disseminação de doenças nas comunidades afetadas. Esses fatores devem ser previamente detectados, uma vez que a avaliação da experiência acumulada em diferentes projetos, permite inferir que a magnitude dos impactos sobre a saúde dessas populações está diretamente relacionada com a detecção precoce dos riscos e a conseqüente implementação de ações de controle e prevenção de doenças nestas comunidades (CERNEA E MCDOWELL, 2000).

O caso mais antigo e bem documentado de alterações ambientais causadas por empreendimentos de infra-estrutura hídrica é o da barragem de Akosombo, construída no Rio Volta, no Gana, no princípio dos anos 60. O conseqüente lago artificial, com

linhas de costa particularmente longas, atraiu muitos povoadores novos, seduzidos pelas importantes oportunidades de pesca que surgiram de imediato, na fase eutrófica depois da criação do reservatório. A prevalência da esquistossomose entre os moradores adultos das margens do lago, contudo, subiu de 1,8% para 75% (e entre as crianças atingiu 100%) durante um curto período de tempo, após a conclusão da construção da represa (CERNEA E MCDOWELL, 2000).

Passados mais de 20 anos, as mesmas observações foram feitas em relação às comunidades de plantação de arroz na área Richard Toll, da Bacia do Rio Senegal, após a construção da barragem de Diama. Esta barragem impede a entrada de água salgada, uma intrusão que, muitas vezes, subia pelo rio em várias centenas de quilômetros, durante a estação seca, permitindo a exploração de solos agrícolas férteis. A Avaliação do Impacto sobre a Saúde foi feita, mas na ausência do hospedeiro intermediário do *S. mansoni*, a esquistossomose não foi considerada um risco significativo. Contudo, depois de iniciada a irrigação do arroz e da cana-de-açúcar, a prevalência da esquistossomose na população local disparou até 100% (SOUTHGATE, 2001).

OLIVEIRA 2007, em seu estudo que discute o impacto sobre a saúde que a construção de grandes represas hidrelétricas pode causar às comunidades originais e seu entorno, afirma que um dos efeitos deletérios à saúde mais frequentemente observados é um aumento na prevalência da esquistossomose ao redor da área de reservatório de represas. A construção de represas pode criar ambiente ecologicamente favorável à introdução do reservatório do *S. mansoni*.

Atividades como pescaria e recreação aquática, além da falta de saneamento, favorecem a infecção humana e mantêm o ciclo de vida do parasito causador da esquistossomose. Os canais de terra e lagos para diversão são um excelente criadouro para muitas espécies de vetores (BASAHÍ, 2000).

### **1.8 – Nordeste Semi-árido e a busca pela água.**

A água é o recurso natural mais importante e participa e dinamiza todos os ciclos ecológicos; os sistemas aquáticos têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e que são também parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da

diversidade biológica do planeta Terra. O *Homo sapiens* além de usar a água para suas funções vitais como todas as outras espécies de organismos vivos, utiliza os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômico. Entretanto, 97% da água do planeta Terra está nos oceanos e não pode ser utilizada para irrigação, uso doméstico e dessedentação. Os 3% restantes têm, aproximadamente, um volume de 35 milhões de quilômetros cúbicos. Grande parte deste volume está sob forma de gelo na Antártida ou na Groelândia. Somente 100 mil km<sup>3</sup>, ou seja, 0,3 % do total de recursos de água doce está disponível e pode ser utilizado pelo homem. Este volume está armazenado em lagos, flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento acrescido de águas subterrâneas (TUNDISI, 2003).

Recurso natural indispensável à vida dos homens, a água transformou-se num bem absolutamente necessário e essencial para a sobrevivência de agrupamentos humanos, comunidades, coletividades, cidades e nações que dela dependem tanto para existir simplesmente quanto para satisfazer as suas necessidades sociais e econômicas (MACHADO, 2003).

A disponibilidade de água doce constitui-se num recurso estratégico neste início de milênio. A gestão de recursos hídricos ultrapassou, na atualidade, as fronteiras político-administrativas das nações e ganhou dimensões continentais e globais, tornando-se um tema supranacional e de alta complexidade. Entende-se que a expectativa de que possa faltar água em determinadas regiões do planeta poderá fazer com que a água se torne a commodity mais disputada nos anos vindouros. Segundo dados do Banco Mundial, oitenta países enfrentam atualmente graves problemas por falta ou escassez de água. Países como Arábia Saudita, Israel, Tunísia, Iêmen, Egito, Etiópia, Haiti, Irã, Líbia, Marrocos, Omã, Síria e África do Sul estão na lista das regiões carentes em recursos hídricos. Ao mesmo tempo, observa-se também que a população mundial cresce muito rapidamente em áreas onde a água já é escassa.

Ao longo do último século, no Brasil, as grandes massas de água foram consideradas como dádivas da natureza, reservatórios inesgotáveis, capazes de fornecer água pura eternamente e de receber e absorver quantidades ilimitadas de rejeitos provenientes das atividades humanas. Mas, com o crescimento acelerado da população, a urbanização das cidades, o desenvolvimento industrial e tecnológico e a expansão das

áreas agrícolas, as poucas fontes disponíveis de água estão comprometidas ou correndo risco (MACHADO, 2003).

O fenômeno da escassez de água está caracterizado pelo fato de 80% das descargas dos rios ocorrerem nos setores ocupados por 5% da população, enquanto os 20% restantes devem abastecer 95% do contingente, cuja parcela urbanizada já atinge os 75%, conforme dados do censo de 2000 (IBGE, 2001).

Como se não bastasse esse desequilíbrio geográfico, a água no Brasil está também ameaçada pela poluição, pela erosão, pela desertificação e pela contaminação do lençol freático. Rios, riachos, canais e lagoas foram assoreados, aterrados e desviados abusivamente, e mesmo canalizados; suas margens foram ocupadas, as matas ciliares e áreas de acumulação suprimidas. Regiões no passado alagadiças, com pântanos, mangues, brejos e várzeas foram, primeiro, aterradas e, depois, impermeabilizadas e edificadas. Imensas quantidades de lixo ou resíduos sólidos acumulam-se dentro e/ou nas margens de rios, riachos, lagos e baías. Com isso, a drenagem urbana no Brasil se tem tornado catastrófica: a cada verão, a chuva paralisa as grandes cidades nos dias de maior intensidade de precipitação trazendo, em seu rastro, as epidemias de leptospirose. Quando não é enchente, são desmoronamentos de encostas. Para complementar esse quadro dantesco, a falta de saneamento leva o Brasil a conviver ainda, em vastas regiões, com epidemias e endemias provocadas por agentes patológicos transmitidos pela água, como a dengue, a esquistossomose e a malária (MACHADO, 2003).

O Nordeste semi-árido caracteriza-se por ser uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios. Essa situação pode ser explicada em razão da variabilidade temporal e espacial das precipitações e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e conseqüentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. Essa característica causa uma forte dependência da intervenção do homem sobre a natureza, no sentido de garantir, por meio de obras de infra-estrutura hídrica, o armazenamento de água para abastecimento humano e demais usos produtivos (GARJULLI, 2003; CIRILO *et al*, 2008).

O semi-árido nordestino dadas suas características possui uma densa rede de rios temporários. A maior exceção é o Rio São Francisco. Esse grande rio, porém, nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e só após centenas de quilômetros de percurso

entra na região Nordeste. Outros rios permanentes são encontrados no Maranhão, no Piauí e na Bahia, com destaque para o Rio Parnaíba. Os rios de regime temporário são encontrados na porção nordestina que se estende desde o Ceará até a região setentrional da Bahia. Entre esses, destaca-se o Jaguaribe, no Ceará, pela sua extensão e potencial de aproveitamento: em sua bacia hidrográfica se encontram alguns dos maiores reservatórios do Nordeste, como Castanhão e Orós (CIRILO *et al*, 2008).

O estado do Ceará tem 93% de seu território inserido na região do semi-árido brasileiro. Com características típicas desta região, o estado apresenta média pluviométrica anual de 800 mm, distribuída irregularmente durante o ano, e evaporação média de mais de 2.000 mm. Associado a estes fatores, todos os rios são intermitentes e a disponibilidade de recursos hídricos subterrâneos é limitada (TEIXEIRA, 2003).

É uma região que apresenta elevada dependência dos recursos naturais e os piores indicadores sociais do país. Essa problemática está associada a uma teia completa de fatores, que se fortalecem mutuamente. Dentre esses fatores, encontram-se as condições agroclimáticas, a disponibilidade de recursos naturais do Semi-Árido e o ordenamento fundiário, além de fatores sócio-econômicos como as deficiências de educação, o uso de práticas produtivas inadequadas, o baixo nível de tecnologia utilizado, o desenvolvimento de atividades muito dependentes do clima em áreas de condições climáticas desfavoráveis, além de outros (CEARÁ, 2008).



Figura 8. Região Semi-árida. Agência Nacional de Águas, 2009

Uma forma de solucionar o déficit hídrico em bacias é a importação de água por meio da transferência dentro de uma mesma bacia ou entre bacias hidrográficas diferentes (BANCO MUNDIAL, 2005).

Grandes obras hídricas de transporte de água foram concluídas, estão em construção ou foram projetadas para abastecer as cidades do semi-árido e dar suporte às atividades produtivas nos últimos anos. É o caso, por exemplo, do Canal da Integração, no Ceará, destinado a conduzir água desde o reservatório de Castanhão, o maior do Nordeste fora da bacia do Rio São Francisco (capacidade de 6,7 bilhões de metros cúbicos) até a região de Fortaleza, ao longo de 225 quilômetros. Outro exemplo é a rede

de 500 quilômetros de adutoras do Rio Grande do Norte. Em ambos os casos, trata-se de aproveitamento de reservas hídricas no território de cada Estado. (CIRILO, 2008).

### **1.9 – Transferência de águas entre Bacias Hidrográficas.**

O interesse por sistemas de transferências de água aumenta na medida em que sua disponibilidade diminui ou a demanda para diferentes usos aumenta em uma dada bacia hidrográfica. Projetos dessa natureza compreendem prática antiga: há registros de transferência de água para agricultura na Espanha desde o século XV (LUND & ISRAEL, 1995).

Nos Estados Unidos a mais antiga das transposições de Bacias o *Grand River Ditch Project*, foi construída em 1892 para transpor água dos mananciais do rio Colorado para o rio *Cache La Poudre*, por meio da gravidade através de canais. (PORTO, 2000).

Na Austrália foi construído, entre 1949 e 1974, o “Snowy Mountains Hydroelectric Scheme - Sistema Hidrelétrico das Montanhas de Snowy – SMHS”, projeto que coleta e armazena a água – que normalmente fluiria do leste para o litoral – sendo desviada do rio *Snowy* para os rios *Murray* e, objetivando irrigação, geração de energia e o abastecimento urbano do sudeste australiano *Murrumbidgee*. O SMHS é constituído por 16 reservatórios, 7 usinas, 1 estação de bombeamento, 145 km de túneis e 80 km de adutoras. Atualmente o sistema continua a exercer um papel vital no crescimento e no desenvolvimento da economia nacional, abastecendo mais de 70% de toda a energia renovável disponível para o leste do país, considerando as horas de pico de demanda para as cidades de Sydney, Brisbane, Canberra, Melbourne e Adelaide. Acrescenta-se que a agricultura irrigada praticada nos vales dos rios *Murray* e *Murrumbidgee* representa de 25 a 30% da renda e emprego regional (SHRE, 2004).

No nordeste da China déficits hídricos vinham prejudicando a irrigação, aumentando o custo de produção industrial e diminuindo a disponibilidade de água dos habitantes em várias cidades na província de Shanxi, com uma população de, aproximadamente, 30 milhões de pessoas. O crescimento econômico do país também vinha estimulando a demanda de água e o uso da capacidade da infra-estrutura existente. O projeto “Wanjiashai Water Transfer Project – Projeto de Transferência de Água de

Wanjiashai – WWTP” foi construído com o objetivo de melhorar o abastecimento e a qualidade da água, reduzir o consumo de água subterrânea e controlar a intrusão salina nas cidades litorâneas, aumentar o desenvolvimento econômico, atenuar a pobreza e aliviar a escassez hídrica de três áreas industriais: Taiyuan, Pingsuo e Datong. Desde os primeiros estágios de implementação, em 1998, o projeto contou com a realização de reformas institucionais, medidas de controle da poluição, manejo de resíduos industriais, coleta de esgoto e estratégia de tratamento (BANCO MUNDIAL, 2005).

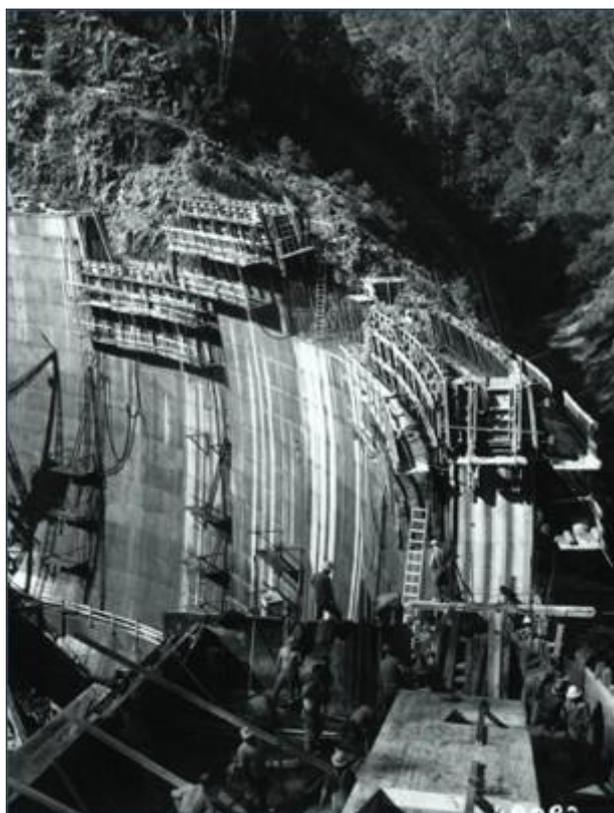


Figura 9. *Snowy Mountains Hydroelectric Scheme-SMHS*. Construção da represa Murray 2, Austrália, 1967

Fonte: <http://www.snowyhydro.com.au/photo.asp?pageID=215&parentId=345&i=0>

Na Europa, em países onde o direito de uso da água superficial é concedido pela autoridade da bacia ou agência pública, têm sido desenvolvidos acordos de transferências envolvendo fluxos de água em larga escala. Citam-se como exemplos *Rhone-Barcelona* e *Tajo-Segura*, na Espanha, ambas para abastecimento urbano e irrigação (BALLESTERO, 2004).

A adutora que interliga o rio *Tajo* ao *Segura* foi planejada em 1933 e as obras completadas em 1973. O objetivo do projeto foi transferir água da bacia do rio Tajo, localizada na vertente do oceano Atlântico da península Ibérica, para a bacia do rio Segura, uma região seca situada no sul da Espanha, ao largo do mar Mediterrâneo. A água partiu de um conjunto de grandes reservatórios (*Entrepenas, Buendia e Bolarque*) e foi transferida a uma distância de 286 km por meio de um sistema composto por rios, canais e reservatórios (BALLESTERO, 2004).

Segundo Banco Mundial 2005, este projeto desenhado como um programa de desenvolvimento regional mostrou-se, por um lado, bastante ineficiente gerando vários aspectos negativos como:

- Destruição de milhares de hectares de vegetação nativa;
- Decréscimo na vazão ecológica;
- Séria degradação da qualidade da água do rio *Tajo* proveniente de lançamentos de efluentes da cidade de Madri. O rio *Tajo*, em seu trecho médio, é um dos mais poluídos da Europa e em sua grande parte não satisfaz aos parâmetros requeridos para irrigação;
- A vegetação ribeirinha foi profundamente alterada pela poluição e a flora e a fauna aquática foram destruídas;
- A adutora tem facilitado a passagem de espécies de peixe de uma bacia para outra, o que tem conduzido à extinção de espécies de peixes endêmicos na região (90% das espécies aquáticas da península Ibérica são exclusivamente endêmicas de cada bacia específica).

As repercussões sociais e econômicas decorrentes do projeto foram:

- Na bacia receptora, a transferência gerou grande expectativa, o que provocou desenvolvimento insustentável nos setores do turismo e da agricultura;
- O crescimento exponencial da demanda de água e o uso excessivo de pesticidas e fertilizantes têm degradado o solo e poluído os corpos d'água.



Figura 10: Localização da Transposição Tajo-Segura., Espanha, 1973.

Fonte: [http://campusvirtual.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=Trasvase\\_Tajo-Segura](http://campusvirtual.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=Trasvase_Tajo-Segura)

No Brasil existem vários casos de transferência de água entre bacias. Entre eles podem ser citados: (a) a inversão do curso do rio Alto Tietê para a Baixada Santista, executada pela antiga Companhia Light na década de 50; (b) a transposição das águas das cabeceiras do rio Piracicaba para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, executada pelo antigo Comitê de Meio Ambiente, Segurança e Produtividade do Sinduscon/SP – COMASP na década de 70; (c) o sistema Coremas - Mãe d'Água no estado da Paraíba; (d) a transposição do rio Paraíba do Sul, executada também pela Light na década de 50, para produzir energia elétrica próximo ao Rio de Janeiro e para abastecimento da região metropolitana desta cidade, (e) a transposição de águas da bacia do rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza, atualmente em execução pelo estado do Ceará por meio da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará/Superintendência de Obras Hidráulicas – SRH/SOHIDRA e, (f) a transposição

das águas do rio Paraguaçu para abastecimento da Região Metropolitana de Salvador, no estado do Bahia (BANCO MUNDIAL, 2005).

No Ceará, o sistema concebido, chamado de Eixo de Integração Castanhão – RMF, capta no açude Castanhão e, por meio de um único bombeamento nas proximidades do açude, segue por gravidade entre canais e adutoras por cerca de 250 km até a RMF e o porto do Pecém, situado 60 km a oeste de Fortaleza (CEARÁ, 2008).

O primeiro trecho foi construído com recursos do Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos – PROGERIRH, financiado pelo Banco Mundial e concluído em 2004. Esta etapa, com 55 km de extensão, interliga os açudes Castanhão e Curral Velho, bem como reforça o abastecimento para consumo urbano da cidade de Morada Nova, disponibilizando água para o desenvolvimento de projetos hidroagrícolas por meio da integração de seus recursos com os da bacia do Banabuiú. Os trechos 2 e 3 também são parte do projeto PROGERIRH e apresentam 46 e 66 km de extensão, respectivamente. O trecho 2 se inicia no açude curral Velho e vai até a Serra do Félix. O trecho 3 se inicia na Serra do Félix e deságua no açude Pacajus, que faz parte do Sistema de Abastecimento da RMF. O trecho 4, com uma extensão de aproximadamente 34 km, segue do açude Pacajus ao açude Gavião, efetuando um bypass ao sistema atual elevatório Pacajus-Ererê-Pacoti. O trecho 5 é destinado ao suprimento industrial do Porto do Pecém, apresentando cerca de 55 km de extensão (CEARÁ, 2008).

Outra situação hoje vivenciada no Brasil é o início das obras para transposição de águas do rio São Francisco (BRASIL, 2000) para os Estados do Ceará, do Rio Grande do Norte, da Paraíba e de Pernambuco.

### **1.9.1 - O Rio São Francisco e o projeto de Integração de bacias hidrográficas para o Nordeste Setentrional**

O rio São Francisco, também chamado de Opará, como é conhecido pelos indígenas, ou popularmente de “Velho Chico”, nasce em São Roque de Minas, na Serra da Canastra, no estado de Minas Gerais, a aproximadamente 1200 metros de altitude, atravessa o estado da Bahia, fazendo sua divisa ao norte com Pernambuco, bem como

constituindo a divisa natural dos estados de Sergipe e Alagoas, e, por fim, deságua no Oceano Atlântico, drenando uma área de aproximadamente 641.000 km<sup>2</sup> e atingindo 2 830 km de extensão (BRASIL, 2004).



O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional é um empreendimento do Governo Federal, sob responsabilidade do Ministério da Integração Nacional – MI, destinado à busca de solução para os graves problemas acarretados pela escassez de água na região, que inviabilizam a sobrevivência em condições dignas dessas populações, gerando situações de pobreza e miséria (BRASIL, 2004).

Dois sistemas independentes, denominados EIXO NORTE e EIXO LESTE, captarão água no rio São Francisco entre as barragens de Sobradinho e Itaparica, no

Estado de Pernambuco. Compostos de canais, estações de bombeamento de água, pequenos reservatórios e usinas hidrelétricas para auto-suprimento, esses sistemas atenderão às necessidades de abastecimento de municípios do Semi-Árido, do Agreste Pernambucano e da Região Metropolitana de Fortaleza. As bacias hidrográficas beneficiadas são as do rio Jaguaribe, no Ceará; do rio Piranhas-Açu, na Paraíba e Rio Grande do Norte; do rio Apodi, no Rio Grande do Norte; do rio Paraíba, na Paraíba; dos rios Moxotó, Terra Nova e Brígida, em Pernambuco, na bacia do rio São Francisco (BRASIL, 2004).

No horizonte final do projeto, haverá retirada contínua de  $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$  de água, o equivalente a 1,4% da vazão garantida pela barragem de Sobradinho ( $1.850 \text{ m}^3/\text{s}$ ) no trecho do rio onde se dará a captação. Essa vazão será destinada ao consumo da população urbana de 390 municípios do agreste e do sertão dos quatro Estados do Nordeste setentrional. Nos anos em que o reservatório de Sobradinho superar sua capacidade de acumulação, o volume captado poderá ser ampliado para até  $127 \text{ m}^3/\text{s}$ , contribuindo para o aumento da garantia da oferta de água para múltiplos usos (BRASIL, 2004). A [Figura 10](#) representa o esquema geral do projeto, evidenciando os Eixos Norte e Leste, estruturas principais do sistema, bem como reservatórios que deverão receber as águas e traçado aproximado das adutoras a serem interligadas.

O Eixo Norte foi projetado para uma capacidade máxima de  $99 \text{ m}^3/\text{s}$  e deverá operar com uma vazão contínua de  $16,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , destinada ao consumo humano. Os volumes excedentes transferidos serão armazenados em reservatórios existentes nas bacias receptoras: Atalho e Castanhão, no Ceará; Armando Ribeiro Gonçalves, Santa Cruz e Pau dos Ferros, no Rio Grande do Norte; Engenheiro ávidos e São Gonçalo, na Paraíba; Chapéu e Entremontes, em Pernambuco (BRASIL, 2000).

O Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco – Trecho I – Eixo Norte – localiza-se nos Estados de Pernambuco e Ceará, desenvolvendo-se a partir do Rio São Francisco a montante da Ilha Assunção, no município de Cabrobó em Pernambuco, em direção à cidade de Salgueiro, atravessando a divisa com o Estado do Ceará no túnel Milagres-Jatí. A extensão total aproximada até o ponto de entrega, o Reservatório de Jatí no Estado do Ceará, é de 141 km. (BRASIL, 2000)

No Trecho II, um significativo volume de águas, cerca de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , procedente do Reservatório Cuncas, será aduzido, no sentido nordeste, para o riacho Tamanduá,

formador do rio Piranhas. Neste ponto, ocorrerá um dos mais importantes eventos de mistura faunística, no qual serão conectadas a biota resultante da mistura das águas da bacia do rio São Francisco e cabeceiras da bacia do rio Jaguaribe com a biota do curso superior do rio Piranhas. Neste evento a mistura de biotas é considerada como de alta relevância (BRASIL, 2004).

Como parte deste projeto, serão construídos canais, túneis e 22 novos reservatórios: Tucutu, Angico, Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros e Milagres, a serem implantados no riacho Terra Nova, afluente da margem esquerda do rio São Francisco, no Trecho I; Jati, Logradouro e Cuncas, a serem implantados na bacia do rio Jaguaribe, no Trecho II; Santa Helena, a ser implantado no rio Caio Prado, afluente da margem esquerda do rio Salgado, tributário do rio Jaguaribe, no Trecho III; Panela D'Água, dos Mandantes e Salgueiro, a serem implantados no riacho Mandantes, afluente da margem esquerda do rio São Francisco, no Trecho V; Cacimba Nova, Bagres, Copiti, Moxotó, Barreiros e Campos, a serem implantados no riacho dos Mandantes, afluente da margem esquerda do rio São Francisco, no Trecho V; e Tamboril e Parnamirim, a serem implantados no riacho da Brígida (BRASIL, 2004).

Em adição, alguns reservatórios já existentes serão reformados para sua participação no sistema.

No Estado do Rio Grande do Norte, o açude Armando Ribeiro Gonçalves é responsável pelo abastecimento de uma grande quantidade de municípios das bacias do Piranhas-Açu, Apodi e Ceará-Mirim por meio de quatro grandes sistemas adutores que estão em operação: Adutora de Mossoró, Adutora Sertão Central/Cabugi, Adutora Serra de Santana, Adutora do Médio Oeste. Em complemento, a Adutora do Alto Oeste, quando concluída, atenderá à maior parte dos municípios da bacia do Apodi, captando água no açude Santa Cruz, um dos reservatórios que deverão receber aporte de água do Projeto São Francisco (CIRILO, 2008). No Estado da Paraíba, o Eixo Leste do Projeto São Francisco, de acordo com dados do Ministério da Integração, permitirá o aumento da garantia da oferta de água para os vários municípios da bacia do Paraíba, atendidos pelas adutoras do Congo, do Cariri, Boqueirão e Acauã. O Eixo Norte possibilitará a garantia de abastecimento de diversos municípios da bacia do Piranhas, atendidos por sistemas tais como Adutora Coremas/Sabugi e Canal Coremas/Souza (CIRILO, 2008).

No Estado de Pernambuco, os eixos Norte e Leste, ao atravessarem o seu território, servirão de fonte hídrica para sistemas adutores existentes ou em projeto,

responsáveis pelo abastecimento de populações do sertão e do agreste: Adutora do Oeste, já com a maior parte do sistema operando (estando os últimos ramais em licitação, as adutoras poderão ter reforçada sua capacidade de atendimento a partir de integração com o Eixo Norte); Adutora do Pajeú, com a primeira fase em licitação iniciada no princípio de 2008; Adutora do Agreste/Frei Damião, ainda em projeto e Adutora de Salgueiro, que opera há cerca de trinta anos e que, pelo crescimento da demanda, necessita no presente de complementação (CIRILO 2008).

### **1.9.2. - O projeto Eixão das Águas do Ceará**

No Estado do Ceará, o Canal da Integração (capacidade de 22 m<sup>3</sup>/s), interligará o açude Castanhão às bacias do Banabuiú (maior afluente do Rio Jaguaribe) e Metropolitanas (CIRILO, 2008).

Eixão das águas ou Canal da Integração compreende cinco trechos constituídos por um conjunto de obras composto por uma estação de bombeamento, canais, adutoras, sifões, e túnel que realiza a transposição das águas do Açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), reforçando o abastecimento, numa extensão de 255,94 km, inclusive na RMF e Complexo Industrial e Portuário do Pecém, fazendo a integração das bacias hidrográficas do Vale do Jaguaribe e da Região Metropolitana (FIGURA 02) (CEARA, 2008).

O açude Castanhão no Ceará tem capacidade de armazenar 7 bilhões de m<sup>3</sup> de água e foi construído com duas grandes finalidades: fornecer água para uma grande região, incluindo a cidade de Fortaleza (com 2,4 milhões de habitantes) e porto do Pecém; e, controlar as cheias do rio Jaguaribe em anos de chuvas intensas, que afetavam milhares de pessoas que habitam as margens do Baixo Jaguaribe e na cidade de Aracati (PINHEIRO & CARVALHO, 2010).

O Eixo Castanhão-RMF tem seu início imediatamente à jusante da barragem do Açude Castanhão, derivando sua vazão diretamente da tubulação da tomada d'água do respectivo reservatório. A transposição, então, é realizada até o Açude Pacoti (trechos I, II e III), reservatório integrante do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza (SARMF) e daí até ao reservatório Gavião (trecho IV) onde terminará o sistema adutor principal. O percurso estende-se ao longo de aproximadamente 200 km. O prolongamento do sistema adutor para a zona Oeste de

Fortaleza, entre o açude Gavião e Porto do Pecém (trecho V), apresenta um desenvolvimento adicional de cerca de 55 km (CEARA, 2008).

Ao final do seu percurso, o Canal da Integração terá passado por doze municípios, Nova Jaguaribara, Morada Nova, Russas, Ocara, Pacajus, Horizonte, Guaiuba, Pacatuba, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Fortaleza, irrigando pelo menos 33 mil hectares e garantindo água para o Complexo Industrial do Pecém e os distritos industriais de Maracanaú, Horizonte e Pacajus (CEARA, 2008).



Figura 12. Mapa esquemático do Eixão das Águas

Fonte: SRH-CE, 2002



# JUSTIFICATIVA

## 2 – Justificativa

A construção de empreendimentos de infra-estrutura hídrica geralmente causa modificações na composição da fauna em sua área de influência. Estas modificações têm direcionado pesquisas para os vetores de doenças endêmicas, visto que podem favorecer a transmissão em áreas de baixa endemicidade ou propiciar a instalação de novos focos de doenças. Dessa forma, a ocorrência da Esquistossomose Mansônica pode ser potencializada, tanto pela expansão espacial resultante dos movimentos populacionais, quanto pela construção de barragens e o aproveitamento das mesmas para obras subseqüentes, como irrigação. O conhecimento da variação espacial e temporal da incidência da doença, aliado às situações ambientais, é importante para o planejamento de ações de prevenção e controle.

No Ceará, dois grandes projetos hídricos em fase de construção envolvendo mais de 25 municípios, levarão água do Rio São Francisco entrando em Jati, extremo sul do estado até o Complexo Industrial-Portuário do Pecém (CIPP) no município de São Gonçalo do Amarante.

Não existem estudos que avaliem o surgimento de espaços potenciais de transmissão da Esquistossomose Mansônica no âmbito dos projetos de infra-estrutura hídrica no estado do Ceará.



# OBJETIVOS

### **3 – OBJETIVO GERAL**

Construir uma “linha base” dos municípios atingidos por dois grandes projetos hídricos: A integração de Bacias do Rio São Francisco no estado do Ceará e o Eixão das Águas, e as implicações sobre a transmissão de Esquistossomose Mansônica.

#### **3.1 - Objetivos específicos**

- Traçar o perfil demográfico, sócio-econômico e ambiental de 25 municípios sob influência direta das obras de integração de Bacias do Rio São Francisco no estado do Ceará e o Eixão das Águas;
- Descrever a situação epidemiológica e o perfil da esquistossomose mansônica nos municípios que sofrerão influência direta com as referidas obras;
- Levantar a ocorrência do hospedeiro intermediário da esquistossomose mansônica na área de influência direta dos projetos em estudo.



# MATERIAIS E MÉTODOS

## **4 – MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 – Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo ecológico, no qual serão analisados dados secundários de prevalência da Esquistossomose Mansônica, dados demográficos, sócio-econômicos e ambientais.

### **4.2 – Áreas de estudo**

A área de estudo compreende os municípios que sofrem influência direta de dois empreendimentos de infra-estrutura hídrica: a Integração de Bacias do Rio São Francisco nos limites do estado do Ceará e o Eixo de Integração Castanhão – Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) – Complexo Industrial e Portuário do Pécem (CIPP).

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional prevê a construção de dois canais: o Eixo Norte que levará água para os sertões de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte e o Eixo Leste que beneficiará parte do sertão e as regiões agreste de Pernambuco e da Paraíba (BRASIL, 2004)

O Eixo Norte, a partir da captação no rio São Francisco próximo à cidade de Cabrobó – PE, percorrerá cerca de 400 km, conduzindo água aos rios Salgado e Jaguaribe, no Ceará; Apodi, no Rio Grande do Norte; e Piranhas-Açu, na Paraíba e Rio Grande do Norte (BRASIL, 2004).

O Eixão das águas ou Canal da Integração compreende cinco trechos constituídos por um conjunto de obras composto por uma estação de bombeamento, canais, adutoras, sifões, e túnel que realiza a transposição das águas do Açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), reforçando o abastecimento, numa extensão de 255,94 km, inclusive na RMF e Complexo Industrial e Portuário do Pecém, fazendo a integração das bacias hidrográficas do Vale do Jaguaribe e da Região Metropolitana (CEARÁ, 2008)

A área do estudo ocupa uma posição centro-oriental no Estado do Ceará, sendo composta por três regiões distintas, uma representada pela Bacia do Salgado, outra representada por parte Bacia do Jaguaribe, onde encontra-se posicionado o açude Castanhão, uma das fontes hídricas do empreendimento ora proposto. A outra região

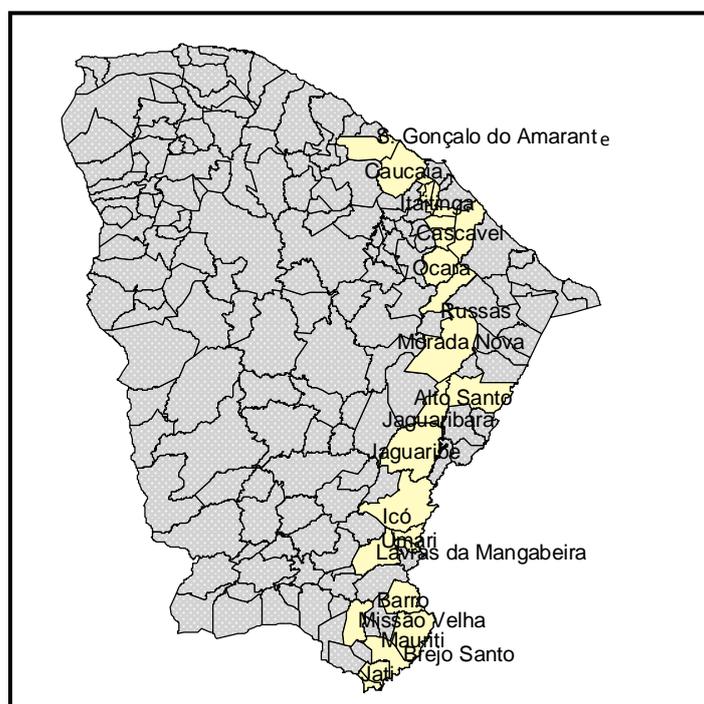
representada pelas Bacias Metropolitanas abriga em seu território a Região Metropolitana de Fortaleza, bem como o Complexo Industrial Portuário do Pecém – CIPP.

A unidade de análise é o município e o critério de inclusão adotado foi município pertencente a área de influência direta dos dois empreendimentos de infraestrutura hídrica dentro dos limites do estado do Ceará

A Área de Influência Direta (AID) de ambos os projetos de Integração de bacias abrange o conjunto das áreas dos municípios atravessados pelos Eixos de condução da água. Considera os limites dos municípios onde estão localizadas as obras de adução e os rios e açudes receptores (BRASIL,2004; Ceará, 2008).

#### **4.2.1 – Municípios localizados na Área de Influência Direta das obras de integração de bacias do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional e o Eixo das Águas do Ceará.**

De acordo com os projetos originais de Integração do Rio São Francisco e do Eixo de Integração Castanhão - RMF, os seguintes municípios sofrerão influência direta com a construção de barragens, adutoras, açudes etc: Alto Santo, Baixio, Barro, Brejo Santo, Cascavel, Caucaia, Chorozinho, Horizonte, Icó, Itaitinga, Jaguaribara, Jaguaribe, Jati, Lavras da Mangabeira, Maracanaú, Mauriti, Missão Velha, Morada Nova, Ocara, Pacajus, Pacatuba, Pena Forte, Russas, S. Gonçalo do Amarante e Umari, como mostra a figura 13 (CEARÁ, 2008; BRASIL 2000).



**Figura 13.** Mapa do Estado do Ceará, mostrando os municípios por onde passarão os projetos da interligação de bacias do Rio São Francisco e o Eixão das Águas.

### **4.3 – Indicadores do Estudo**

#### **4.3.1 – Dados Demográficos e Sócio-econômicos**

Os dados demográficos e sócio-econômicos foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE (Censos dos anos de 1991 e 2000) e do anuário do Ceará publicado pelo Instituto de Pesquisa Estatística e Econômica do Estado do Ceará – IPECE, ano 2009.

#### **4.3.2 – Dados educacionais**

Os dados relativos a educação foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE (Censos dos anos de 1991 e 2000) e do Anuário do Ceará publicado pelo Instituto de Pesquisa Estatística e Econômica do Estado do Ceará – IPECE, ano 2009.

#### **4.3.3 – Dados ambientais e de pluviosidade**

Os dados sócio-ambientais e de pluviosidade foram coletados através do Atlas Eletrônico da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, 2009.

### **4.4 – Distribuição do molusco hospedeiro intermediário no estado do Ceará.**

Os dados acerca do hospedeiro intermediário *Biomphalaria straminea* foram obtidos através do Programa Estadual de Controle da Esquistossomose - PCE da Secretaria da Saúde do Estado do Ceará.

### **4.5 – Identificação das áreas de transmissão da Esquistossomose Mansônica já existentes.**

A identificação de áreas de transmissão já existentes foi realizada através de coleta de dados do Sistema de Informação do Programa Estadual de Controle da Esquistossomose, SIS-PCE, da Secretaria da Saúde do Estado do Ceará.

#### **4.6 - Softwares utilizados.**

Um banco de dados foi construído utilizando-se o programa Excel 2007. Os arquivos com extensão *shp* (*shape file*) foram analisados por meio de um sistema de consulta com base em SIG (Sistema de Informações Geográficas), que armazenou todos os dados espaciais para manipulação e ligação dos atributos descritivos às feições gráficas, permitindo a visualização. O programa utilizado para esse fim foi o Arcview 3.3, onde os resultados foram expressos em forma de mapas temáticos e tabelas.

#### **4.7 – Arquivos em formato *Shapefile* (*shp*)**

Os arquivos *shp* necessários para compor alguns mapas temáticos foram cedidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará.

#### **4.8 – Aspectos éticos.**

O projeto de pesquisa em sua fase anterior a execução foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – COMEPE, da Universidade Federal do Ceará em conformidade com a portaria 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde. Para a coleta de dados foi solicitada a autorização do Núcleo de Controle de Vetores da Secretaria de Saúde do Estado do Ceará – SESA obtendo-se parecer favorável em ambas instituições.

Foi dispensada desse estudo a obrigatoriedade do uso do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, pois foram utilizados apenas dados secundários. Protocolo nº 34/2010.



# RESULTADO

# S

## 5 – RESULTADOS

### 5.1. – Análise de dados Demográficos e Sócio-econômicos

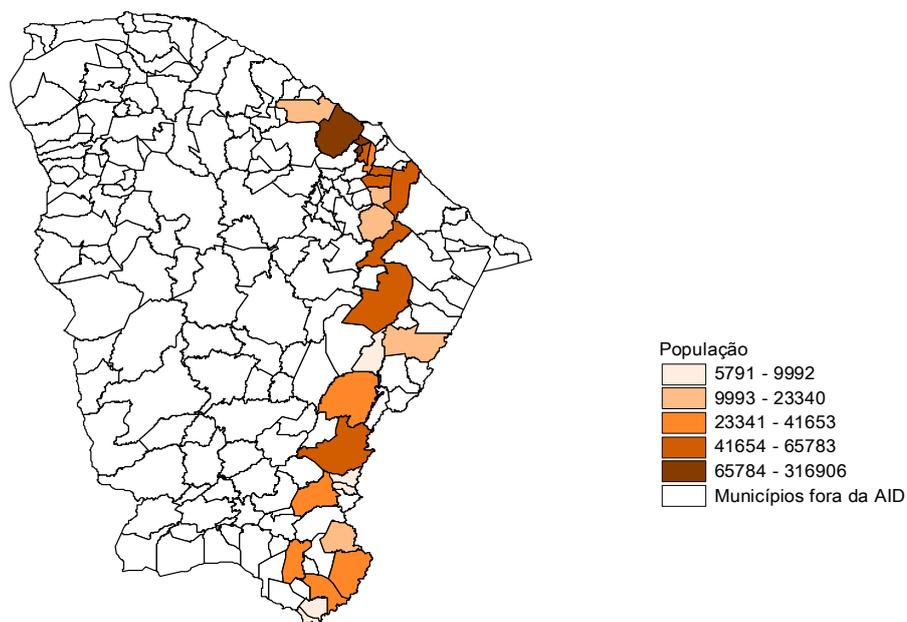
Dos vinte e cinco municípios pertencentes a área de influência direta do projeto de Interligação de Bacias do Rio São Francisco no estado do Ceará e o Eixão das Águas, cerca de 48% são municípios que apresentam população inferior a 50.000 habitantes como está mostrado na Tabela 01.

**Tabela 1.** Número de municípios da área de estudo e percentual de acordo com o porte populacional.

Agrupamento	Porte populacional				Total
	Até 10.000	De 10.001 a 50.000	De 50.001 a 100.000	De 100.001 a 500.000	
Municípios	5	12	6	2	25
%	20	48	24	8	100

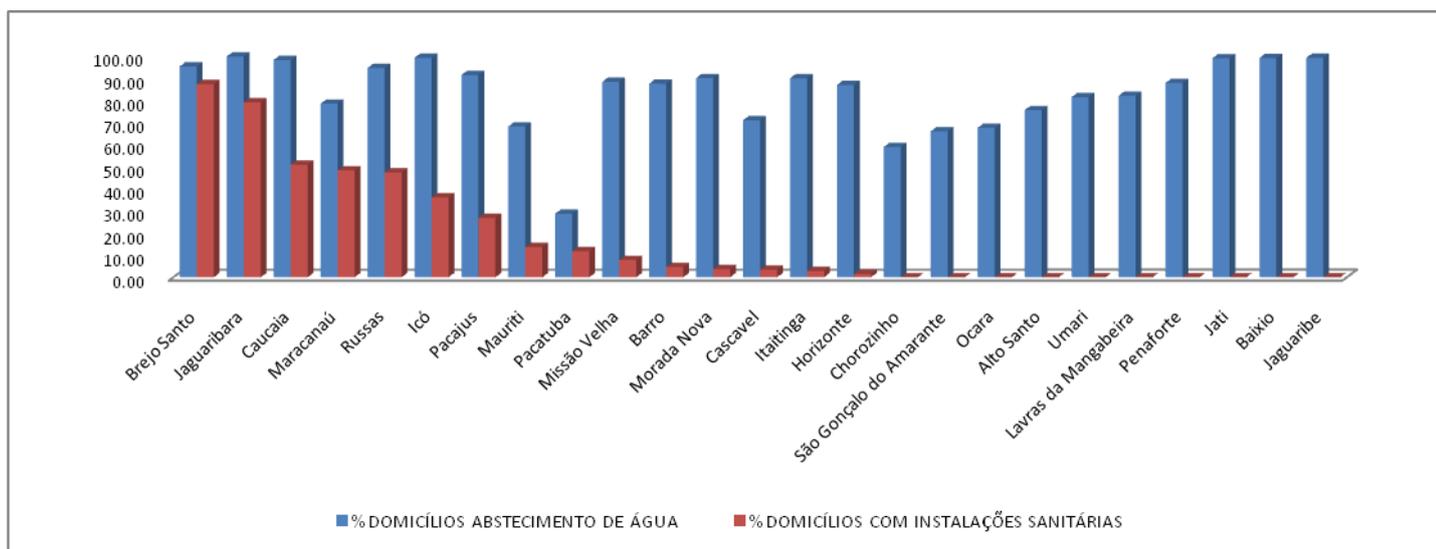
Fonte: IBGE, 2001.

A população residente na área de influência direta – AID dos dois projetos de infra-estrutura hídrica em estudo totaliza 1.283.799, correspondendo a 15,70% da população total do estado do Ceará que é de 8.185.286. A figura 14 mostra a distribuição da população residente na AID dos projetos em estudo.



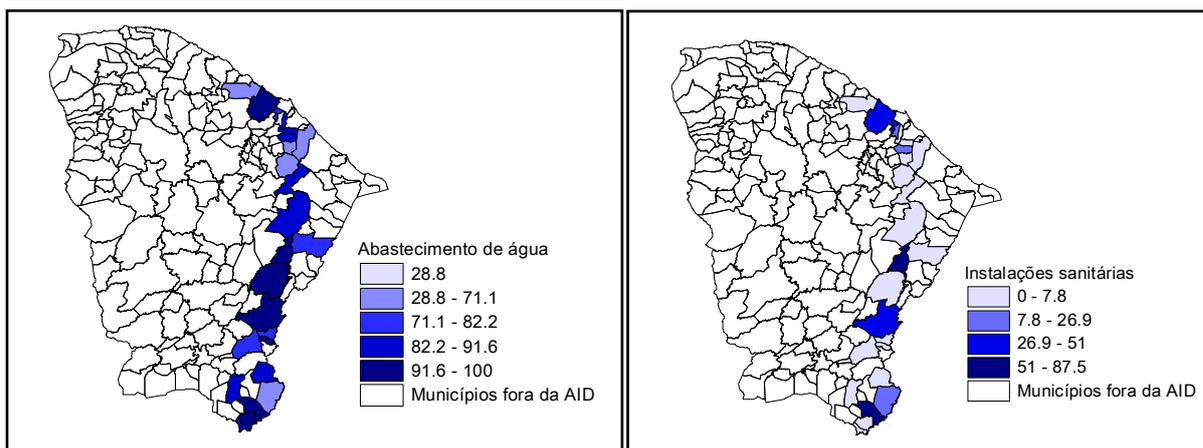
**Figura 14.** População residente nos municípios da área de estudo. Brasil, 2000.

Em relação aos municípios com abastecimento de água e instalações sanitárias encontrou-se que dos 25 municípios apenas o município de Nova Jaguaribara possui cobertura de 100% de abastecimento de água isso se deve ao fato da cidade ter sido previamente planejada para abrigar os moradores da antiga Jaguaribara que foi submersa em virtude das obras de construção do açude Castanhão. Dez municípios possuem cobertura acima de 90% de abastecimento de água e o município com a pior cobertura é Pacatuba com apenas 28,80% dos domicílios com abastecimento de água encanada (Figura 15). Observou-se que 10 (40%) dos 25 municípios não possuem instalações sanitárias segundo dados da SEINFRA – Secretaria de Infra-estrutura do Estado do Ceará, 2006. A figura 16 mostra o mapa da cobertura de água e



abastecimento dos municípios da AID.

**Figura 15.** Percentual de cobertura de abastecimento de água e instalações sanitárias nos municípios da AID.



**Figura 16.** Mapa da cobertura de abastecimento de água e instalações sanitárias nos municípios da AID.

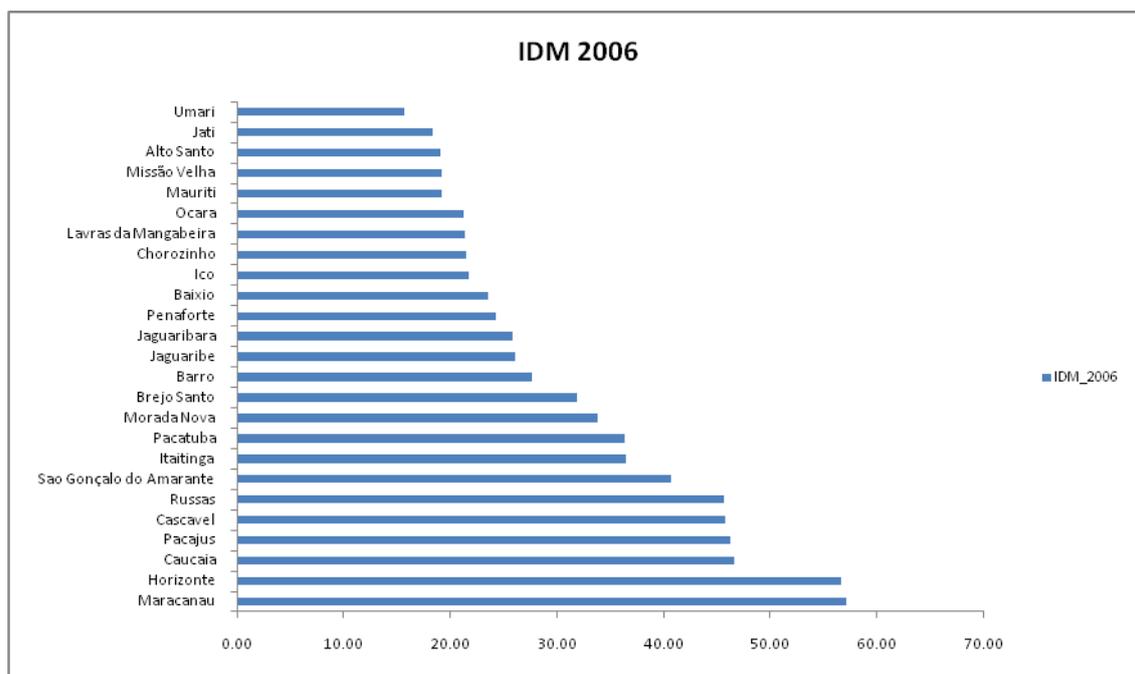
A tabela 02 apresenta os últimos dados publicados acerca da renda *per capita* e o PIB dos municípios da AID. Os municípios pertencentes a região Metropolitana de Fortaleza como Maracanaú, Caucaia, Horizonte, Pacajus e Cascavel são os que apresentam a melhor renda enquanto que Baixio, Umari, Penaforte e Jati na mesorregião Sul do estado do Ceará tem a menor renda (Figura 16). Os municípios de Maracanaú e Horizonte aparecem com o PIB mais elevado e Missão Velha, Baixio e Lavras da Mangabeira apresentam PIB inferior a 2 milhões.

**Tabela 02.** Renda *per capita* e Produto interno Bruto por município da AID

MUNICÍPIO	RENDA <i>PER CAPTA</i>	PIB
Maracanaú	2.196.619.64	11.329.85
Caucaia	1.036.991.92	3.411.49
Horizonte	504.107.07	11.587.34
Pacajus	366.959.74	7.090.05
Cascavel	354.053.87	5.604.78
Russas	301.187.75	4.701.87
Pacatuba	198.255.16	3.266.09
Morada Nova	183.281.12	2.701.75
Brejo Santo	141.302.63	3.407.51
Icó	135.449.06	2.122.76
Jaguaribe	110.248.07	3.001.99
Mauriti	96.866.11	2.231.06
Itaitinga	90.600.66	2.727.21
Missão Velha	63.208.03	1.822.08
Lavras da Mangabeira	60.844.83	1.932.44
Chorozinho	52.799.82	2.548.13
Barro	50.940.89	2.496.74
Ocara	50.760.84	2.237.74
São Gonçalo do Amara	46.048.48	2.593.99
Alto Santo	37.405.99	2.265.38
Jaguaribara	35.663.01	3.808.52
Jati	18.182.83	2.418.90
Penaforte	18.098.08	2.451.65
Umari	17.300.91	2.421.06
Baixio	11.630.29	1.964.91

O IDM – Índice de Desenvolvimento Municipal tem como objetivo principal mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios. Sua elaboração utiliza um conjunto de 30 indicadores, abrangendo quatro grupos: i) Fisiográficos,

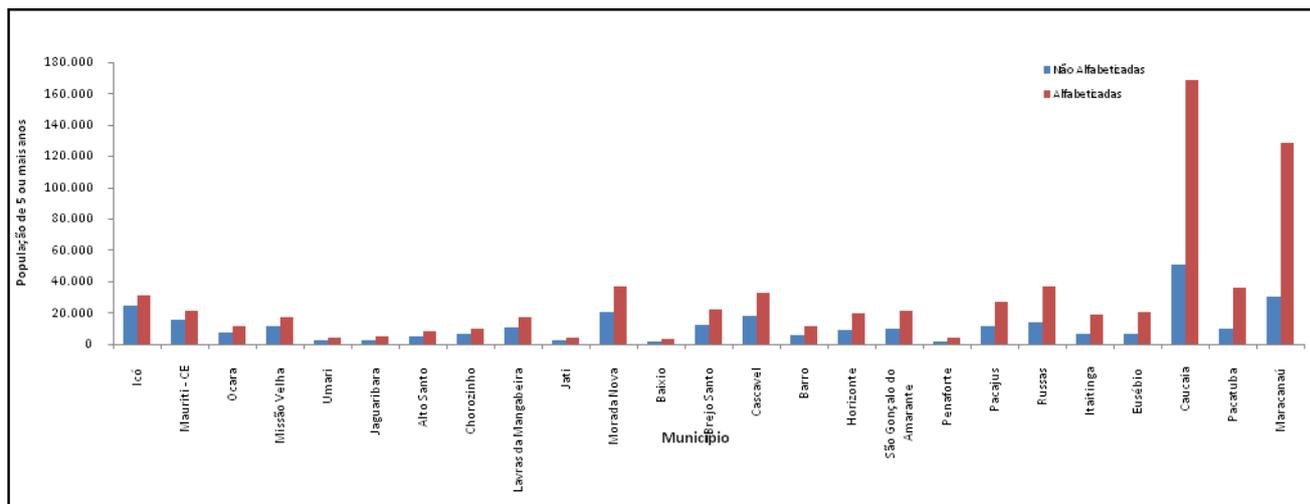
fundiários e agrícolas; ii) Demográficos e econômicos; iii) Infra-estrutura de apoio; e iv) Sociais. A partir daí, são calculados índices para esses grupos, sendo depois consolidados em um índice de desenvolvimento para cada município. Observando os dados da figura 17, observa-se que Umari, Jati, Alto Santo e Missão Velha figuram entre os municípios com IDM inferior a 20% enquanto que Maracanaú e Horizonte apresentam os melhores índices (acima de 50%). A capital cearense possui IDM de 89.56% (IPECE, 2006).



**Figura 17.** Índice de desenvolvimento municipal dos municípios pertencentes a AID

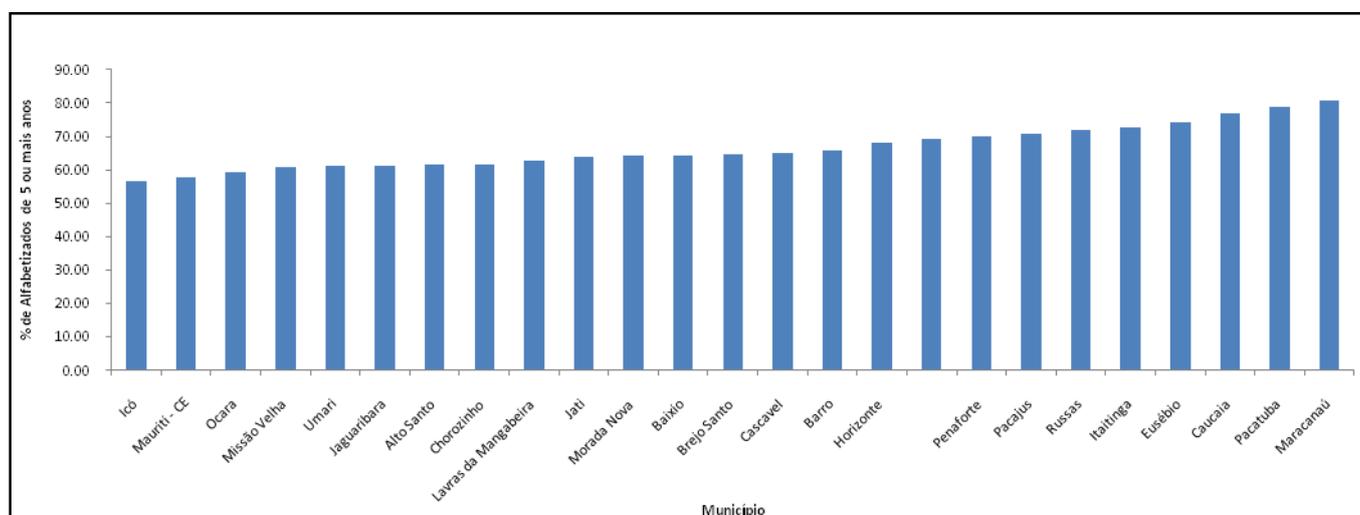
## 5.2 – Análise de dados Educacionais

A população alfabetizada de 5 ou mais anos de idade nos municípios que abrangem a AID é bastante variável e está representada na Figura 18. O município de Caucaia é o que apresenta o maior número, com cerca de 170.000 alfabetizados. O município de Baixio apresenta 3.348 alfabetizados.



**Figura 18.** População residente de 5 anos ou mais por alfabetização dos municípios pertencentes a AID ano 2000.

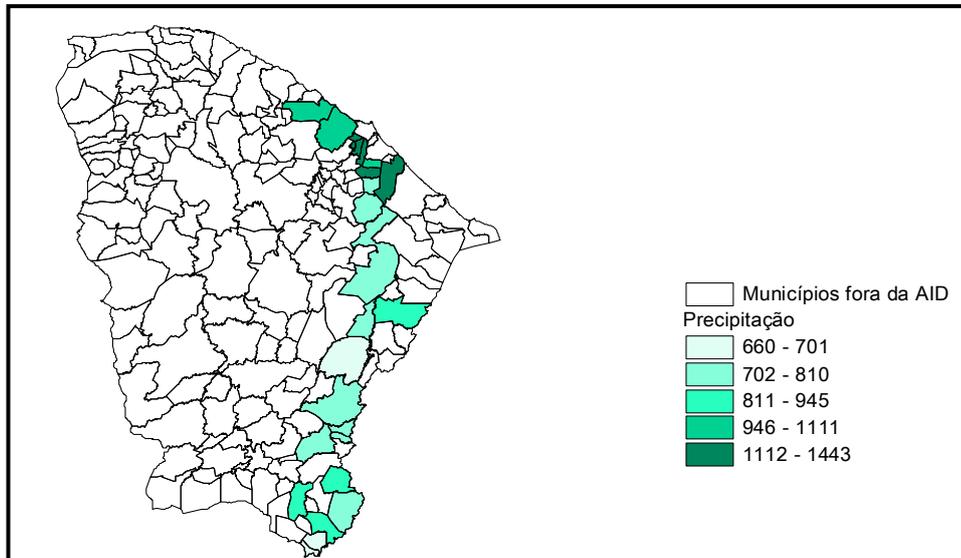
Quando se analisa a proporção de alfabetizados sob a população total de 5 ou mais anos de idade por município, o município de Maracanaú é o que tem a maior proporção de alfabetizados em torno de 80% da população em idade escolar e o município de Icó apresenta cerca de 57% de alfabetizados, figurando como o município com a menor proporção de alfabetizados na AID (Figura 20).



**Figura 19.** Proporção de alfabetizados por município em relação a população total residente de 5 anos ou mais, ano 2000.

### 5.3 – Análise de dados de Pluviosidade e dados Ambientais

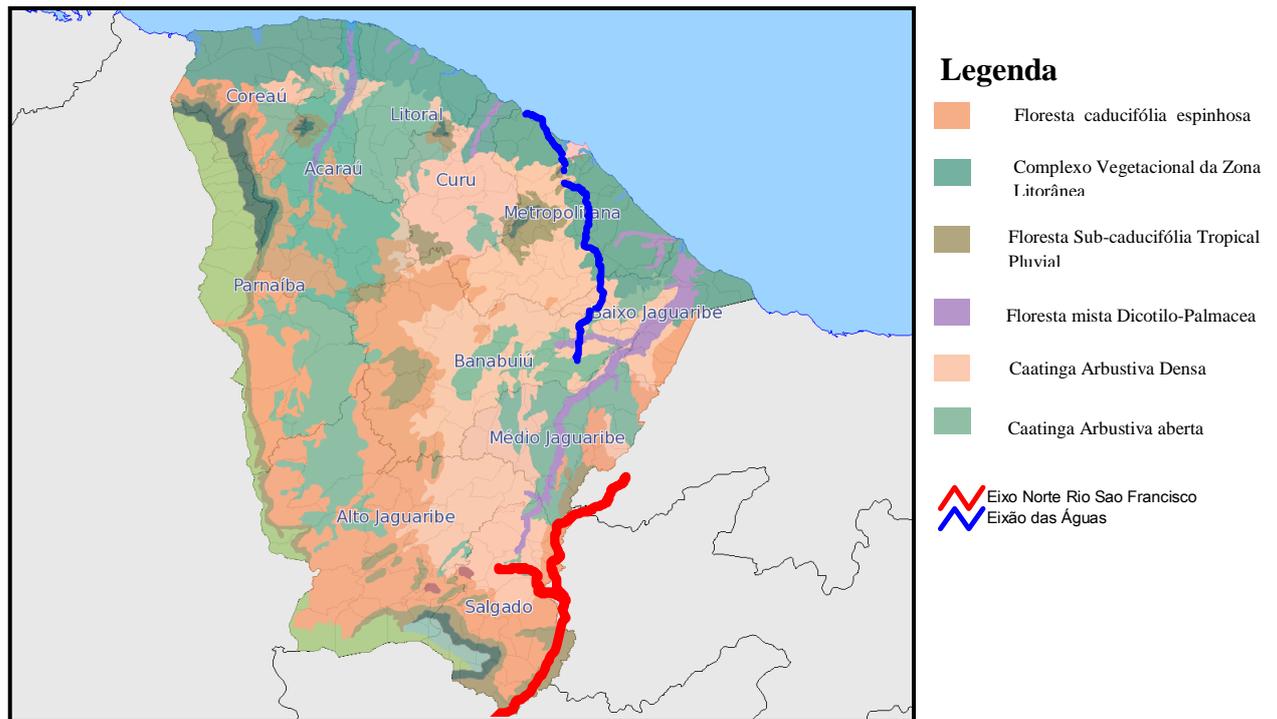
A distribuição das chuvas apresenta uma variação bastante irregular, observando-se que as maiores precipitações se concentraram na RMF (figura 20).



**Figura 20.** Precipitação média anual na AID no ano de 2006.

Fonte: SRH-CE, 2009

Pelo menos seis tipos de vegetação estão presentes na faixa de municípios que compõe a AID: Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, Floresta mista Dicotilo-Palmacea (mata ciliar e carnaúba), Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta, Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea) e Floresta Sub-caducifólia Tropical Pluvial.

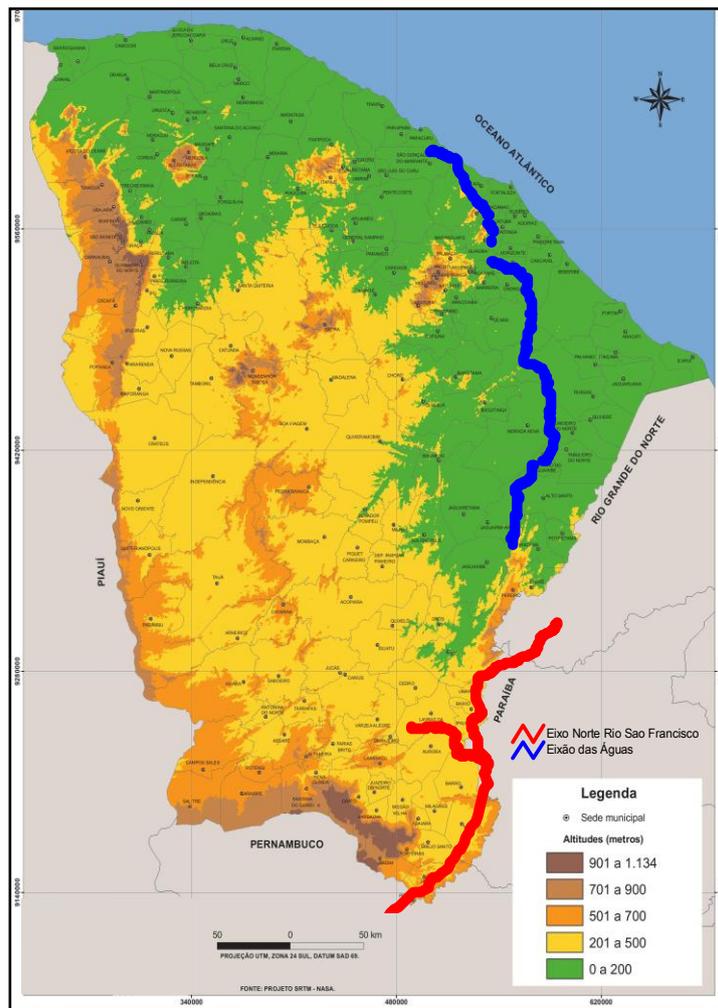


**Figura 21.** Tipos de Vegetação encontrados no estado do Ceará.

Fonte: SRH-CE, 2009

Hipsometria é uma técnica de representação da elevação de um terreno através de cores. As cores utilizadas possuem uma equivalência com a elevação do terreno. Para expressá-la é utilizado um sistema de graduação de cores.

Observando-se a figura 21, nota-se que as AID do Rio São Francisco no estado do Ceará e o do Eixão das águas tem-se terrenos com elevação que variam 0 a 700 metros de altitude estando a região Sul do estado na zona de maior elevação

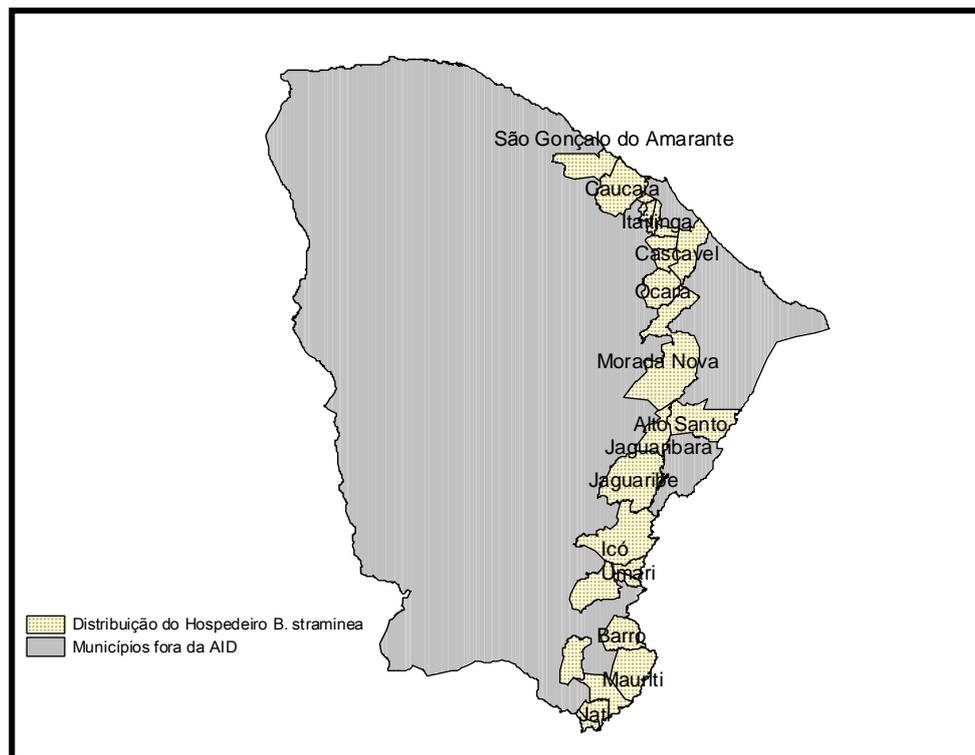


**Figura 22.** Hipsometria do estado do Ceará

Fonte: IPECE-CE, 2009

#### 5.4 - Distribuição do molusco hospedeiro intermediário no estado do Ceará

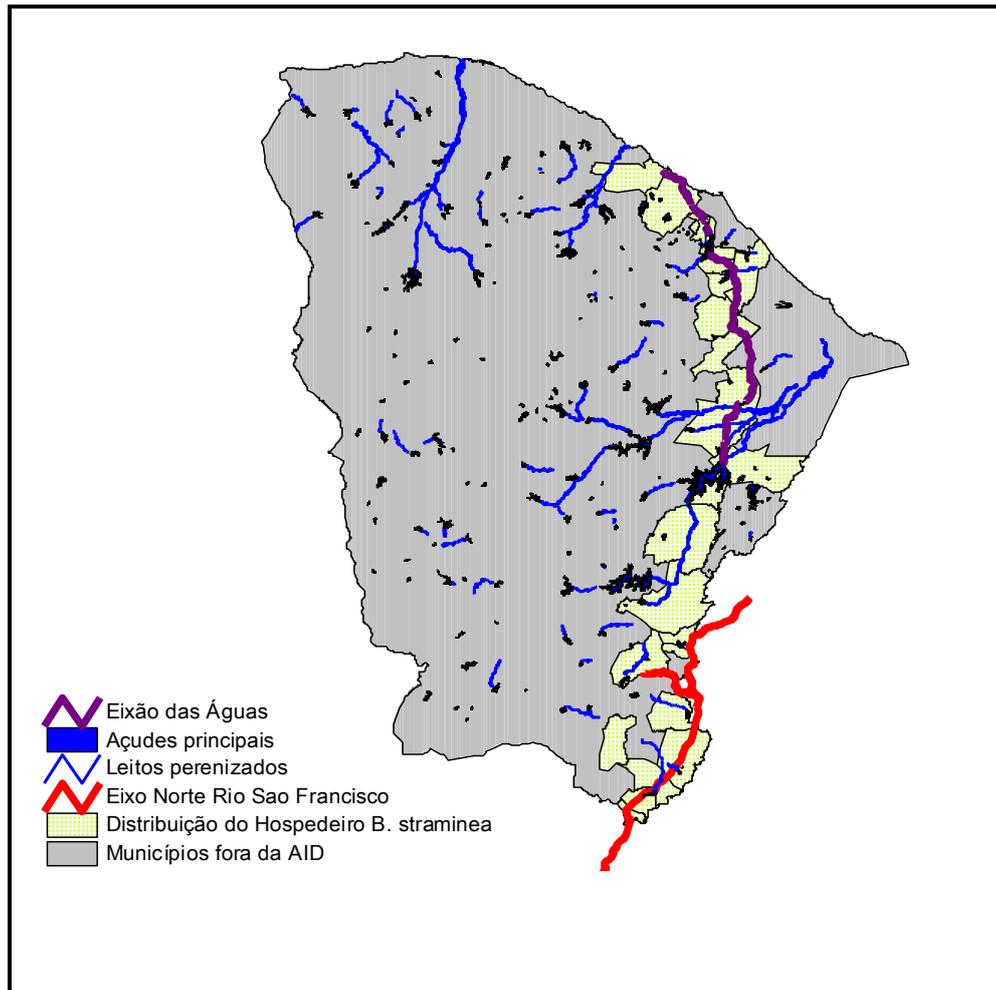
Em todos os municípios da AID do estado, tem-se o registro da presença da *B. straminea*, molusco transmissor da esquistossomose, conforme mostra a Figura 23.



**Figura 23.** Distribuição da *Biomphalaria straminea* nos municípios da AID do Rio São Francisco no Ceará e Eixão das Águas.

Fonte: PCE/SESA 2010

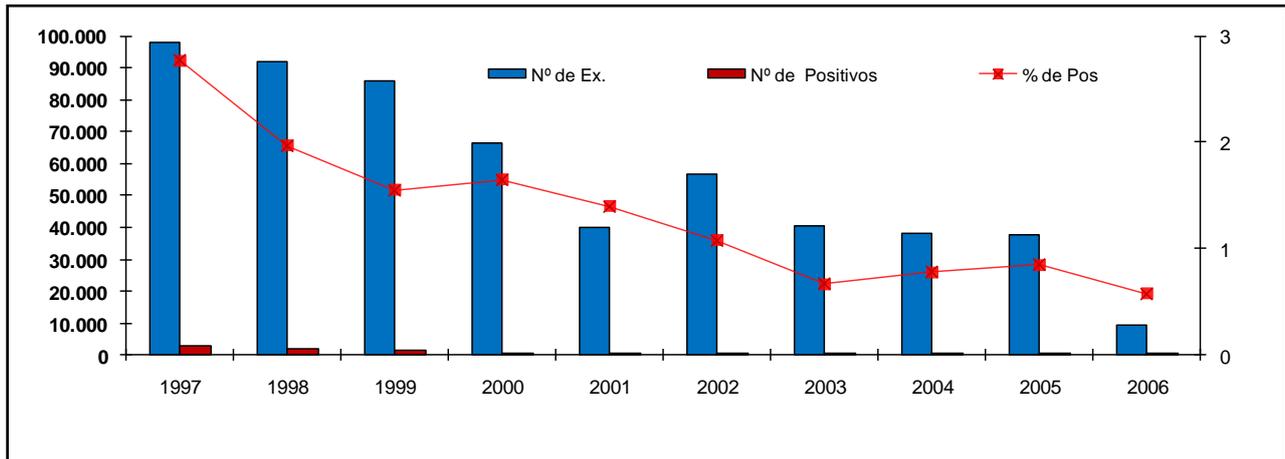
A figura 24 mostra a distribuição dos municípios com a presença da *B. straminea* com a sobreposição dos principais açudes e leitos perenizados em toda a AID.



**Figura 24.** Distribuição da *B. straminea*, leitos perenizados e principais açudes nos municípios da AID do Rio São Francisco no Ceará e Eixão das Águas,.

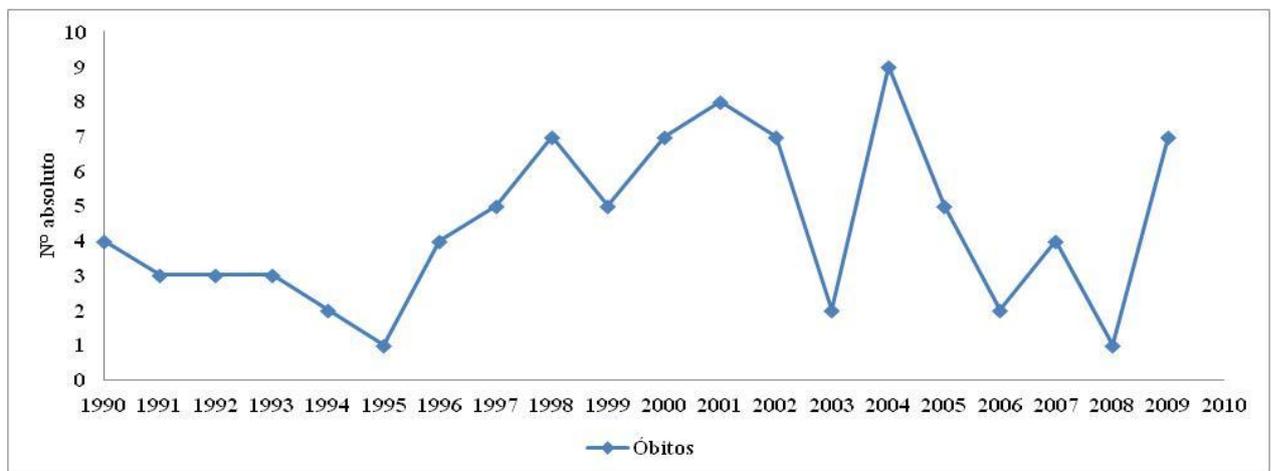
### 5.5 – Identificação das áreas de transmissão da Esquistossomose Mansônica já existentes.

A Figura 25 mostra o total de exames realizados e o percentual de positividade para a Esquistossomose Mansônica no Estado do Ceará de 1997 a 2006 onde se observa uma diminuição no número de exames ao longo desse período. e uma diminuição na positividade que passou de 3% em 1997 para menos de 1% em 2006.



**Figura 25** Exames realizados e percentual de positividade para Esquistossomose Mansônica, Ceará, 1997 – 2006.

Os óbitos por Esquistossomose Mansônica no Ceará ao longo de 20 anos registraram seu maior número em 2004 com 9 mortes como mostra a Figura 26.



**Figura 26.** Óbitos por Esquistossomose no Estado do Ceará de 1990 a 2009.

Dos 25 municípios da AID somente 8 são trabalhados pelo Programa Estadual de Controle da Esquistossomose e 6 apresentaram casos da doença no período de 2000 a 2006, como mostra a Tabela 03. A figura 27 apresenta a localização espacial dos municípios com casos de esquistossomose no período de 2000 a 2006.

Tabela 03. Municípios com casos de Esquistossomose Mansônica trabalhados pelo Programa Estadual de Controle da Esquistossomose na AID, no período de 2000 a 2006.

MUNICÍPIO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
Caucaia	NT	NT	NT	NT	NT	NT	0	0
Icó	22	0	NT	NT	0	NT	1	23
Lavras da Mangabeira	NT	NT	NT	0	1	0	2	3
Maracanau	NT	NT	NT	NT	5	20	0	25
Mauriti	NT	NT	3	NT	NT	NT	NT	3
Missão Velha	32	63	31	16	5	NT	NT	147
Pacatuba	NT	NT	NT	NT	5	0	9	14
S.Gdo Amarante	NT	NT	NT	NT	NT	NT	0	0

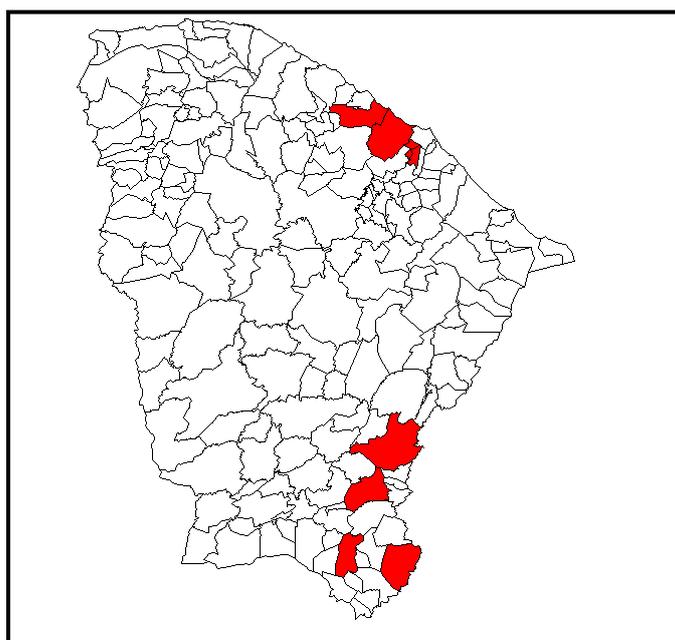


Figura 27. Municípios com casos de Esquistossomose localizados na AID, no período de 2000 a 2006.

A prevalência observada nos municípios da AID variou de 0,1 a 0,8 % com o município de Maracanaú apresentando a maior prevalência (0,8%). Missão Velha apresentou uma queda na prevalência que passou de 0,7 para 0,3% no período estudado (Tabela 04).

Tabela 04. Prevalência da Esquistossomose Mansônica nos municípios trabalhados pelo Programa

Município	Prevalência (%)								
	Ano								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Caucaia	NT	NT	NT	NT	NT	NT	0.0	NT	NT
Icó	0.2	0.0	NT	NT	0.0	NT	0.0	0.0	0.2
L.da Mangabeira	NT	NT	NT	NT	0.4	0.0	0.3	0.0	NT
Maracanau	NT	NT	NT	NT	0.2	0.8	0.0	0.1	NT
Mauriti	NT	NT	0.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Missão Velha	0.7	0.7	0.4	0.4	0.3	NT	NT	0.3	NT
Pacatuba	NT	NT	NT	NT	0.6	0.0	0.1	0.0	NT
S.G. do Amarante	NT	NT	NT	NT	NT	NT	0.0	0.0	NT

Estadual de Controle da Esquistossomose na AID, no período de 2000 a 2008.

Cinco municípios da AID apresentaram óbito por esquistossomose no período de 2001 a 2009, desses, 04 estão localizados na RMF, apenas Penaforte localiza-se na Mesorregião Sul Cearense.

Tabela 05: Número de óbito por esquistossomose, segundo o ano de ocorrência e município de residência na AID, 2001 a 2009

Município	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Horizonte	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Maracanaú	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Pacajus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Penaforte	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
São Gonçalo do Amarante	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1



# DISCUSSÃO

## **6 – DISCUSSÃO**

### **6.1. Aspectos Demográficos e Sócio-econômicos**

Indicadores de saúde são parâmetros utilizados internacionalmente com o objetivo de avaliar, sob o ponto de vista sanitário, a higidez de agregados humanos, bem como fornecer subsídios aos planejamentos de saúde, permitindo o acompanhamento das flutuações e tendências históricas do padrão sanitário de diferentes coletividades consideradas à mesma época ou da mesma coletividade em diversos períodos de tempo (ROUQUAYROL, 1993)

Ressalte-se que a escolha das variáveis presentes nesse estudo baseou-se em identificar espaços com maior potencial de transmissão da esquistossomose mansônica, o que não implica necessariamente transmissão efetiva, ou seja, não se pretendeu obter correspondência exata entre área de risco e frequência de infecção.

Segundo CARMO-LUIZ e colaboradores, 2009, em um estudo que propõe um índice de condições de vida e saúde (ICVS), aplicado aos 5.507 municípios brasileiros, baseado na análise de indicadores demográficos, econômicos, ambientais e de educação, bem como oferta e produção de serviços de saúde, os autores sugeriram que o porte populacional tem relação com os diferentes níveis de condições de vida e saúde das populações, e que municípios de maior porte populacional, acima de 50.000 habitantes, enquadraram-se no grupo de melhores condições de vida e saúde.

Diversos estudos indicam uma estreita relação entre saneamento e saúde pública. HELLER 1997, fez uma vasta revisão da literatura então disponível, focando a relação entre saneamento e saúde, e concluiu que os estudos já realizados permitem atestar a melhoria dos indicadores de saúde pública em função de intervenções em abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Para JACOBI 2005, há uma relação direta entre exposição a riscos ambientais e precariedade de acesso a serviços públicos. A própria ausência de infra-estrutura urbana (água, esgoto, coleta de lixo, canalização de córregos, etc.) expõe as populações residentes nestas áreas a riscos ambientais, como as doenças de veiculação hídrica.

Nossos resultados mostraram que 15 municípios da AID possuem cobertura abaixo de 90% de abastecimento de água, sendo o município de Pacatuba o com a pior cobertura, com apenas 28,80%. As populações que não possuem água encanada em suas residências tendem a utilizar águas de outras fontes como rios, açudes e lagoas o que acarreta a exposição desses indivíduos a doenças de veiculação hídrica como é o caso da esquistossomose.

Observou-se também que 40% dos municípios que integram a AID não possuem instalações sanitárias. Esses municípios se distribuem ao longo dos eixos de integração das bacias constantes da AID. Segundo relatório de indicadores de desenvolvimento sustentável (IBGE, 2004), a esquistossomose encontra-se entre as doenças associadas ao abastecimento de água deficiente, esgotamento sanitário inadequado e/ou condições precárias de moradia.

NASCIMENTO & HELLER, 2005 afirmam que são diversos os fatores que possibilitam compreender as razões das carências significativas de infra-estrutura de saneamento e de adequada gestão dos sistemas existentes no Brasil. Dentre eles citam: as elevadas taxas de crescimento populacional urbano que criaram um descompasso entre a expansão urbana e a implantação de infra-estrutura; o agravamento de desigualdades sociais de distribuição de renda e de oportunidades; a fragmentação de políticas públicas de prestação de serviços de saneamento; a baixa capacidade de investimento de vários municípios; a falta de atualização tecnológica e a carência de recursos humanos.

No presente estudo, observamos que os municípios pertencentes a Região Metropolitana de Fortaleza são os que apresentam a melhor renda enquanto que Baixio, Umari, Penaforte e Jati na mesorregião Sul do estado do Ceará tem a menor renda quando comparado aos outros municípios que compõe a AID. Para TORRES, 2000, há uma tendência de os grupos de baixa renda residirem em áreas com más condições urbanísticas e sanitárias e em situações de risco e degradação ambiental (como, por exemplo, terrenos próximos de cursos d'água e de lixões ou com alta declividade).

O problema central da presença de focos de transmissão se relaciona com a contaminação fecal humana das coleções aquáticas. As práticas tradicionais de algumas populações de se construir esgotos sanitários que desembocam diretamente nos

criadouros, favorece sobremaneira a infecção dos caramujos. Por outro lado, uma certa poluição orgânica favorece a multiplicação do fitoplâncton, alimento dos moluscos, o que leva a uma acentuada proliferação destes caramujos (CUNHA, 1970; VERONESI, 1985; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1994).

O Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM tem como objetivo principal mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios. Sua elaboração utiliza um conjunto de 30 indicadores, abrangendo quatro grupos: i) Fisiográficos, fundiários e agrícolas; ii) Demográficos e econômicos; iii) Infra-estrutura de apoio; e iv) Sociais. A partir daí, são calculados índices para esses grupos, sendo depois consolidados em um índice de desenvolvimento para cada município. Os dados obtidos no presente estudo mostram que Umari, Jati, Alto Santo e Missão Velha figuram entre os municípios com IDM inferior a 20% enquanto que Maracanaú e Horizonte apresentam os melhores índices (acima de 50%). Para fins de comparação a capital cearense possui o melhor índice do estado, 89.56%.

A boa classificação do IDM obtida pelos municípios da RMF (Figura 17) deve-se em grande parte à tradicional concentração dos investimentos públicos e privados na capital e nos municípios periféricos os quais concentram maior renda *per capita* e PIB. Um bom IDM significa bons resultados em indicadores estreitamente relacionados as melhores condições de vida e saúde conforme mencionado anteriormente.

## **6.2 – Aspectos Educacionais.**

A falta de conhecimento é um dos fatores relacionados à persistência de doenças parasitárias no Brasil.

A educação garante uma percepção mais ampliada, despertando maior responsabilidade em relação ao ambiente (FERNANDES e PELISSARI, 2003). Os dados obtidos nesse estudo apontam que os municípios de Maracanaú, Caucaia, Eusébio e Pacatuba têm a maior proporção de alfabetizados (de 5 ou mais anos de idade) quando comparados aos outros municípios da AID, isso se deve ao fato de que a RMF concentra maior número de instituições de ensino o que facilita o acesso, além de concentrar as oportunidades de emprego que exigem determinados níveis de escolaridade. O município de Icó, com cerca de 63.000 habitantes, apresentou

proporção de alfabetizados inferior a 60%. Baixas taxas de alfabetização trazem graves repercussões no que diz respeito aos cuidados básicos de higiene e saúde da população.

RIBEIRO *et al.* 2004, analisando 60 pessoas de diferentes idades e cidades variadas como São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, encontraram índice de 30% de analfabetismo, nas pessoas com idade acima de 41 anos. Os dados mostram o alto índice de analfabetismo e baixo índice de escolaridade da população estudada. O que contribui para comportamentos e atitudes que facilitam a expansão da esquistossomose.

LOUREIRO 1989, postula que as maiores prevalências da doença são encontradas em populações de áreas rurais e nos grupos sociais subempregados e desempregados, em geral, com baixos níveis de escolaridade.

A Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS 2009, em um estudo aprofundado sobre demografia e saúde destaca que as condições socioeconômicas e aspectos a ela relacionados, como a escolaridade, são consideradas determinantes mais importantes das condições de saúde das populações.

A intervenção educacional em áreas endêmicas é freqüentemente tratada no campo da educação e saúde, apoiada na idéia de que se pode educar para saúde. Esse princípio de se educar para saúde, usualmente voltado para populações pobres e desfavorecidas sócio-econômica e sócio-culturalmente, parte da hipótese de que vários problemas de saúde são resultantes da precária situação educacional da população, carecendo, portanto, de medidas "corretivas" e/ou educativas. Tal hipótese baseia-se na idéia de que a aquisição de conhecimento sempre levaria à adoção de novas posturas e práticas. Decorre daí que os programas de saúde tomaram para si o objetivo de substituir falsas crenças por conhecimento acurado. Quando isso acontece, via de regra, a educação se torna normativa (GASTALDO, 1997)

Em nosso estudo, foram encontrados que somente 8 municípios da AID são trabalhados pelo PCE de forma que nos 17 restantes não são realizadas ações de educação em saúde afim de instruir a população acerca dos riscos da transmissão da esquistossomose. Os trabalhos de BARBOSA *et al.* 1971 e COURA-FILHO *et al.* 1992, 1995 demonstram a eficácia destes programas quando em ações combinadas, de

tratamento, aplicação de moluscicida, fornecimento de água tratada a população, saneamento básico e educação conseguiram reduzir os índices de prevalência da endemia e em algumas áreas.

Achados de estudos avaliativos sugerem que apenas o saneamento básico e o abastecimento d'água seriam alternativas factíveis de controle, os quais poderiam determinar a redução sustentada da taxa de contaminação que integra a transmissão homem-caramujo (WOOLHOUSE,1992, ENGELS *et al*, 1993). Modificações comportamentais também poderiam atuar como redutoras da reinfecção, através da alteração dos padrões de contato com água contaminada e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de transmissão homem-caramujo. Todavia, alterações de comportamento humano são um desafio para a saúde pública, especialmente quando se trata de enfermidades que acometem populações rurais com acesso limitado aos meios de comunicação de massa e baixa escolaridade (SANTANA, 1997).

### **6.3 – Pluviosidade e Fatores ambientais.**

Segundo PARAENSE (1970), os planorbídeos transmissores da esquistossomose no Brasil podem ser encontrados em grande variedade de coleções de água doce, parada ou pouco corrente, tais como lagoas, lagos, poças, cisternas, pântanos, banhados, remansos de rios, riachos, canais de irrigação e de drenagem, plantações de agrião e de arroz em quaisquer áreas natural ou artificialmente alagadas. Na maioria dos habitats favoráveis a sua colonização, observam-se certos traços comuns, como riqueza de microflora e matéria orgânica, pouca turbidez, boa insolação, pH entre cerca de 6 a 8, teor de NaCl abaixo de 3‰ e temperatura média entre 20 e 25°C.

A cobertura vegetal presente numa dada área tem influencia sobre os padrões de umidade e temperatura dessa área. OLIVEIRA 2005, em um estudo realizado em Viçosa, Minas Gerais, encontrou que a temperatura ambiente foi maior acima do solo sem cobertura e próxima entre os tratamentos com cobertura vegetal, comprovando que a temperatura próxima ao solo está diretamente relacionada com a sua cobertura, a qual tende a interceptar os raios solares que se dirigem à superfície, criando um microclima específico sob a mesma.

A vegetação do Estado constitui-se, principalmente, de plantas xerófilas por estar totalmente inserido na região do semi-árido, com predominância da caatinga. Demais espécies de vegetação formam complexos vegetacionais sendo os mais importantes: o complexo vegetacional litorâneo, a mata úmida, a mata seca, o carrasco, os manguezais, os carnaubais e o cerrado.

Estudos realizados em diversas comunidades da zona rural brasileira demonstraram que a topografia, vegetação, temperatura, tipo de solo, diferentes níveis de saneamento básico, densidade populacional, número de moluscos, distribuição e índices de infecção do hospedeiro intermediário e contato com coleções hídricas habitadas por moluscos infectados pelo *S. mansoni*, são determinantes para a prevalência da infecção humana. Por outro lado, os padrões de precipitação pluviométrica possuem efeitos marcantes sobre a população de moluscos. Durante as estações chuvosas verifica-se um decréscimo no número de moluscos, enquanto nos períodos de seca ocorre um acréscimo nas populações (MARCAL ET AL. 1991).

MALONE 2001, trabalhando na Etiópia, menciona que a transmissão da esquistossomose ocorre primariamente durante a estação de seca, quando o fluxo das águas diminui e ocorre a formação de poças, permitindo uma maior concentração de caramujos e um aumento do acesso e do contato do homem com águas contaminadas. O volume e a velocidade do fluxo das águas durante a estação de chuvas possuem o efeito de carregar os caramujos para outros habitats, dispersando-os e não permitindo que os mesmos se fixem às bordas dos rios e poças. Estas informações reforçam a importância do estudo das coleções hídricas, variável indispensável para a ocorrência do caramujo. Estes fatores, portanto, explicam o motivo pelo qual a prevalência da doença seja diretamente relacionada aos índices de mobilidade hídrica do inverno e inversamente relacionada no verão quando o nível de precipitação é muito mais alto.

O estado do Ceará possui uma estação chuvosa relativamente curta (três a cinco meses). Predomina um período seco prolongado, caracterizado por forte insolação (aproximadamente 2.800 horas/ano) (CEARÁ, 2008). O presente estudo demonstrou que as maiores médias de precipitação anual concentraram-se nos municípios da RMF. Foram mais escassas porém nos outros municípios principalmente os localizados na microrregião do baixo Jaguaribe (Russas, Morada Nova).

Os estudos sobre a dinâmica das populações dos planorbídeos têm apresentado resultados muito variáveis, conforme as regiões e os tipos de criadouros. Pode-se entretanto, admitir, que a maioria das populações diminuem substancialmente no auge da estação chuvosa, devido aos efeitos das inundações e de outras perturbações ambientais, a ponto de ficarem despovoados muitos criadouros relacionados a ambientes de águas correntes, ocorrendo, em seguida, gradual aumento, que atinge o máximo no fim da estação seca, sendo isso especialmente observado nos ambientes de águas paradas.

O conhecimento da hipsometria (elevação de um terreno representada por cores) de uma região nos ajuda a reconhecer prováveis fenômenos que nela ocorrem, especialmente quando associado a outros elementos naturais, tais como posição geográfica, deslocamento de ventos e ação das correntes marinhas, entre outros. Quanto maior a altitude, menor a temperatura local e vice-versa. Uma área montanhosa ou um escarpamento (perfil fisiogeográfico que envolve uma [elevação](#) aguda, penhasco ou encosta íngreme) pode barrar a ação de ventos úmidos, provocando chuvas locais, também denominadas "chuvas orográficas ou de relevo". Esse fenômeno ocorre pelo resfriamento que o ar sofre ao se elevar em consequência da barreira do relevo, o que provoca a condensação da umidade que ele transporta (IPECE, 2009). Na AID, os perfis hipsométricos concentraram-se em três zonas principais onde a menor elevação de terreno se dá na faixa que vai da mesorregião metropolitana até a mesorregião Jaguaribana. A hipsometria dessa região parece ter influencia sob as precipitações anuais observadas no presente estudo.

#### **6.4 - Distribuição do molusco hospedeiro intermediário no estado do Ceará.**

A presença das espécies *B. glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila* é essencial para a introdução e manutenção dos focos da esquistossomose mansônica. O sucesso da instalação e manutenção dos focos de transmissão do helminto demanda a convergência de uma série de fatores biológicos e ambientais que, conforme a maior ou menor intensidade, determinam as diferenças das prevalências e da morbidade das infecções (TELES, 2005).

O *B. straminea* é o único hospedeiro da esquistossomose mansônica atualmente encontrado no estado do Ceará, sua presença foi observada nos 25 municípios da AID, mas segundo dados do PCE/SESA-CE 2010, a espécie encontra-se disseminada nos 184 municípios. A *B. straminea* é um vetor importante da esquistossomose no Nordeste do Brasil, onde apresenta taxas baixas de infecção e alta densidade nos criadouros (ALENCAR ET AL., 1978).

Os moluscos provenientes dos municípios da AID não foram encontrados infectados pelo parasito transmissor da esquistossomose. Sabe-se porém, que há prevalência da doença em áreas onde caramujos da espécie *B. straminea* representavam a única espécie presente. Nos estudos de BARBOSA & SILVA 1992, em São Lourenço da Mata Pernambuco, os resultados dos exames malacológicos, mostraram que todos os 8.300 espécimes de *B. straminea* coletados demonstraram-se negativos à infecção por *S. mansoni*, sugerindo que esta espécie se mantém como hospedeiro parcialmente resistente, apesar de sua longa co-evolução com o parasito.

A suscetibilidade das espécies dos caramujos transmissores difere conforme a linhagem de *S. mansoni* circulante. De uma maneira geral, as diferenças de suscetibilidade resultam de combinações gênicas estabelecidas com o contato regular dos vermes e caramujos. A par das diferentes variações da suscetibilidade intra e interespecífica para as distintas linhagens de *S. mansoni*, PARAENSE *et al.* 1983, consideram *B. glabrata* a espécie que possui melhor adaptação natural ao parasito, seguida de *B. tenagophila* e *B. straminea*. Esses autores postularam que raramente as áreas colonizadas por *B. glabrata* permanecem isentas de focos da esquistossomose.

A presença de mais de uma espécie hospedeiras do *S. Mansoni* confere altas taxas de prevalência da doença aos municípios onde elas coexistem. Nos estados do Nordeste, a *B. glabrata* e *B. straminea* estão presentes exceto no estado do Ceará onde foram encontrados até o momento apenas moluscos da espécie *B. straminea*. Segundo MALONE 2001, o volume e a velocidade do fluxo das águas durante a estação de chuvas possuem o efeito de carregar os caramujos para outros habitats, dispersando-os e não permitindo que os mesmos se fixem às bordas dos rios e poças. Estas informações reforçam a importância do estudo das coleções hídricas existentes e as que poderão ser implantadas, como variável indispensável para a ocorrência do caramujo.

A construção de empreendimentos de infra-estrutura hídrica geralmente causa modificações na composição da fauna em sua área de abrangência. Entre os invertebrados vetores de doenças, os planorbídeos são os que parecem sofrer maior influência (CERNEA E MCDOWELL, 2000). Observa-se ao longo do tempo, que as estratégias encontradas para solucionar os problemas com a escassez de água, sobretudo na região Nordeste, tem contribuído para um aumento significativo no número de coleções hídricas artificiais. Soma-se a isso a tendência atual de importação de água por meio da transferência dentro de uma mesma bacia ou entre bacias hidrográficas diferentes (BANCO MUNDIAL, 2005).

Países como a África, Egito e China, têm sofrido sobremaneira com a expansão da esquistossomose após implantação de represas (OLIVEIRA, 2007) e com as transferências de águas entre bacias hidrográficas (BANCO MUNDIAL, 2005).

#### **6.5 - Identificação das áreas de transmissão da Esquistossomose Mansônica já existentes.**

A prevalência observada nos municípios da AID variou de 0,1 a 0,8 % com o município de Maracanaú apresentando a maior prevalência (0,8%). Missão Velha apresentou uma queda na prevalência que passou de 0,7 para 0,3% no período estudado. Isso se deve a intensificações do PCE na realização de quimioterapia da população acometida pela doença entre outras ações.

A baixa prevalência da doença nos municípios do Ceará não releva porém as altas taxas encontradas quando analisadas isoladamente as localidades que compõe o município (SESA-CE, 2008). Somada a esse fato, a baixa sensibilidade dos métodos diagnósticos utilizados na rotina podem subestimar o número de infectados. FROTA 2008, realizou testes coprológicos em pacientes com suspeita de esquistossomose na localidade de Catitu de Cima, município de Pacoti, Ceará. No estudo foram analisadas 287 amostras através do método coprológico utilizado na rotina do PCE, verificou-se que em apenas 3 pacientes foram encontrados ovos de *S. mansoni*. Quando foram analisadas mais duas lâminas da mesma amostra essa positividade subiu para 11 pacientes.

Cinco municípios da AID apresentaram óbito por esquistossomose no período de 2001 a 2009, desses, 04 estão localizados na RMF são eles: Maracanaú, Horizonte, Pacajus e São Gonçalo do Amarante, apenas Penaforte localiza-se na Mesorregião Sul Cearense. Desses apenas Maracanaú e São Gonçalo do Amarante são trabalhados pelo PCE enquanto que Horizonte, Pacajus e Penaforte não estão entre os que são trabalhados pelo programa no estado. Conforme nos foi repassado pelos responsáveis pelo PCE-CE, não foi realizada nenhuma ação de busca de novos casos, tampouco ações visando evitar que outros casos ocorressem nos municípios que não tem o PCE implantados. Esse fato sugere que no Ceará existem áreas vulneráveis a transmissão da doença.

Áreas endêmicas de esquistossomose mansônica identificadas na AID com a existência de fatores socioeconômicos e ambientais não favoráveis a transmissão como é o caso dos municípios de Maracanaú, Pacajus, Horizonte e São Gonçalo do Amarante, sugerem a influência de outros elementos envolvidos nesse processo além dos considerados nesse estudo. DIAS et al. 1994, observaram que a ocorrência e distribuição da esquistossomose no estado de São Paulo não teria um determinante predominante, mas um conjunto de fatores que, em cada área de transmissão apresentaria importância relativa maior ou menor. Neste sentido, ressalta-se a importância da realização de estudos mais detalhados em nível de localidades próximas a áreas de influência de projetos de infra-estrutura hídrica demonstrando a localização mais precisa dos casos da doença e da presença de fatores associados a sua ocorrência.

Outro aspecto a ser observado é a ausência da vigilância em algumas áreas consideradas contíguas às áreas endêmicas. Dos 25 municípios da AID, 8 são trabalhados pelo Programa Estadual de Controle da Esquistossomose, de forma que não se tem informação acerca das áreas próximas às detectadas como focos de transmissão da doença. FARIAS e cols., 2007 destacam que a realização não-sistemática e descoordenada das ações dos programas de vigilância e controle da esquistossomose é um dos fatores que contribuem significativamente para a manutenção da transmissão da esquistossomose em municípios endêmicos, uma vez que o sucesso do controle da doença depende da efetividade e da coerência entre as ações para evitar que as pessoas se reinfectem e que o ciclo seja restabelecido.

Apesar da inegável importância da esquistossomose no estado do Ceará, até hoje não foram alocados recursos federais suficientes, voltados unicamente à implementação do programa visando o efetivo controle dessa endemia em seu território. Uma possível explicação para tal situação deve-se à reduzida notificação de formas graves da parasitose entre os casos apresentados no Ceará, de maneira que não há sensibilização das autoridades sanitárias no sentido de conferirem prioridade entre o elenco de problemas de interesse em Saúde Pública.

## 6.6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação epidemiológica da esquistossomose na área de influência direta do Projeto de integração de Bacias do Rio São Francisco no Ceará e o Eixão das Águas mostrou os municípios da mesorregião sul do estado: Icó, Lavras da Mangabeira, Mauriti e Missão Velha como os principais municípios de importância epidemiológica seguidos por Maracanaú, Caucaia, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante, municípios da Região Metropolitana de Fortaleza.

Este diagnóstico sugere medidas de controle e vigilância aos municípios que apresentaram notificação. Há necessidade de continuar implementando medidas de controle, além de implantar a vigilância nos municípios onde não há informações sobre a prevalência da doença estruturando as ações de modo a integrá-las as ações básicas de saúde tendo em vista que a maioria dos municípios da AID não assumiram as atividades do Programa de Controle da Esquistossomose.

A avaliação das condições ambientais favoráveis à transmissão deve ser realizada em reciprocidade com os grupos técnicos de vigilância epidemiológica do município e da regional de saúde, a fim de planejar ações efetivas de controle.

O potencial para o desenvolvimento dos recursos hídricos no Ceará é considerável e prevê-se que esse desenvolvimento acelere para satisfazer as necessidades de uma população em crescimento. As conseqüentes alterações dos determinantes ambientais e sociais da saúde terão importantes repercussões nas comunidades afetadas e vulneráveis, se a saúde humana não merecer a devida atenção, logo no início da fase de planejamento.



# CONCLUSÃO

## 7 - CONCLUSÕES

O registro de dados referentes a fatores demográficos, sócio-econômico, sócio-ambientais e aqueles relativos a presença ou não da esquistossomose mansônica nos municípios da AID realizados nesse estudo nos permitiu construir uma linha de base desses municípios visando futuro acompanhamento das flutuações e tendências históricas desses fatores.

As áreas endêmicas de esquistossomose mansônica identificadas na AID e a existência de fatores socioeconômicos e ambientais não favoráveis à transmissão sugerem a influência de outros elementos envolvidos nesse processo além dos considerados nesse estudo e que necessitam ser esclarecidos.

A produção de espaços potenciais para a transmissão da esquistossomose na AID do projeto de Integração de Bacias do Rio São Francisco no Ceará e do projeto de Integração Castanhão-RMF (Eixão das Águas) bem como, o risco da introdução e estabelecimento de novas espécies hospedeiras do *S. mansoni* associadas a implementação dos referidos projetos de transposição de bacias existe e necessita ser mensurado.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J.E. de. A Schistosomose no Ceará. Ceará. *Ceará Med.*, 10/11: 16 - 20, 1940.

ALENCAR, J.E. de. Estudos sócio-econômico e nosológico. Esquistossomose em Pacotí. *Ceará Med.*, 1:3 - 22, 1947.

ALENCAR, J.E. de. Inquérito helmintológico escolar: Estado do Ceará, 1940. 61p. [Relatório datilografado apresentado à Divisão de Organização Sanitária].

ALENCAR, J. E.; ROUQUAYROL, M. Z. & BEZERRA, D. E. A. A esquistossomose no Ceará, análise do problema atual e sugestões para controle. **Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais**, 30:99-121, 1978.

ALVES, Paulo César et al . A experiência da esquistossomose e os desafios da mobilização comunitária. **Cad. Saúde Pública**, 14(Sup. 2): 79-90, 1998.

AMARAL RS, PORTO M. A. S. Evolução e situação do controle da esquistossomose no Brasil. **Rev Soc Bras Med Trop**; 27:73-90, 1994.

ANDRADE, Zilton A. and VAN MARCK, E.. Schistosomal glomerular disease (a review). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, vol.79, n.4, pp. 499-506, 1984.

ARAÚJO, K. C. G. *et al.* Análise espacial dos focos de *Biomphalaria glabrata* e de casos humanos de Esquistossomose Mansônica em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil, no ano 2000. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, 23(2):409-417, 2007.

ARDO, C. C. P., Esquistossomose em Fortaleza, 1985-1994; *Rev. Med. UFC*, 1999; 39(1-2): 54-57.

ANDRADE, Z. A. & VAN MARCK, E. A. E. Schistosomal glomerular disease. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**. v. 79, p. 499 (1984).

BALLESTERO, E. Inter-Basin Water Transfer Public Agreements: A Decision Approach to Quantity and Price. **Water Resources Management**. v. 18: 75–88, 2004.

BANCO MUNDIAL. **Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas**. Série Água Brasil VII– 1ª Edição. Brasília, DF, 2005.

BARCELLOS, C. & BASTOS, F. I. 1996. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cadernos de Saúde Pública**, 14 (3): 597-605.

BARCELLOS, C., BARBOSA, K. C, PINA, M. F., MAGALHÃES, M. M. A. F., PAOLA, J. C.M. D., SANTOS, S. M., 1998. Inter-relacionamento de dados ambientais: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro, utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Cadernos de Saúde Pública**, 12 (3): 389-397.

BASAHI, I. A. Marib Dam: the importance of environmental and health impact studies for development projects. **Eastern Mediterranean Health Journal**. v. 6, n. 1, p. 106 - 117, 2000.

BOROS, D. L. Immunopatology Of *Schistosoma* infection. **Rev. Clin. Microb.** 2, 2050. (1989)

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Projeto de Transposição de águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. Brasília, DF, 2000. 10v.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Projeto de Transposição de águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Brasília, DF, 2004.

CARMO-LUIZ, O. HEIMANN, L. S. BOARETTO, R. C. PACHECO, A. G. PESSOTO, U. C. IBANHES, L. C. Diferenciais intermunicipais de condições de vida e saúde. **Rev Saúde Pública**. v 43(1) p 115-22. 2009.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. 2000. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde**. Brasília. Organização Panamericana de Saúde, Ministério da Saúde. 124p.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. TOMO 1**. Ceará, 2008. p. 358.

CERNEA, M.M., AND MCDOWELL, C, **Risks and Reconstruction: experiences of resettlers and refugees**. World Bank, Washington DC, 2000.

CIRILO, J. A. et al. Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semi-árido brasileiro. Avaliação de Barragens Subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, p.5-24, 2003.

CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

COELHO, M. V. **O Parasito: *Schistosoma mansoni***. Esquistossomose mansoni (Org: CUNHA, A. S.), p 1-9. Universidade de São Paulo, 1970.

COURA-FILHO P, ROCHA R. S, LAMARTINE S. S, FARAH M. W. C, RESENDE D. F, COSTA JO, KATZ N. Control of schistosomiasis mansoni in Ravena (Sabará State of Minas Gerais, Brazil) through water supply and quadrennial treatments. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 91:659-664, 1996.

COURA-FILHO P, ROCHA R. S, LIMA E COSTA, M. F. F, KATZ N. **Avaliação de um programa municipalizado de controle da esquistossomose mansoni em Peri-Peri** (Capim Branco, MG-Brasil) *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 43; 543-548, 1992.

DIAS, L.C.S. & GONÇALVES, E.R. O *Schistosoma mansoni* diz não às drogas. **Ciência Hoje**, 14(84): 21-25, 1992.

DIAS, L. C. Epidemiologia da Esquistossomose Mansônica em área de baixa endemicidade. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, 1994

ENGELS D, DONRICIMPA J, GRYSEELS B. Schistosomiasis mansoni in Burundi: progress in its control since 1985. **Boletim da Organização Mundial da Saúde** 71:207-214, 1993.

FARIAS, L. M. M. de *et al* . Análise preliminar do Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose no período de 1999 a 2003. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, jan. 2007.

FAVRE T. C., *et al*. Avaliação das ações de controle da Esquistossomose implementadas entre 1977 e 1996 na área endêmica de Pernambuco, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**: 34(6):569-576, 2001.

FERNANDES, R. S., PELISSARI, V. B. Como os jovens percebem as questões ambientais. **Revista Aprender**, vol. 13, n. 3, Vitória, 2003.

FROTA, S. M. Utilização de métodos coproscópico e sorológico na detecção de casos de esquistossomose mansônica em área de baixa endemicidade no estado do Ceará – Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

GARJULLI, Rosana. Os recursos hídricos no semi-árido. **Ciência e Cultura**., São Paulo, v. 55, n. 4, dez. 2003.

GARGIONI, C., SILVA R. M.; TOME, C. M.; QUADROS, C. M. S.; KAMNAMURA, Y. Utilização de método sorológico como ferramenta para a implementação da vigilância e controle da esquistossomose no município de Holanda. São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. v. 24 (2), 2008.

GASTALDO, D. **É a educação em saúde "saudável"?** *Educação & Realidade*, 22:147-168. 1997.

HELLER, L., 1997. **Saneamento e Saúde. Brasília**: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde.

HUCITEC; Rio de Janeiro: ABRASCO, 1999. (Saúde em Debate). 250p.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001.

IPECE. **Anuário estatístico do Ceará**. Secretaria de Planejamento e Gestão (SEPLAG) governo do Estado do Ceará, 2009.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*. Vol. 31, n 2, São Paulo, 2005.

KAMMAMURA, H. Y., *et al.* Comparative epidemiologic study of specific antibodies (IgM and IgA) and parasitological findings in a endemic area of low transmission of *Schistosoma mansoni*. **Rev. Int. Med. Trop.** São Paulo, v. 40, p 85-91, 1998.

- LACAZ, C. S. Conceituação, atualidade e interesse do tema, súmula histórica. In: LACAZ, C. S.; BASRUZZI, R. G. & SIQUEIRA, W. **Introdução à geografia médica do Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher/ Edusp, 1972. 568p.
- LIMA, C. L. 1995. Família Planorbidae. In: BARBOSA, F. (ed.) **Tópicos em Malacologia Médica**. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 90-112.
- LUND, J. R., & ISRAEL, M. Water transfers in water resource systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 121(2), p.193-204, 1995.
- MACHADO P. A. The Brazilian Program for Schistosomiasis Control. **Am J Trop Med Hyg.** 82; 31: 76-86.
- MACHADO, Carlos José Saldanha. Apresentação. **Ciencia e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, dez. de 2003.
- MACIEL, H. *Helminthos e helmintoses do homem no Brasil*. Rio de Janeiro, Imprensa Naval, 1936. 404p.
- MACIEL, H. Índice endêmico da Schistosomose intestinal no Brasil. *Science*, 3:144-50, 1925.
- MARCAL J. R. O. , PATUCCI M. J., DIAS, L. C. S. Schistosomiasis mansoni in area of low transmission. I. Impact of control measures. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo** 33: 83-90. São Paulo, 1991.
- MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. **World Development**, New York, v.26, n.1, 1998.
- MOTT, K.E., CLINE, B.L. Avanços na técnica e metodologia de pesquisas epidemiológicas em esquistossomose. **Boletim da Organização Mundial da Saúde**, EUA, v.58, n.4, p.639-647, 1980.
- NEVES, D. P. *Schistosoma mansoni* e a Doença. In: \_\_\_\_\_. **Parasitologia humana**. 11. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. cap. 22, p. 193-212.

OLIVEIRA, F. A. S.; HEUKELBACH, J.; GOMIDE, M.; MOURA, SABÓIA R. C. Grandes represas e seu impacto em saúde pública: Efeitos a jusante. [Cadernos de Saúde Coletiva](#). Rio de Janeiro;15(1), jan.-mar. 2007.

OLIVEIRA, M. L. *et al* . Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 9, n. 4, Dec. 2005.

OMS. **O controle da esquistossomose**: Segundo relatório do comitê de especialistas da OMS / Organização Mundial da Saúde. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, p. 110, 1994.

OPAS. Demografia e saúde: contribuição para análise de situação e tendências / Rede Interagencial de Informações para Saúde. – Brasília : Organização Pan-Americana da Saúde, 2009.

PAIM, J. S., 1997. Abordagens teórico-conceituais em estudos de condições de vida e saúde: Notas para reflexão e ação. In: **Condições de Vida e Situação de Saúde: Saúde e Movimento** (R. B. Barata, org.), pp. 7-30, Rio de Janeiro: ABRASCO

PARAENSE W. L., ALENCAR JTA, CORREA LR. Distribuição dos planorbídeos e prevalência da xistosomose mansoni no Estado do Espírito Santo. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 78: 373-384. 1983.

PASSOS, A. D. C., AMARAL, R. S. Esquistossomose mansônica.: aspectos epidemiológicos e de controle. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 31, supl. 11, p 61-74, 1998

PELLON A. B., TEIXEIRA I. O inquérito helmintológico escolar em cinco estados das regiões Leste, Sul e Centro-Oeste. Ministério da Educação e Saúde, Departamento Nacional de Saúde, Divisão de Organização Sanitária. *In*: XI Congresso Brasileiro de Higiene. Curitiba, 1953.

PORTO, R. L. L. **Gestão de recursos hídricos em regiões semi-áridas: experiências internacionais**. São Paulo, 2000. (Relatório de Consultoria).

REY, L. 1991. **Parasitologia Médica**. Editora Editora Guanabara Koogan, 2a ed., 731 pp.

RIBEIRO, P. J. et al. Programa educativo em esquistossomose: modelo de abordagem metodológica. **Rev. Saúde Pública**, v. 38, p. 415-421, 2004.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e Saúde**. 4a ed., Rio de Janeiro, 1993

SANTANA, V. S. et al . Efetividade do Programa de Comunicação e Educação em Saúde no controle da infecção por *S. mansoni* em algumas áreas do Estado da Bahia. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 30, n. 6, Dec. 1997

SAVIOLI, L.; RENGANATHAN, E.; MONTRESOR, A.; DAVIS, A. & BEHBEHANI, K. Control of Schistosomiasis – A Global Picture. **Parasitology Today**. 13(11), 444-448 (1997).

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

SHRE. SNOWY HYDRO RENEWABLE ENERGY. **Snowy Mountains Scheme**. [on line]. <http://www.snowyhydro.com.au/levelTwo.asp?pageID=66&parentID=4>, acessado em 07/03/2010.

SOUSA, C. P., LIMA, L. C. **Moluscos de interesse parasitológico no Brasil**. Fiocruz, p. 35-48, 1990.

SOUTHGATE V. R.; TCHUENTE L. A. T.; SENE M.; D. DE CLERCQ; THERON A.; JOURDANE J.; WEBSTER B.L.; ROLLINSON D.; GRYSEELS B. & VERCRUYSSÉ J. 2001. Studies on the biology of schistosomiasis with emphasis on the Senegal River basin. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, (Suppl.): 75-78. , 1996.

SUSSER, M., The logic in ecological: II. The logic of design. **American Journal of Public Health**. 84:831-835 1994.

TEIXEIRA, F. J. C. **Modelos de gerenciamento de recursos hídricos: análises e proposta de aperfeiçoamento do Sistema do Ceará**. Série Água Brasil, Banco Mundial, Brasília, v. 6, 2003.

TELES, H. M. S.. Distribuição geográfica das espécies dos caramujos transmissores de *Schistosoma mansoni* no Estado de São Paulo. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 38, n. 5, Oct. 2005

TIMBÓ, M. J., LIMA, J. W. O. Esquistossomose: uma visão geral do problema. **Revista Medicina UFC**. ed. 39, vol. 2, p. 7-17, 1999.

TORRES, H. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H.; COSTA, H. (Orgs.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Editora Senac, p.53-73, 2000.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, dez. 2003.

WHO (World Health Organization), 2002. **The control of schistosomiasis**. second report of the WHO Expert Committee, World Health Organization Technical Report

WOOLHOUSE M. E. J. On the application of mathematical models of schistosome transmission dynamics. II. Control. (Review). **Acta Tropica** 50:189-204, 1992.



# ANEXOS