

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MALACOLOGIA DE
VETORES**

Jennifer Thayane Melo de Andrade

**Malacofauna límnic na área da transposição do rio
São Francisco nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba,
Pernambuco e Rio Grande do Norte: eixo Norte**

Rio de Janeiro

2014

**Malacofauna límnic na área da transposição do rio
São Francisco nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba,
Pernambuco e Rio Grande do Norte: eixo Norte**

Jennifer Thayane Melo de Andrade

Monografia apresentada ao Curso de Malacologia de
Vetores do Instituto Oswaldo Cruz, para obtenção do
título de Especialista em Malacologia de Vetores.

Orientação: Dra Monica Ammon Fernandez

Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro

2014

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Biomédicas/ ICICT / FIOCRUZ - RJ

A553 Andrade, Jennifer Thayane Melo de

Malacofauna límnic na área da transposição do rio São Francisco nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte: eixo Norte / Jennifer Thayane Melo de Andrade. – Rio de Janeiro, 2015.

xi, 31 f. : il. ; 30 cm.

Projeto (Especialização) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Malacologia de Vetores, 2015.

Bibliografia: f. 28-31

1. Moluscos. 2. Esquistossomose mansônica. 3. Nordeste. 4. Espécies exóticas. 5. Biodiversidade. 6. Brasil. I. Título.

CDD 594

Jennifer Thayane Melo de Andrade

**Malacofauna límnic na área da transposição do rio
São Francisco nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba,
Pernambuco e Rio Grande do Norte: eixo Norte**

Monografia apresentada ao Curso de
Malacologia de Vetores do Instituto Oswaldo
Cruz, para obtenção do título de
Especialista em Malacologia de Vetores.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Marta Julia Faro dos Santos Costa
Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres e Reservatórios
Instituto Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz

Dra. Ester Maria Mota
Laboratório de Patologia
Instituto Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz

MsC Selma Patricia Diniz Cantanhede
Laboratório de Referência Nacional em Malacologia Médica
Instituto Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz

Orientadora:

Dr^a Monica Ammon Fernandez

Laboratório de Malacologia – Instituto Oswaldo Cruz

Fundação Oswaldo Cruz

“O assunto mais importante do mundo
pode ser simplificado até ao ponto em que
todos possam apreciá-lo e compreendê-lo.
Isso é - ou deveria ser - a mais elevada
forma de arte.”

Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

Agradeço as seguintes pessoas e organizações:

Ao Instituto Oswaldo Cruz e ao Programa de Pós-graduação em Malacologia de Vetores pelo fornecimento da infraestrutura necessária para a minha formação profissional;

À Prof. Dra. Monica Ammon Fernandez, pela dedicada orientação, paciência e incentivo;

À equipe do Laboratório de Referência Nacional em Malacologia Médica, pela ajuda e o apoio;

À todos da equipe de coletas, que foram a campo e processaram a parte das amostras;

Aos meus pais e minha avó, Telma E.M. Andrade, José C.F. Andrade e Maria R. Melo, por sempre me apoiarem e incentivarem os meus estudos.

Aos meus irmãos, Kaio I.M. Andrade, Kaleo C.M. Andrade e Stefany M.M. Nascimento, por todos os momentos compartilhados em família, ajudando a diminuir os estresses do dia a dia;

À dona Waldenira Santos e ao seu Fernando Vilar, que com muito carinho me acolheram em sua residência durante a minha estadia no Rio de Janeiro;

Às minha amigas, Williana Cunha, Luana Cunha e Thayanne Victor, por estarem presente em todos os momentos da minha vida, se alegrando nos momentos de felicidade e apoiando nos momentos de dificuldade;

Às amigas da especialização em Malacologia de Vetores e em especial a Débora Bandeira, Isabella Santos, Regiana Salgado, Tassiana Tomaz e Viviane Teperino, pelos bons momentos durante o curso, pelas experiências compartilhadas e o incentivo muito. Em pouco tempo constituímos uma amizade sólida.

Ao meu namorado, Paulo Daltro, que me acompanhou durante todo o período de curso, sempre com uma palavra amiga e incentivando meus estudos.

À todos aqueles que contribuíram com o pagamento de seus impostos e dessa forma propocionaram, mesmo que sem saber, a realização desse curso.

Por último e não menos importante, à Deus, pois Ele é a base de tudo, é a minha estrutura e segurança, sem Ele eu nada seria.

SUMÁRIO

LISTA DAS FIGURAS	viii
LISTA DAS TABELAS	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL.....	1
1.2 RISCO DE TRANSMISSÃO DE DOENÇA ATRAVÉS DE MOLUSCOS VETORES	3
2. JUSTIFICATIVA & OBJETIVOS	5
2.1. JUSTIFICATIVA	5
2.2. OBJETIVO GERAL.....	5
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS.....	6
3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	6
3.3. ANÁLISE DE DADOS.....	7
4. RESULTADOS	9
4.1. COMPOSIÇÃO DA MALACOFUNA NA ÁREA DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO – EIXO NORTE	9
4.2. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA MALACOFUNA NA ÁREA DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO – EIXO NORTE.....	12
4.3. DIVERSIDADE DA MALACOFUNA NA ÁREA DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO – EIXO NORTE.....	20
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÕES	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1: Mapa do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, mostrando os dois eixos: Eixo Norte e Eixo Leste. Fonte: http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/bacias-da-integracao	2
Figura 2: Mapa da costa do Brasil com destaque para a região de estudo, Eixo Norte (EN) do Projeto de Integração do Rio São Francisco que abrange os estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, destacando os municípios onde as amostras foram obtidas. Mapa produzido com o programa QGIS (Sherman <i>et al.</i> , 2011).....	7
Figura 3: Concha dos táxons límnicos encontrados na área da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil: A) <i>Asolene meta</i> (Ihering, 1915); B) Ancyliidae; C) <i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848); D) <i>Drepanotrema anatium</i> (Orbigny, 1835); E) <i>Drepanotrema cimex</i> (Moricand, 1839); F) <i>Drepanotrema depressissimum</i> (Moricand, 1837); G) <i>Drepanotrema lucidum</i> (Pfeiffer, 1839); H) <i>Melanoide tuberculata</i> (Müller, 1774); I) <i>Physa acuta</i> (Draparnaud, 1805); J) <i>Physa marmorata</i> Guilding, 1828; K) <i>Pomacea lineata</i> (Spix, 1827); L) Rissoidea. Continua... ..	11
Figura 4: Concha dos táxons límnicos encontrados na áreas da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil: M) <i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774); N) <i>Corbicula largillierti</i> Müller, 1774 e O) <i>Eupera sp.</i>	12
Figura 5: Concha dos táxons límnicos encontrados na áreas da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil:.....	12
Figura 6: Mapa da ocorrências das principais espécies encontradas nos municípios estudados no eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.	19

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Prevalência da esquistossomose nos estados da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco segundo Katz e Peixoto (2000) e Sistema DATASUS (2014), com população estimada.	3
Tabela 2: Táxons da malacofauna encontrada no Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.	10
Tabela 3: Táxons encontrados nos municípios amostrados no Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.	13
Tabela 4: Coordenadas dos biótopos onde foram encontrados a malacofauna límnic da região do Eixo Norte, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, da transposição dos Rio São Francisco.	15
Tabela 5: Valores de diversidade obtidos pelo índice de Shannon (H') para cada município amostrado no eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.	20
Tabela 6: Táxons dominantes nos municípios amostrados no eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.	22

RESUMO

Para suprir falta d'água no semiárido brasileiro, grandes obras estão sendo realizadas na região visando a integração entre a bacia hidrográfica do rio São Francisco e as bacias inseridas no Nordeste Setentrional. O projeto da transposição do rio São Francisco possui dois eixos principais, um denominado Norte e outro Leste. O presente trabalho teve como objetivo verificar a malacofauna límnic (principalmente) em municípios da área do Eixo Norte, pertencentes aos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. O material estudado estava armazenado no Laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, tendo sido coletado em julho (1ª campanha) e outubro de 2010 (2ª campanha), maio (3ª campanha) e novembro de 2011 (4ª campanha) e outubro de 2012 (5ª campanha). Foram identificados pela morfologia e conchiliologia, sendo observada a riqueza, diversidade e dominância dos táxons. Foram obtidos quatro táxons terrestres e 21 límnicos, sendo neste último caso, 5510 espécimes, pertencentes às famílias Ampullariidae (442 exemplares), Ancyliidae (199), Corbiculidae (84), Planorbidae (2697), Physidae (155), Sphaeriidae (28) e Thiaridae (1846), além da superfamília Rissooidea (33). O município de Sobradinho, onde é captada a água para ser distribuída, apresentou a maior riqueza e diversidade da malacofauna. As espécies dominantes foram *B. straminea* e *M. tuberculata*, o que traz preocupações quanto à possibilidade da expansão da esquistossomose na área e da interferência da espécie exótica (ou outras) na biodiversidade local, respectivamente. Medidas preventivas na região devem ser adotadas devido à ocorrência de moluscos vetores de parasitoses e da precariedade das condições sanitárias locais. Embora haja a necessidade de estudos complementares devido à dificuldade na identificação específica de todas as amostras, o presente estudo ampliou a distribuição das espécies de moluscos límnicos, incluindo novos municípios e novos registros das espécies *Biomphalaria schrammi* e *Plesiophysa* sp.

Palavras chave: Moluscos, Esquistossomose mansônica, Nordeste, Espécies exóticas, Biodiversidade, Brasil.

ABSTRACT

To supply the water shortages in the Brazilian semi-arid area, great works are being carried out in the region to integrate between the hydrographic basin of São Francisco river basins and inserted in the Northeast of Setentrional. The project of transposition of the São Francisco river has two principal axes, one called the North and the other called the East. This study aimed to verify the limnic malacofauna (mostly) in municipalities of North Axle area, belonging to the states of Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco and Rio Grande do Norte. The studied material was deposited in the Laboratory of Malacology of the Instituto Oswaldo Cruz and Fundação Oswaldo Cruz, having been collected in July 2010 (1st campaign) and October 2010 (2nd campaign), May 2011 (3rd campaign) and November 2011 (4th campaign), and October 2012 (5th campaign). The identification was performed by morphology and the study of shells, and the richness, diversity and dominance of the taxa were observed. Four terrestrial and 21 limnic taxa were obtained. In the latter case, 5510 specimens belonging to the Ampullariidae families (442 copies), Ancyliidae (199), Corbiculidae (84), Planorbidae (2697), Physidae (155), Sphaeriidae (28) and Thiaridae (1846), besides the superfamily Rissoidae (33). The municipality of Sobradinho where water is collected for distribution, showed the greatest richness and diversity of the malacofauna. The dominant species were *B. straminea* and *M. tuberculata*, which raises concerns about the possibility of the expansion of schistosomiasis in the area and the interference of the exotic species (or other) in the local biodiversity, respectively. Preventive measures should be adopted in the region due to the occurrence of the molluscs vectors of parasitic diseases and the precariousness of the local health conditions. While there is a need for complementary studies due to the difficulty in identification of all samples, the present study expanded the distribution of species of limnic molluscs, including new municipalities and new records of species *Biomphalaria schrammi* and *Plesiophysa* sp.

Keywords: Molluscs, Schistosomiasis, Exotic Species, Biodiversity, Northeast Brazil.

1. INTRODUÇÃO

1.1 O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

A transposição do rio São Francisco foi enunciada diversas vezes em momentos diferentes da história, sofrendo sempre reformulações, até chegar à fase de execução (Castro, 2011). Este projeto visa assegurar a oferta de água para cerca de 12 milhões de habitantes de pequenas, médias e grandes cidades da região semiárida, e sob a responsabilidade do Ministério da Integração Nacional (MI) - Governo Federal encontra-se atualmente com 54,7% das obras concluídas.

O Projeto de Transposição estabelece a interligação entre a bacia hidrográfica do rio São Francisco, que apresenta relativa abundância de água (1.850 m³/s de vazão garantida pelo reservatório de Sobradinho), com as bacias inseridas no Nordeste Setentrional (MI, 2014). Demanda a retirada contínua de 26,4 m³/s de água da barragem de Sobradinho direcionada às bacias do Semiárido nos estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará.

O empreendimento apresenta dois eixos: o Eixo Norte que levará água para áreas de sertão em Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, e o Eixo Leste, favorecerá parte do sertão e a região agreste de Pernambuco e da Paraíba (Figura 1) (MI, 2014). Esses eixos são compostos de canais, estações de bombeamento de água, pequenos reservatórios e usinas hidrelétricas para auto-suprimento, sistemas que atenderão às necessidades de abastecimento de água de municípios do Semiárido, do Agreste Pernambucano e da Região Metropolitana de Fortaleza (RIMA, 2004). O projeto está previsto para ser concluído no final de 2015 (MI, 2014).

Iniciado a partir da captação que ocorre em Cabrobó, o Eixo Norte responde por um volume médio de 45,2 m³ de água por segundo, levando água para cinco rios (Brígida em Pernambuco; Salgado no Ceará; Piranhas-Açu e Apodi no Rio Grande do Norte; e Peixe na Paraíba) e garantindo o fornecimento de água para sete açudes (Chapéu e Entremontes em Pernambuco; Castanhão no Ceará; Engenheiros Ávidos na Paraíba; Pau dos

Ferros, Santa Cruz e Armando Ribeiro Gonçalves no Rio Grande do Norte).
 Devido à sua extensão, foi dividido em cinco trechos (Figura 1) denominados:
 Trechos I, II, III, IV e VI (RIMA, 2004).

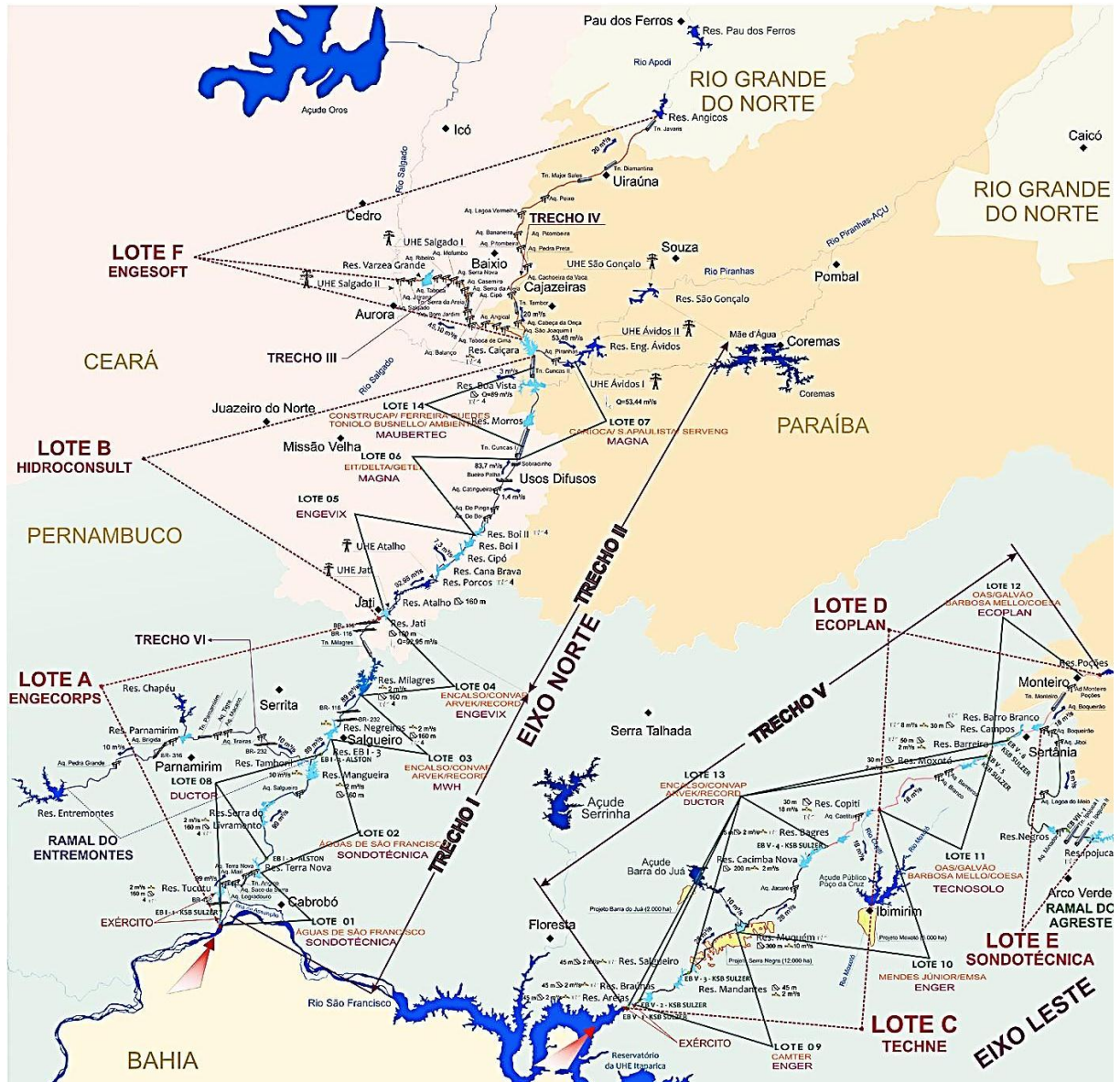


Figura 1: Mapa do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, mostrando os dois eixos: Eixo Norte e Eixo Leste. Fonte: <http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/bacias-da-integracao>

O eixo Norte é composto por, aproximadamente, 402 km de canais artificiais, quatro estações de bombeamento, 22 aquedutos, seis túneis e 26 reservatórios de pequeno porte. Duas pequenas centrais hidrelétricas junto aos reservatórios de Jati e Atalho, no Ceará, com 40 MW e 12 MW de capacidade, respectivamente, estão previstas (RIMA, 2004).

1.2 RISCO DE TRANSMISSÃO DE DOENÇA ATRAVÉS DE MOLUSCOS VETORES

As condições atuais da Bacia do rio São Francisco mostram que os esgotos domésticos, as atividades agropecuárias e a mineração são as principais fontes de poluição e a falta de saneamento básico na região da transposição pode acarretar riscos para a população (Zellhuber & Siqueira, 2007).

Os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Paraíba (eixo Norte) e Bahia (limítrofe a barragem de Sobradinho) são áreas endêmicas de esquistossomose (CVE, 2007) que demonstraram índices de prevalência bem mais elevados em 1996 (Katz & Peixoto, 2000) do que os registrados para período entre 2010 e 2012 (DATASUS, 2014) (Tabela 1).

Tabela 1: Prevalência da esquistossomose nos estados da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco segundo Katz e Peixoto (2000) e Sistema DATASUS (2014), com população estimada.

	Katz e Peixoto (2000)		Sistema DATASUS (2014)	
	População	Prevalência (%)	População	Prevalência (%)
Bahia	12.541.745	10,33	15.044.137	0,1
Ceará	6.809.794	2,86	8.778.576	0,001
Rio Grande do Norte	2.558.660	5,63	3.373.959	0,07
Paraíba	3.305.616	10,94	3.914.421	0,13
Pernambuco	7.399.131	18,00	9.208.550	0,3

Esta grande redução pode refletir a metodologia por não se tratar de inquéritos nacionais. As informações de Katz e Peixoto (2000) foram estimadas e no caso do Sistema DATASUS (2014) baseiam-se em banco de dados. As prevalências da esquistossomose nesses estados podem se elevar com a transposição do rio São Francisco, devido à região apresentar condições favoráveis à transmissão, incluindo a quase ausência de saneamento básico e a presença de moluscos vetores. Além disso, a esquistossomose pode vir a ocorrer em áreas antes indenes (RIMA, 2004) devido à possibilidade da

instalação dos moluscos vetores em biótopos formados pelas águas da transposição do rio São Francisco, antes inexistentes.

Na área do Eixo Norte há registro de duas espécies de planorbídeos vetores da esquistossomose: *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) e *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). É importante ressaltar que *B. straminea* ocorre no município de Sobradinho, no estado da Bahia (Carvalho *et al.*, 2008), onde se inicia as obras da Transposição do rio São Francisco, é capaz de se adaptar às variações ambientais e é a principal responsável pela transmissão da esquistossomose no nordeste brasileiro (Paraense & Corrêa, 1989).

Outros moluscos presentes em ambientes dulcícolas possuem espécies importância médica e veterinária, dentre estes, estão algumas espécies das famílias Lymnaeidae, Planorbidae e Thiaridae, hospedeiras intermediárias de larvas de helmintos que parasitam o homem e animais (Ministério da Saúde, 2007).

Assim, o conhecimento sobre a fauna de moluscos na área da Transposição do rio São Francisco é fundamental para que se possa associar a presença desses moluscos com a possibilidade de infecção por alguma parasitose relacionada a eles, delineando uma estratégia para a melhoria do saneamento básico da área da transposição, além de sua importância à biodiversidade (RIMA, 2004).

2. JUSTIFICATIVA & OBJETIVOS

2.1. JUSTIFICATIVA

As alterações ambientais causadas pela transposição do rio São Francisco em estados do Nordeste brasileiro, com registros de casos de esquistossomose e espécies de moluscos transmissores, justificam os estudos malacológicos na área. Este conhecimento da biodiversidade é fundamental à ciência, e no caso da ocorrência de espécies transmissoras de parasitoses, à saúde.

Assim, a identificação das espécies na área da transposição do rio São Francisco possibilitará determinar a distribuição dos moluscos numa região pouco estudada, caracterizando possivelmente novos registros e ampliando a área de distribuição das espécies. Em relação aos moluscos vetores, o presente trabalho busca identificar as áreas favoráveis à transmissão da esquistossomose ou outras parasitoses associadas à fauna malacológica.

2.2. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a diversidade da malacofauna límnic da área da transposição do rio São Francisco (eixo Norte) nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Identificar as espécies obtidas na área da transposição do rio São Francisco;
- II. Observar a diversidade da malacofauna nos municípios estudados;
- III. Descrever a variação da malacofauna entre os municípios;
- IV. Apontar os riscos de transmissão de parasitoses em relação à ocorrência das espécies vetoras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras foram obtidas pela equipe do Laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz (Laboratório de Referência Nacional em Esquistossomose – Malacologia, LRNEM), Fundação Oswaldo Cruz, entre 2010 e 2012. Foram realizadas cinco campanhas de coleta na área da transposição do rio São Francisco nos períodos entre 5 e 10 de julho 2010 (1ª campanha), 25 e 30 de outubro de 2010 (2ª campanha), 01 a 07 de maio de 2011 (3ª campanha), 21 a 25 de novembro de 2011 (4ª campanha) e 22 a 26 de outubro de 2012 (5ª campanha). Foram contemplados 25 municípios, sendo: três no estado da Bahia (Juazeiro, Orocó e Sobradinho), dois no Ceará (Mauriti e Pena Forte), oito na Paraíba (Aparecida, Bonito de Santa Fé, Cajazeiras, Monte Horebe, Paulista, Pombal, São Bento e Sousa), três em Pernambuco (Cabrobó, Salgueiro e Terra Nova) e nove no Rio Grande do Norte (Açu, Angicos, Caicó, Ipueira, Itajá, Jardim de Piranhas, Jucurutu, São Fernando e São Rafael) (Figura 2).

Os moluscos foram obtidos nos biótopos límnicos com conchas de captura e pinças, em seguida levados ao LRNEM onde foram processados (anestesiados em Hypnol 1% e fixados Railliet-Henry ou Alcool 90%) e mantidos em caixas plásticas.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

Todos os lotes (parte mole e concha) foram analisados, sendo os indivíduos identificados com base nas características morfológicas e conquiológicas com auxílio de bibliografia especializada (Paraense 1972, 1975 e 1986; Simone 2006). Posteriormente foram quantificados, registrados em planilhas de EXCEL e mantidos no LRNEM para serem depositados na Coleção de Moluscos do Instituto Oswaldo Cruz.

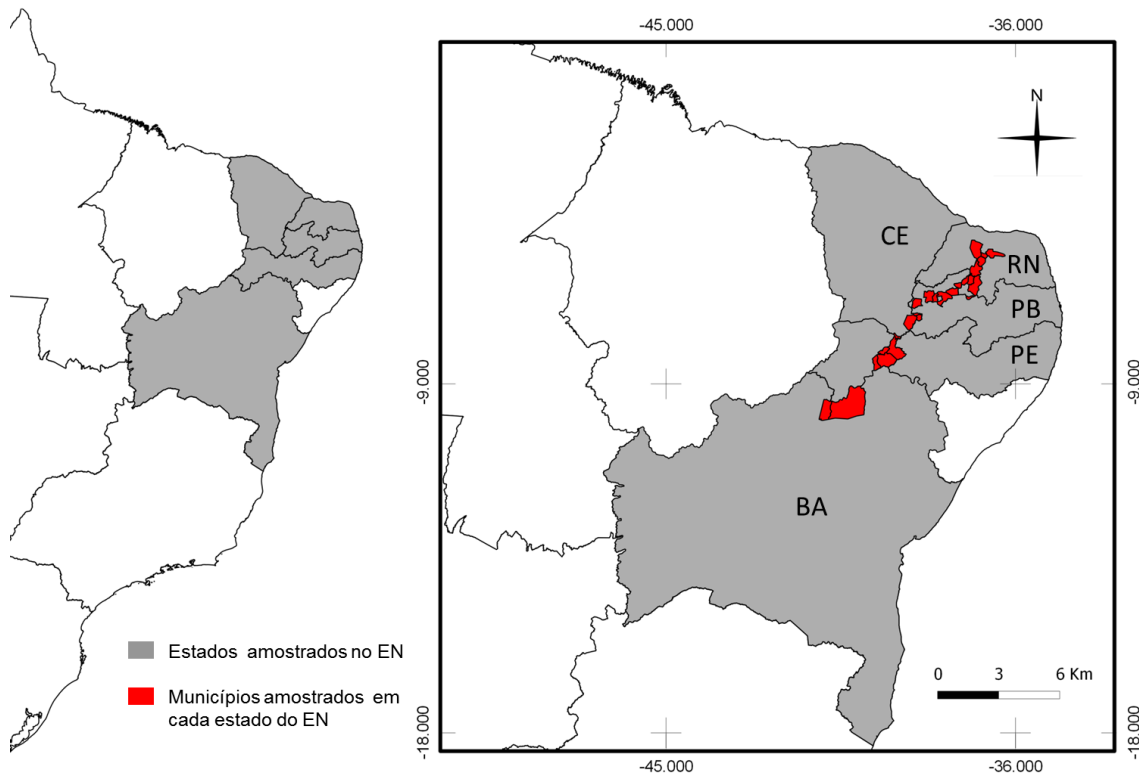


Figura 2: Mapa da costa do Brasil com destaque para a região de estudo, Eixo Norte (EN) do Projeto de Integração do Rio São Francisco que abrange os estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, destacando os municípios onde as amostras foram obtidas. Mapa produzido com o programa QGIS (Sherman *et al.*, 2011).

3.3. ANÁLISE DE DADOS

Foram analisadas apenas as espécies límnicas uma vez que a busca dos moluscos foi especificamente em biótopos límnicos. A riqueza (ou seja, o número de espécies em cada área) foi calculada para todos os municípios.

A diversidade foi calculada pelo índice de Shannon, sensível a presença das espécies raras, identificando a importância relativa das espécies e não apenas a proporção entre as espécies e indivíduos (Wilhm, 1972).

A frequência das espécies, nesse estudo, expressa a relação entre o número de municípios no qual a espécie está presente e o número total de municípios, sendo expressa na seguinte fórmula:

$$F_A = \frac{M_A}{M} \times 100$$

F_A = Frequência da espécie A
 M_A = Número de municípios nos quais a espécie A está presente
 M = Número total de municípios estudados

A dominância entre as espécies foi calculada, sendo expressa pela relação entre o número de indivíduos de determinada espécie e o número de indivíduos de todas as espécies encontradas, na seguinte fórmula:

$$D_A = \frac{N_A}{N_A + N_B + N_C \dots \dots \dots N_N} \times 100$$

D_A = Dominância da espécie A
 $N_A, N_B, N_C \dots \dots N_N$ = Número de indivíduos das espécies A, B, CN.

A dominância é a extensão em que uma ou poucas espécies dominam a comunidade e, convencionalmente, equiparam-se alta diversidade com alta uniformidade (equivalente à baixa dominância) (Magurran, 2013). Já a frequência, classifica as espécies como espécie constante ($F > 50\%$), espécie comum ($10\% > F \leq 50\%$) e espécie rara ($F \leq 10\%$).

Os dados foram analisados pelo software GNU-R (R-Project, 2013) e o programa Primer versão 6.1.13.

4. RESULTADOS

4.1. COMPOSIÇÃO DA MALACOFAUNA NA ÁREA DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO – EIXO NORTE

Foram obtidos 21 táxons límnicos e quatro terrestres, sendo: (i) límnicos: *Asolene meta* (Ihering, 1915); Ancyliidae; *B. straminea*; *Biomphalaria schrammi* (Crosse, 1864); *Biomphalaria* sp.; *Corbicula fluminea* (Müller, 1774); *Corbicula largillierti* Müller, 1774; Corbiculidae; *Drepanotrema anatium* (Orbigny, 1835); *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1839); *Drepanotrema depressissimum* (Moricand, 1837); *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839); *Eupera* sp.; *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774); *Physa acuta* (Draparnaud, 1805); *Physa marmorata* Guilding, 1828; *Plesiophysa* sp.; *Pomacea lineata* (Spix, 1827); *Pomacea* sp.; Risssooidea; e *Sphaerium* sp.; (ii) terrestres: *Cyclodontina* sp.; *Pseudoscychna* sp.; *Rhinus* sp. e *Streptaxis* sp. (Tabela 2 e Figuras 3, 4 e 5). Não foi possível a identificação de todos os táxons a nível específico, pois alguns eram juvenis e/ou apenas concha, sendo algumas desgastadas ou quebradas, impossibilitando a análise dos caracteres diagnósticos.

Em relação aos terrestres, foram encontrados no município de São Bento 21 exemplares de *Cyclodontina* sp., um de *Pseudoscychna* sp. e um exemplar de *Rhinus* sp., e em Bonito de Santa Fé foram obtidos um exemplar de *Rhinus* sp. e três de *Streptaxis* sp.

O número total de moluscos límnicos encontrados nos 25 municípios foi 5510 espécimes, pertencentes às famílias Ampullariidae (442 exemplares), Ancyliidae (199), Corbiculidae (84), Planorbidae (2697), Physidae (155), Sphaeriidae (28) e Thiaridae (1846), além da superfamília Risssooidea (33 exemplares).

Tabela 2: Táxons da malacofauna encontrada no Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.

Classe	Ordem	Família	Espécie		
Bivalvia	Veneroida	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i> <i>Corbicula largillierti</i>		
		Sphaeriidae	<i>Eupera</i> sp. <i>Sphaerium</i> sp.		
Gastropoda	Basommatophora	Ancylidae	-		
		Odontostomidae	<i>Cyclodontyna</i> sp.		
		Physidae	<i>Physa acuta</i> <i>Physa marmorata</i>		
			Planorbidae	<i>Drepanotrema anatium</i> <i>Drepanotrema cimex</i> <i>D. depressissimum</i> <i>Drepanotrema lucidum</i> <i>Biomphalaria</i> sp. <i>B. straminea</i> <i>B. schrammi</i> <i>Plesiophysa</i> sp.	
		Mesogastropoda		Ampullariidae	<i>Asolene meta</i> <i>Pomacea</i> sp. <i>Pomacea lineata</i>
				Thiaridae	<i>M. tuberculata</i>
	Rissooidea			-	
	Stylommatophora	Bulimulidae	<i>Rhinus</i> sp.		
		Streptaxidae	<i>Streptaxis</i> sp.		

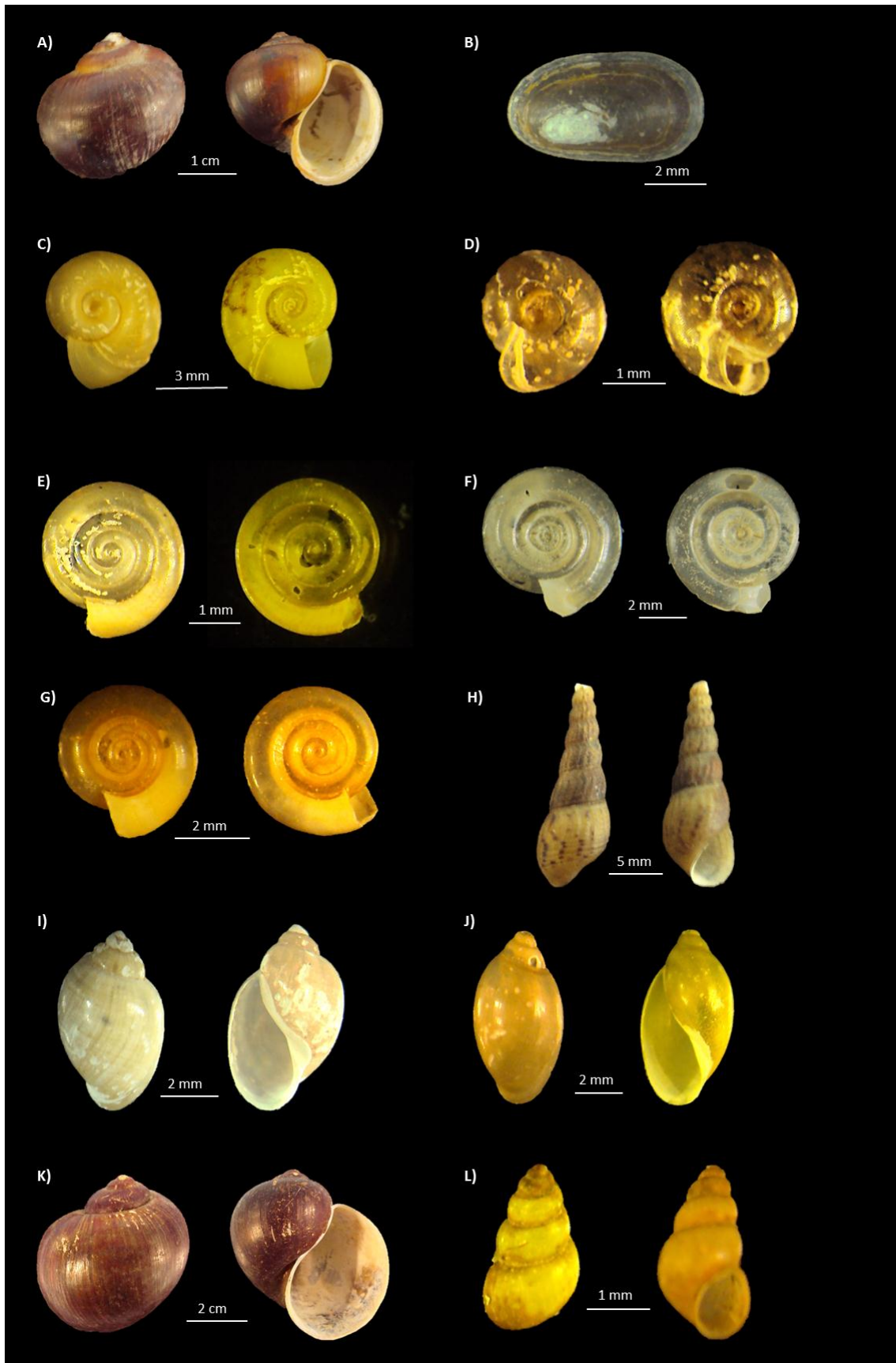


Figura 3: Concha dos táxons límnicos encontrados na área da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil: A) *Asolene meta* (Ihering, 1915); B) Ancyliidae; C) *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848); D) *Drepanotrema anatum* (Orbigny, 1835); E) *Drepanotrema cimex* (Moricand, 1839); F) *Drepanotrema depressissimum* (Moricand, 1837); G) *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839); H) *Melanoide tuberculata* (Müller, 1774); I) *Physa acuta* (Draparnaud, 1805); J) *Physa marmorata* Guilding, 1828; K) *Pomacea lineata* (Spix, 1827); L) Rissoidea. Continua...



Figura 4: Concha dos táxons límnicos encontrados na áreas da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil: M) *Corbicula fluminea* (Müller, 1774); N) *Corbicula largillierti* Müller, 1774 e O) *Eupera* sp..



Figura 5: Concha dos táxons límnicos encontrados na áreas da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil:

4.2. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA MALACOFAUNA NA ÁREA DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO – EIXO NORTE.

Agrupando os municípios por estado, foram obtidos moluscos límnicos na Bahia (11 táxons em Juazeiro, cinco em Orocó e 12 em Sobradinho), Ceará (dez em Mauriti e oito em Pena Forte), Paraíba (sete em Aparecida, quatro em Bonito de Santa Fé, oito em Cajazeiras, cinco em Monte Horebe, quatro em Paulista, sete em Pombal, três em São Bento e dez em Sousa), Pernambuco (quatro em Cabrobó, seis em Salgueiro e 11 em Terra Nova) e Rio Grande do Norte (cinco em Açu, dois em Angicos, nove em Caicó, cinco em Ipueira, um em Itajá, um em Jardim de Piranhas, 10 em Jucurutu, quatro em São Fernando e um em São Rafael) (Tabela 3).

Tabela 3: Táxons encontrados nos municípios amostrados no Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.

	Bilvave					Gastropoda															
	Veneroidea					Basommatophora										Mesogastropoda					
	Corbiculidae	<i>C. fluminea</i>	<i>C. largillierti</i>	<i>Eupera</i> sp.	<i>Sphaerium</i> sp.	Ancylidae	<i>P. acuta</i>	<i>P. marmorata</i>	<i>D. anatum</i>	<i>D. cimex</i>	<i>D. depressissimum</i>	<i>D. lucidum</i>	<i>Biomphalaria</i> sp.	<i>B. straminea</i>	<i>B. schrammi</i>	<i>Plesiophysa</i> sp.	<i>A. meta</i>	<i>Pomacea</i> sp.	<i>P. lineata</i>	<i>M. tuberculata</i>	Rissooidea
Açu/RN						+							+	+				+		+	
Angicos/RN																		+		+	
Caicó/RN						+		+	+	+	+	+		+				+		+	
Ipueira/RN						+					+			+				+		+	
Itajá/RN																		+			
Jardim de Piranhas/RN																		+			
Jucurutu/RN	+	+	+			+					+	+		+				+	+	+	
São Fernando/RN											+	+						+		+	
São Rafael/RN																		+			
Aparecida/PB	+		+	+		+								+				+		+	
Bonito de Santa Fé/PB								+						+				+		+	
Cajazeiras/PB						+			+	+	+	+		+				+		+	
Monte Horebe/PB						+			+				+					+		+	
São Bento/PB														+				+		+	
Paulista/PB			+											+				+		+	
Pombal/PB			+			+		+			+			+				+		+	
Sousa/PB	+			+		+		+			+	+		+	+			+		+	
Cabrobó/PE						+					+			+				+			
Salgueiro/PE										+	+	+		+				+		+	
Terra Nova/PE	+	+				+		+	+	+	+	+		+				+		+	
Mauriti/CE				+		+		+		+	+	+		+		+		+	+	+	
Pena Forte/CE				+	+	+		+		+	+	+		+				+		+	
Juazeiro/BA	+	+	+			+	+						+				+	+	+	+	+
Orocó/BA		+		+														+		+	+
Sobradinho/BA		+	+				+	+			+	+		+			+	+	+	+	+

Os biótopos investigados com relação à malacofauna límnic são relacionados na Tabela 4. Sendo que, em alguns municípios as buscas nos biótopos favoráveis à ocorrência de moluscos límnicos foram realizadas em mais de uma campanha por ser área com ocorrência de casos registrados de esquistossomose ou com suspeita de casos segundo os agentes de saúde locais, como em Jucurutu, Mauriti, Pombal, Sousa e Terra Nova.

Em relação à espécie vetora da esquistossomose e a espécie exótica competidora *M. tuberculata*, dentre os 25 municípios estudados, em 15 deles (Açu, Aparecida, Bonito de Santa Fé, Caicó, Cajazeiras, Ipueiras, Jucurutu, Mauriti, Paulista, Pombal, São Bento, Salgueiro, Sobradinho, Sousa e Terra Nova) ambas estavam presentes, um município (Cabrobó) apresentou *B. straminea*, mas não *M. tuberculata* e o inverso ocorreu em cinco municípios (Angicos, Juazeiro, Monte Horebe, Orocó e São Fernando) e quatro deles (Itajá, Jardim de Piranhas, Pena Forte e São Rafael) ocorriam apenas outras espécies (Figura 6).

Tabela 4: Coordenadas dos biótopos onde foram encontrados a malacofauna límnic da região do Eixo Norte, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, da transposição dos Rio São Francisco.

	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha	5ª Campanha
Açu/RN	—	S 05 ⁰ 36' 49.2" W S 36 ⁰ 53' 44.3" W	S 05 ⁰ 36' 49.2" W S 36 ⁰ 53' 44.5" W	—	—
Angicos/RN	—	—	S 05 ⁰ 47' 37.6" W S 36 ⁰ 53' 57.8" W	—	—
Caicó/RN	—	S 06 ⁰ 27' 23.7" W S 37 ⁰ 05' 19.0" W S 06 ⁰ 28' 17.5" W S 37 ⁰ 06' 01.9" W	S 06 ⁰ 26' 52.4" W S 37 ⁰ 08' 21.5" W	—	—
Ipueira/RN	—	—	—	—	S 06 ⁰ 46' 30.3" W S 37 ⁰ 12' 02.8" W S 06 ⁰ 46' 42.4" W S 37 ⁰ 11' 53.5" W S 06 ⁰ 49' 20.3" W S 37 ⁰ 10' 46.6" W S 06 ⁰ 48' 45.2" W S 37 ⁰ 11' 35.3" W
Itajá/RN	—	S 05 ⁰ 38' 21.2" W S 36 ⁰ 52' 10.8" W S 05 ⁰ 40' 01.5" W S 36 ⁰ 52' 35.9" W	S 05 ⁰ 40' 31.2" W S 36 ⁰ 52' 21.7" W	—	—
Jardim de Piranhas/RN	—	S 06 ⁰ 22' 39.0" W S 37 ⁰ 21' 16.7" W	S 06 ⁰ 22' 57.2" W S 37 ⁰ 20' 12.4" W	—	—
Jucurutu/RN	—	S 06 ⁰ 02' 26.7" W S 37 ⁰ 01' 43.4" W	S 06 ⁰ 01' 58.5" W S 37 ⁰ 01' 20.6" W S 06 ⁰ 02' 27.5" W S 37 ⁰ 01' 42.4" W S 06 ⁰ 02' 11.0" W S 37 ⁰ 01' 16.5" W	—	S 06 ⁰ 02' 44.4" W S 37 ⁰ 01' 41.1" W S 06 ⁰ 01' 56.5" W S 37 ⁰ 01' 0.90" W S 06 ⁰ 04' 07.5" W S 37 ⁰ 03' 28.8" W S 06 ⁰ 02' 28.1" W S 37 ⁰ 01' 44.1" W S 06 ⁰ 01' 59.3" W S 37 ⁰ 01' 20.2" W S 06 ⁰ 01' 55.3" W S 37 ⁰ 01' 32.1" W
São Fernando/RN	—	S 06 ⁰ 22' 32.6" W S 37 ⁰ 11' 09.6" W S 06 ⁰ 22' 38.6" W	S 06 ⁰ 22' 32.5" W S 37 ⁰ 11' 10.4" W S 06 ⁰ 22' 37.5" W	—	—

		S 37 ⁰ 10' 45.6" W	S 37 ⁰ 10' 54.4" W		
São Rafael/RN	—	S 05 ⁰ 48' 01.2" W	S 05 ⁰ 40' 46.3" W	—	—
		S 36 ⁰ 55' 07.4" W	S 36 ⁰ 36' 16.5" W		
			S 05 ⁰ 45' 33.7" W		
			S 36 ⁰ 45' 23.2" W		
Aparecida/PB	—	S 06 ⁰ 48' 28.6" W	—	—	—
		S 38 ⁰ 05' 45.1" W			
Bonito de Santa Fé/PB	—	S 07 ⁰ 19' 25.3" W	—	—	—
		S 38 ⁰ 31' 56.4" W			
Cajazeiras/PB	—	S 06 ⁰ 58' 53.5" W	S 06 ⁰ 53' 33.2" W	—	—
		S 38 ⁰ 27' 10.6" W	S 38 ⁰ 29' 07.9" W		
Monte Horebe/PB	—	S 07 ⁰ 13' 08.3" W	—	—	—
		S 38 ⁰ 34' 36.6" W			
São Bento/PB	—	S 06 ⁰ 28' 41.5" W	S 06 ⁰ 31' 10.5" W	—	—
		S 37 ⁰ 26' 45.9" W	S 37 ⁰ 29' 15.5" W		
Paulista/PB	—	S 06 ⁰ 35' 14.5" W	—	—	—
		S 37 ⁰ 37' 16.6" W			
Pombal/PB	—	S 06 ⁰ 46' 10.0" W	S 06 ⁰ 46' 46.3" W	—	—
		S 37 ⁰ 48' 18.5" W	S 37 ⁰ 48' 42.4" W		
Sousa/PB					S 06 ⁰ 44' 0.9" W
					S 38 ⁰ 15' 51.7" W
		S 06 ⁰ 43' 54.9" W	S 06 ⁰ 50' 38.4" W		S 06 ⁰ 50' 15.7" W
		S 38 ⁰ 15' 41.3" W	S 38 ⁰ 18' 47.7" W		S 38 ⁰ 18' 38.9" W
	—	S 06 ⁰ 50' 38.6" W	S 06 ⁰ 50' 14.2" W	—	S 06 ⁰ 50' 56.4" W
		S 38 ⁰ 18' 47.7" W	S 38 ⁰ 16' 49.3" W		S 38 ⁰ 18' 04.1" W
			S 06 ⁰ 49' 04.1" W		S 06 ⁰ 50' 50.0" W
			S 38 ⁰ 15' 37.2" W		S 38 ⁰ 18' 33.6" W
			S 06 ⁰ 47' 34.6" W		S 06 ⁰ 50' 15.5" W
			S 38 ⁰ 15' 19.9" W		S 38 ⁰ 18' 49.1" W
			S 06 ⁰ 43' 54.9" W		S 06 ⁰ 50' 16.9" W
			S 38 ⁰ 15' 41.3" W		S 38 ⁰ 18' 48.1" W
					S 06 ⁰ 50' 40.2" W
					S 38 ⁰ 18' 49.1" W
					S 06 ⁰ 49' 27.8" W
					S 38 ⁰ 18' 20.6" W
					S 06 ⁰ 49' 27.0" W
					S 38 ⁰ 18' 10.7" W
					S 06 ⁰ 50' 15.4" W
					S 38 ⁰ 18' 36.4" W
					S 06 ⁰ 50' 19.4" W
					S 38 ⁰ 18' 44.4" W
Cabrobó/PE	—	—	—	—	—
Salgueiro/PE		S 08 ⁰ 04' 19.9" W			

	S 39 ⁰ 07' 05.5" W	—	—	—	—
	S 08 ⁰ 09' 35.9" W				
	S 39 ⁰ 17' 36.2" W				
Terra Nova/PE				S 08 ⁰ 13' 33.7" W	
				S 39 ⁰ 23' 04.1" W	
	S 08 ⁰ 26' 56.2" W		S 08 ⁰ 13' 47.4" W	S 08 ⁰ 13' 28.4" W	
	S 39 ⁰ 25' 37.6" W		S 39 ⁰ 22' 38.2" W	S 39 ⁰ 23' 15.0" W	
	S 08 ⁰ 19' 29.8" W		S 08 ⁰ 13' 58.4" W	S 08 ⁰ 13' 25.9" W	
	S 39 ⁰ 20' 46.3" W		S 39 ⁰ 22' 44.3" W	S 39 ⁰ 23' 16.1" W	
	S 08 ⁰ 13' 44.8" W		S 08 ⁰ 13' 36.5" W	S 08 ⁰ 13' 44.5" W	
	S 39 ⁰ 22' 24.7" W		S 39 ⁰ 22' 25.7" W	S 39 ⁰ 22' 25.1" W	
				S 08 ⁰ 13' 09.9" W	
				S 39 ⁰ 22' 40.7" W	
				S 08 ⁰ 13' 58.9" W	
		—		S 39 ⁰ 22' 46.2" W	—
				S 08 ⁰ 07' 07.8" W	
				S 39 ⁰ 26' 04.1" W	
				S 08 ⁰ 07' 11.3" W	
				S 39 ⁰ 26' 08.9" W	
				S 08 ⁰ 09' 46.0" W	
				S 39 ⁰ 25' 45.7" W	
				S 08 ⁰ 12' 27.0" W	
				S 39 ⁰ 24' 34.0" W	
				S 08 ⁰ 12' 37.8" W	
				S 39 ⁰ 24' 45.8" W	
				S 08 ⁰ 15' 03.7" W	
				S 39 ⁰ 22' 16.4" W	
				S 08 ⁰ 13' 57.5" W	
				S 39 ⁰ 22' 37.6" W	
				S 08 ⁰ 13' 37.7" W	
				S 39 ⁰ 22' 23.8" W	
Mauriti/CE			S 07 ⁰ 28' 04.3" W		
	S 07 ⁰ 30' 08.0" W	S 07 ⁰ 20' 08.2" W	S 38 ⁰ 46' 21.5" W		
	S 38 ⁰ 44' 50.4" W	S 38 ⁰ 40' 18.0" W	S 07 ⁰ 28' 31.1" W	—	—
			S 38 ⁰ 46' 14.6" W		
			S 07 ⁰ 28' 27.1" W		
			S 38 ⁰ 46' 28.5" W		
Pena Forte/CE	S 07 ⁰ 49' 11.4" W	—	—	—	—
	S 39 ⁰ 05' 39.4" W				
Juazeiro/BA	S 09 ⁰ 28' 07.6" W				
	S 40 ⁰ 34' 17.9" W				
	S 09 ⁰ 28' 00.3" W				
	S 40 ⁰ 34' 52.0" W	—	—	—	—

	S 09 ⁰ 27' 14.5" W			
	S 40 ⁰ 28' 31.5" W			
	S 09 ⁰ 27' 05.4" W			
	S 40 ⁰ 23' 02.5" W			
Orocó/BA	S 08 ⁰ 32' 42.9" W	—	—	—
	S 39 ⁰ 27' 17.8" W			
Sobradinho/BA	S 09 ⁰ 28' 07.3" W			
	S 40 ⁰ 49' 56.3" W			
	S 09 ⁰ 27' 27.1" W	—	—	—
	S 40 ⁰ 48' 29.2" W			
	S 09 ⁰ 26' 37.5" W			
	S 40 ⁰ 48' 32.2" W			

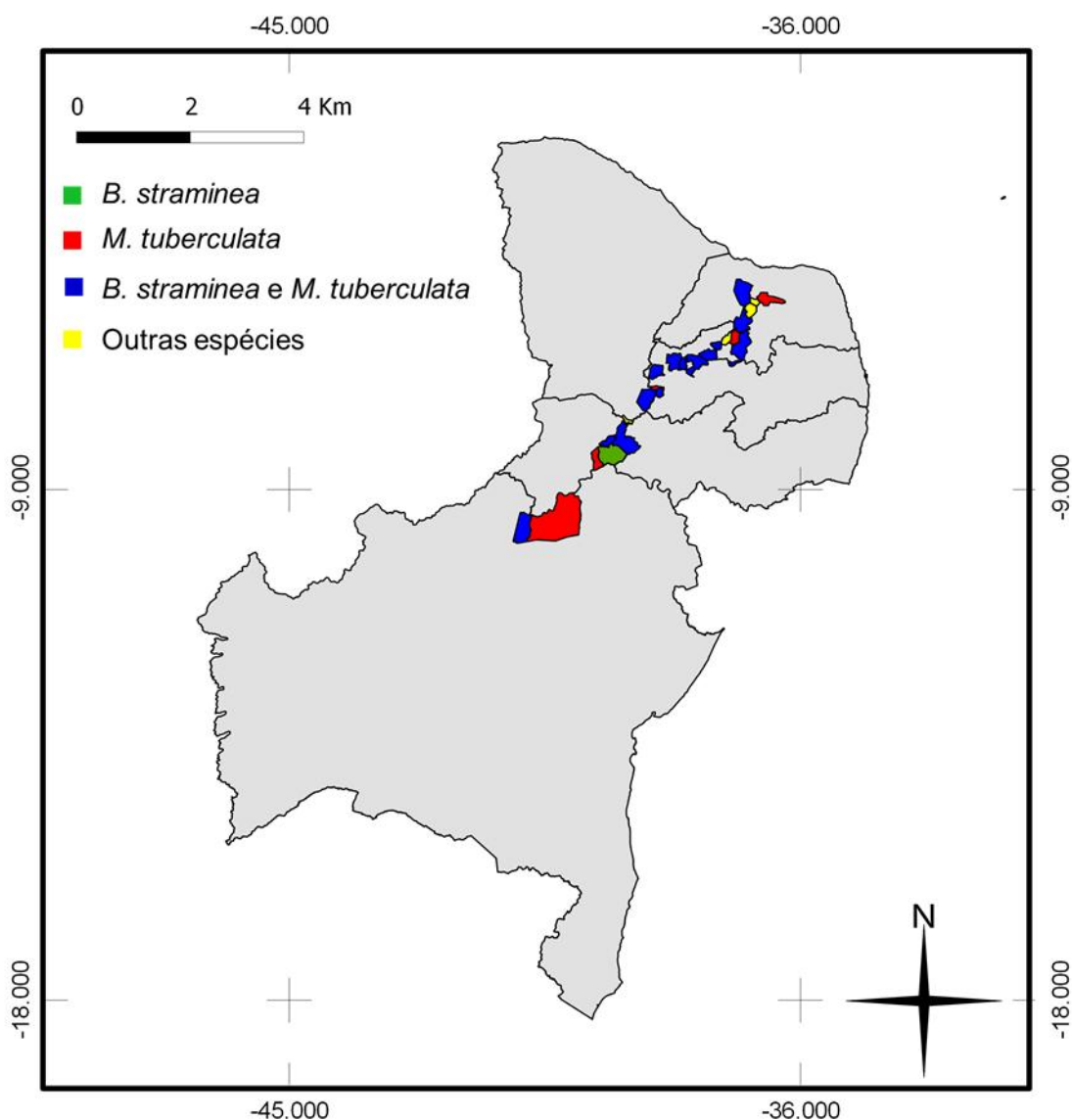


Figura 6: Mapa das ocorrências das principais espécies encontradas nos municípios estudados no eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.

B. straminea, bem como *M. tuberculata*, foram encontrada em uma variedade de biótopos tanto na área urbana como na rural, sendo eles: balneários, rios, valas na cidade e algumas próximas a escolas, lagoas, açudes, canais de irrigação, riachos e barragens. *M. tuberculata* também foi encontrada em diversos biótopos, sendo balneários, rios, valas, açudes, canais de irrigação, riacho próximo a escola, lagoas, barragens e alagados.

4.3. DIVERSIDADE DA MALACOFAUNA NA ÁREA DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO – EIXO NORTE.

O índice de diversidade de Shannon (H') variou de 0 a 1,76, sendo que os valores de diversidade foram significativos para os municípios de Sobradinho ($H'=1,76$), Pena Forte ($H'=1,68$) e Caicó ($H'=1,61$). A diversidade para os demais municípios não foi significativa (Tabela 5), pois segundo Magurran (1988), o índice de diversidade de Shannon é significativo quando os valores encontram-se entre 1,5 a 3,5.

Tabela 5: Valores de diversidade obtidos pelo índice de Shannon (H') para cada município amostrado no eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.

	H'
Açu	0,75
Angicos	0,53
Caicó	1,61
Ipueira	0,67
Itajá	0
Jardins de Piranhas	0
Jurucutu	1,44
São Fernando	1,30
São Rafael	0
Aparecida	0,85
Bonito de Santa Fé	1,34
Cajazeiras	1,05
Monte Horebe	0,84
São Bento	1,09
Paulista	1,31
Pombal	0,87
Sousa	1,27
Cabrobó	0,95
Salgueiro	1,44
Terra Nova	1,25
Mauriti	1,31
Pena Forte	1,68
Juazeiro	1,38
Orocó	1,19
Sobradinho	1,76

A frequência da malacofauna na área estudada indicou 5 taxons como constante (*Ancylidae*, *B. straminea*, *D. depressissimum*, *M. tuberculata* e *Pomacea* sp.), 11 como comum (*Biomphalaria* sp., *Corbiculidae*, *C. fluminea*, *C. largillerti*, *D. anatium*, *D. cimex*, *D. lucidum*, *Eupera* sp. *P. lineata*, *P. marmorata* e *Rissooidea*) e 5 como raro (*A. meta*, *B. schrammi*, *Plesiophysa*

sp., *P. acuta* e *Sphaerium* sp.).

Quando analisados separadamente, nos cinco estados analisados, os resultados foram: (i) Bahia – constantes: *C. fluminea*, *C. largillerti*, *D. depressissimum*, *M. tuberculata*, *P. acuta*, *Pomacea* sp., *P. lineata* e Rissoidea; e comuns: Ancyliidae, *Biomphalaria* sp., *B. straminea*, Corbiculidae, *D. lucidum*, *Eupera* sp. e *P. marmorata*); (ii) Ceará – constantes: Ancyliidae, *B. straminea*, *D. depressissimum*, *D. lucidum*, *Eupera* sp., *P. marmorata*, *Pomacea* sp. e *M. tuberculata*); e comuns: *D. cimex*, *M. tuberculata*, *Plesiophysa* sp. e *Sphaerium* sp.); (iii) Paraíba – constantes: Ancyliidae, *B. straminea*, *Pomacea* sp. e *M. tuberculata*; e comuns: Corbiculidae, *C. largillerti*, *D. anatum*, *D. cimex*, *D. depressissimum*, *D. lucidum* e *P. marmorata*; (iv) Pernambuco – constantes: Ancyliidae, *B. straminea*, *D. depressissimum*, *D. lucidum*, *M. tuberculata* e *Pomacea* sp.; e comuns: Corbiculidae, *C. fluminea*, *D. anatum* e *P. marmorata*; e (v) Rio Grande do Norte – constantes: *M. tuberculata* e *Pomacea* sp.; comuns: Ancyliidae, *B. straminea*, Corbiculidae, *C. fluminea*, *C. largillerti*, *D. anatum*, *D. cimex*, *D. depressissimum*, *D. lucidum*, *P. marmorata* e *P. lineata*. Não houve espécies raras para nenhum dos estados estudados.

Os táxons com maior dominância foram: *Biomphalaria straminea* (37,2%) e *Melanoïdes tuberculata* (34%). A dominância da *B. straminea* foi mais elevada nos municípios de Terra Nova (9%), Mauriti (8%), Sousa (6%) e Jucurutu (4%), enquanto que de *M. tuberculata* foi mais elevada em Jucurutu (6%), Mauriti (5%) e Pombal (4%) (Tabela 6).

Tabela 6: Táxons dominantes nos municípios amostrados no eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil.

Município/UF	Dominância (%)	
	B. straminea	M. tuberculata
Açu/RN	0,2	0,5
Angicos/RN	0	0,1
Caicó/RN	0,1	0,2
Ipueira/RN	1	2
Itajá/RN	0	0
Jardim de Piranhas/RN	0	0
Jucurutu/RN	4	6
São Fernando/RN	0,6	2
São Rafael/RN	0	0
Aparecida/PB	1	0,7
Bonito de Santa Fé/PB	0,1	0,3
Cajazeiras/PB	0,1	2
Monte Horebe/PB	0	0,4
São Bento/PB	1	2
Paulista/PB	0,4	0,8
Pombal/PB	4	4
Sousa/PB	6	3
Cabrobó/PE	0,1	0
Salgueiro/PE	0,6	0,1
Terra Nova/PE	9	2
Mauriti/CE	8	5
Pena Forte/CE	0	0
Juazeiro/BA	0	0,8
Orocó/BA	0	0,1
Sobradinho/BA	1	2

5. DISCUSSÃO

Os moluscos terrestres encontrados na área de estudo são encontrados no território brasileiro (Salgado & Coelho, 2003). Os moluscos terrestres serão encaminhados ao Setor de Malacologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro para serem identificados especificamente. Os moluscos do gênero *Cyclodontina* são bem diversificados e encontrados em regiões tropicais e subtropicais do Brasil (Simone, 2006), já o gênero *Rhinus* pode ser encontrado da região Norte a região Sul (Dutra-Clarke e Souza, 1991; Dornellas e Simone, 2011; Rosso e Darolt, 2011). O gênero *Streptaxis* possui várias espécies registradas no Brasil, que estão distribuídas na Bahia, Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (Liggia, 2014).

Moluscos límnicos como, *B. straminea*, *M. tuberculata* e *Pomacea* sp. são amplamente distribuídos pelo território brasileiro havendo vários registros, entre eles, Paraense (1975), Milward-de-Andrade *et al.* (1978) e Thiengo (1995). Destaque às espécies exóticas como *C. fluminea*, *C. largillierti* e *M. tuberculata* devido à possibilidade de sua expansão em consequência da transposição do rio São Francisco. Um problema ecológico da introdução de *Corbicula* é o seu potencial invasor, principalmente na ausência de um predador natural, dessa forma podendo colocar em risco de extinção as espécies nativas (Renard, *et al.*, 2000). Recentemente Santos *et al.* (2012) documentaram os impactos ambientais e econômicos, os danos à saúde, a origem, dispersão e distribuição dos corbiculídeos no Brasil, citando tanto *C. fluminea* quanto *C. largillierti* para o Nordeste brasileiro. Sua dispersão no mundo se deve, principalmente, através de água de lastro (Mansur & Garces, 1988). *Corbicula* spp. tem grande importância econômica, pois em alta densidade populacional causa danos para sistemas de abastecimento de água (canalização de águas) e para usinas hidrelétricas, gerando prejuízos tanto para a população em geral como para os empresários (Mansur & Garces, 1988).

Quanto à *M. tuberculata*, é uma espécie introduzida de origem afroasiática encontrada em praticamente todas as regiões hidrográficas brasileiras, exceto no extremo sul da Bacia do Atlântico Sul e Sudeste (Santos, et al., 2012). Em sua revisão sobre esta espécie invasora, estes autores relataram sua importância médico-veterinária, pois atua como hospedeira intermediária dos trematódeos *Paragonimus westermani* (Kerbert, 1878), *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875), *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924), *Philophthalmus gralli* Mathis e Lager, 1910 e *Haplorchis pumilio* (Looss, 1896), responsáveis respectivamente pela transmissão da paragonomíase, clonorquíase, centrocestíase, filofitalmíase e haplorquíase, respectivamente.

Na área do Eixo Norte, *M. tuberculata* foi a segunda mais dominante. Trata-se de uma espécie invasora que se reproduz por partenogênese e com grande resistência à dessecação (Santos, et al., 2012). Thiengo *et al.* (2005) documentaram a redução populacional de uma espécie nativa no rio Tocantins devido a colonização de *M. tuberculata* e Fernandez *et al.* (2003) observaram o deslocamento de uma população de *B. glabrata* no Rio de Janeiro pelo mesmo motivo.

O gênero *Biomphalaria* pode ser encontrado em uma ampla variedade de coleções de água doce, paradas ou pouco correntes, e pode tolerar grandes variações nas físicas, químicas e biológicas do ambiente (Paraense, 1972). A ocorrência de populações de *M. tuberculata* e *Biomphalaria* spp., em sintopia, mostrou a existência de competição entre elas, indicando o controle biológico da espécie exótica sobre a vetora da esquistossomose (como, Pointier *et al.* 1993). Na área da transposição do rio São Francisco, embora haja relato das espécies no mesmo município, não há como avaliar a ocorrência de competição entre elas com base nos dados presentes. Estudos posteriores enriqueceriam esta abordagem.

Em relação às três espécies vetoras naturais da esquistossomose no Brasil, *B. straminea* é a que melhor se adapta às variadas condições ambientais e é a principal responsável pela transmissão da esquistossomose na região Nordeste do país (Paraense, 1986, 1989). Na área estudada foi a espécie mais dominante, o que é preocupante devido à possibilidade da dispersão da mesma devido às obras, bem como do aumento dos casos de esquistossomose na região. Outra preocupação se deve a sua ocorrência

desta espécie em áreas de recreação e lazer dos humanos, espaços já existentes ou novos formados pela transposição do rio São Francisco.

Além de *M. tuberculata*, espécies de *Pomacea* já foram utilizadas no controle biológico de *Biomphalaria* (Pauliny e Paulini, 1791; Milward-de-Andrade *et al.*, 1978). Os ampulárideos são considerados os maiores gastrópodes de água doce (Thiengo, 1995) e seu potencial enquanto espécie competidora é questionada, pois o fato da ingestão de bionfalárias jovens, bem como de seus ovos, se dá pelo hábito alimentar de *Pomacea* spp. e não porque haja um caráter seletivo de predação (Paraense, 1987). Os ampulárideos costumam habitam águas de curso lento e podem suportar ambientes poluídos, como os de esgotos urbanos (Paraense, 1981). Em todos os municípios estudados da área da transposição do rio São Francisco houve indivíduos identificados apenas como *Pomacea* sp. decorrente do grande encontro de conchas (em sua maioria jovens), impossibilitando a identificação específica.

A não identificação específica dos táxons obviamente refletiu na análise dos dados, por exemplo, indicar Ancyliidae como frequente pode ser devido à presença de diferentes gêneros ou espécies na região, grupos estes não necessariamente frequentes. Para dirimir este questionamento, as amostras serão encaminhadas aos especialistas de cada grupo, por exemplo, ancilídeos à Dra. Sonia Barbosa dos Santos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Os resultados do presente trabalho ampliam a distribuição das espécies no Brasil, bem como novos registros podem ser apontados, como *B. schrammi* em Sousa.

Como comentado anteriormente, no município de Sobradinho é feita a captação das águas do rio Francisco para ser distribuída para o eixo Norte da transposição (Castro, 2011) e a possibilidade da dispersão da malacofauna é factível. A maior diversidade da malacofauna foi neste município o que possibilita alterar a biodiversidade dos demais municípios e, em relação à saúde pública, aumentar a chance de distribuição de parasitoses veiculadas por moluscos a áreas as quais ainda não existiam. A esquistossomose, principal parasitose humana transmitida por moluscos vetores, está relacionada à ausência ou precariedade de saneamento básico (Miranda *et al.* 1998), condição predominante nos municípios da região semiárida do Nordeste.

Embora medidas preventivas à instalação da esquistossomose em novas áreas sejam executadas há anos, ainda a esquistossomose é um problema de saúde pública que acometer milhões de pessoas no Brasil (DATASUS, 2014).

O Programa de Controle da Esquistossomose (PCE) implementado em 1975 (Teixeira & Paim, 1990), sofreu nesses anos mudanças nominais, organizacionais e executáveis, por exemplo, a forma de tratamento (inicialmente em massa e atualmente indivíduos com diagnóstico confirmado). Segundo o Ministério da Saúde (2007), o Brasil gastou milhões de reais com o controle da esquistossomose, investindo no controle dos hospedeiros intermediários através da administração de moluscicida ou por meio do controle biológico, em melhorias no saneamento básico, sistema de saúde pública, abastecimento de água e na educação ambiental, além do tratamento do portador da doença. O presente estudo serve de base para a realização de medidas preventivas nos municípios da área da transposição, sejam elas de caráter biológico (como o monitoramento das populações dos vetores e a pesquisa da helmintofauna associada) ou voltadas à saúde e à educação.

Não há dúvida quanto ao potencial risco para a transmissão de esquistossomose na região do Eixo Norte, pois além de possuir populações de *B. straminea*, a região apresenta precárias condições sanitárias (Zellhuber & Siqueira, 2007), o que conseqüentemente pode fechar o ciclo da doença e aumentar a prevalência dessa parasitose no Brasil. Assim, é necessária a implementação de medidas que visem à melhoria do saneamento básico, do abastecimento de água, bem como o esclarecimento da comunidade a cerca dessa parasitose.

6. CONCLUSÕES

- Foram observados 21 táxons límnicos e quatro terrestres na área do Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco, representados pelas famílias Ampullariidae, Ancyliidae, Bulimulidae, Corbiculidae, Planorbidae, Physidae, Odontostomidae, Sphaeriidae, Streptaxidae, Thiaridae, além da Superfamília Rissoidae.
- O município de Sobradinho apresentou 12 táxons e sendo o local da captação das águas ao Eixo Norte, a possibilidade da alteração na diversidade da malacofauna nos demais municípios é possível, bem como o aumento da chance de distribuição de parasitoses veiculadas por moluscos a áreas as quais ainda não existiam.
- As espécies dominantes foram *M. tuberculata* e *B. straminea*, sendo a primeira uma espécie exótica capaz de transmitir parasitoses humanas e a outra a principal espécie vetora da esquistossomose no Nordeste do Brasil. Este fato reforça a necessidade do aumento da vigilância em saúde devido, inclusive, as precárias condições sanitárias locais. Ações de educação em saúde com as comunidades são indicadas.
- O presente estudo ampliou a distribuição geográfica dos moluscos no Brasil e apontou novos registros nos municípios estudados, como *B. schrammi* e *Plesiophysa* sp. Estudos complementares devem ser realizados buscando caracterizar os táxons especificamente, sendo necessárias análises morfológicas e/ou moleculares, bem como o retorno a algumas localidades onde foram obtidas apenas conchas ou jovens.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, O. S., Amaral, R. S., Dutra, L. V., Scholte, R. G., & Guerra, M. A. (2008). Distribuição espacial de *Biomphalaria glabrata*, *B. straminea* e *B. tenagophila*, hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* no Brasil. In: C. P. Carvalho OS, *Schistosoma mansoni e Esquistossomose: um visão multidisciplinar* (pp. 393-418). Rio de Janeiro: FIOCRUZ.

Castro, C. N. (2011). *Transposição do Rio São Francisco: análise de oportunidade do projeto*. Rio de Janeiro: Ipea.

CVE. (2007). *Centro de Vigilância Epidemiológica. Vigilância epidemiológica e controle da esquistossomose*. São Paulo: Governo de São Paulo.

DATASUS. (2014). *Ministério da Saúde*. Acesso em 08 de maio de 2014, disponível em Departamento de Informática do Sus: <http://tabnet.datasus.gov.br>

Dornellas, A. P., & Simone, L. R. (2011). Annotated list of typo specimens of molluks deposited in Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Brazil. *42*, 1-81.

Dutra-Clarke, A. V., & Souza, F. B. (1991). Bulimulidae (Gastropoda, Sytelommatophora) do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, *7*, 289-304.

Fernandez, M. A., Thiengo, S. C., & Simone, L. R. (2003). Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. *The Nautilus*, *117*, 78-82.

IBGE. (2014). Acesso em 08 de maio de 2014, disponível em Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística : <http://www.ibge.gov.br/home/>

Katz, N., & Peixoto, S. V. (2000). Análise crítica da estimativa do número de portadores de esquistossomose mansoni no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, *33*, 303-308.

Liggia, B. (2014). *WMSDB - Worldwide Mollusc Species Data Base*. Acesso em 15 de junho de 2014, disponível em <http://www.bagniliggia.it/WMSD/HtmFamily/STREPTAXIDAEM6.htm>

Magurran, A. E. (2013). *Medindo a diversidade biológica*. Curitiba: Editora da UFPR.

Mansur, M. C., & Garces, L. M. (1988). Ocorrência e densidade de *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) e *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) na Estação Ecológica de Taim e áreas adjacentes, Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). *Iheringia Série Zoologia*, 68, 99-115.

MI. (2014). *Ministério de Integração Nacional*. Acesso em 20 de Janeiro de 2014, disponível em <http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/projeto-sao-francisco1>

Milward-de-Andrade, R., Carvalho, O. S., & Guimarães, C. T. (1978). Alguns dados biológicos de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856), predador-competidor de hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907. *Revista de Saúde Pública de São Paulo*, 12, 78-89.

Ministério da Saúde. (2007). *Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica : diretrizes técnicas : Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE)* (2ª ed.). Brasília: Editora do Ministério da Saúde.

Miranda, R. A., Xavier, F. B., & Menezes, R. C. (1998). Parasitismo intestinal em uma aldeia indígena Parakanã, sudeste do estado do Pará, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, 14, 507-511.

Paraense, W. L. (1972). Fauna planorbídica do Brasil. In: C. S. Lacaz, & B. Siqueira Jr., *Introdução à geografia médica do Brasil* (pp. 213-239). São Paulo: Edgard Blucher, Universidade de São Paulo.

Paraense, W. L. (1975). Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros. *Arquivos Museu Nacional de Rio de Janeiro*, 55, 105-128.

Paraense, W. L. (1981). Gastropoda. In: G. R. Hurlbert, & N. D. Santos, *Aquatic Biota of Tropical South América, part. 2: Anarthropoda*. (pp. 200-207). Califórnia: San Diego State University.

Paraense, W. L. (1986). *Physa marmorata* Guilding, 1828 (Pulmonata: Physidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 81, 459-469.

Paraense, W. L. (1987). Control of Schistosomiasis mansoni: An Outlook from current expectation. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 82, 1-12.

Paraense, W. L., & Corrêa, L. (1989). A potencial vector of *Schistosoma mansoni* in Uruguay. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84, 281-288.

Pauliny, H. M., & Paulini, E. (1791). Observações de laboratório sobre o controle biológico de *Biomphalaria glabrata* pela *Pomacea* sp. (*Ampullaria*). *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*, 23, 135-149.

Pointier, J. P., Théron, A., & Borel, G. (1993). Ecology of the introduced snail *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) in relation to *Biomphalaria glabrata* in the Marshy forest zone of Guadeloupe, French West Indies. *Journal Molluscan Studies*, 59, 421-428.

Renard, E., Bachmann, V., Cariou, M. L., & Moreteau, J. C. (2000). Morphological and molecular freshwater species of the genus *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidea) suggest the presence of three taxa in French rivers. *Molecular Ecology*, 9, 2009-2016.

RIMA. (2004). *Projeto de Integração do Rio São Francisco com a Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)*. Brasil: Ministério de Integração Nacional.

Rosso, P., & Darolt, S. M. (2011). Gastrópodes terrícolas na estação ecológica Costão da Serra Siderópolis. *Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IF-SC*, 1, 1-3.

R-Project. (2013). Acesso em 08 de Outubro de 2013, disponível em The R project for statistical computing: <http://www.r-project.org/>

Salgado, N. C., & Coelho, A. C. (2003). Moluscos terrestres do Brasil (Gastrópodes operculados ou não, exclusive Veronicellidae, Milacidae e Limacidae). *Revista de Biología Tropical*, 149-189.

Santos, S. B., Thiengo, S. C., Fernandez, M. A., Miyahira, I. C., Gonçalves, I. C., Ximenes, R. F., Mansur, M. C. D., Pereira, D. (2012). Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: Mansur, M. C. D., Santos, C. P., Pereira, D., Paz, I. C. P., Mill, Z. R., Rodriguez, M. T., Nehre, M. V., Bergonci, P. E. A., *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle* (pp. 25-49). Porto Alegre: Rede Editora.

Sherman, G. E., Sutton, T., Blazek, R., Holl, S., Dassau, O., Morely, B., Mitchell, T., Luthman, L. (2011). Acesso em 08 de maio de 2014, disponível em Quantum GIS User Guide - Version 1.7 "Wroclaw": http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0_user_guide_en.pdf

Simone, L. L. (2006). *Land and freshwater mollusca of Brazil*. São Paulo: EGB. Fapesp.

Teixeira, M. G., & Paim, J. S. (1990). Os programas especiais e o novo modelo assistencial. *Caderno de Saúde Pública*, 6, 264-277.

Thiengo, S. (1995). Gênero Pomacea (Perry, 1810). In: F. S. Barbosa, *Tópicos em malacologia médica* (pp. 53-69). Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

Thiengo, S. C., Santos, S. B., & Fernandez, M. A. (2005). Malacofauna límnic da área de influência do lago da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil. I. Estudo qualitativo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 867-874.

Wilhm, J. (1972). Graphic and mathematical analyses of biotic communities in polluted streams. *Annual Review of Entomology*, 17, 223-252.

Zellhuber, A., & Siqueira, R. (2007). Rio São Francisco em descaminho: degradação e revitalização. *Cadernos do CEAS*, 227, pp. 7-34.