

MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

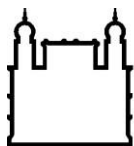
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde
Mestrado Acadêmico

MALACOFUNA LÍMNICA DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE
CANA BRAVA – GO, COM ÊNFASE EM *BIOMPHALARIA STRAMINEA* (DUNKER,
1848), TRANSMISSORA NATURAL DA ESQUISTOSSOMOSE

FÁBIO FIEBRIG BUCHMANN

Rio de Janeiro

Setembro de 2014



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

Fábio Fiebrig Buchmann

Malacofauna límnic do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava – GO, com ênfase em *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), transmissora natural da Esquistossomose

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Biodiversidade e Saúde

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Carvalho Thiengo

RIO DE JANEIRO

Setembro de 2014

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

B919 Buchmann, Fábio Fiebrig

Malacofauna límnic do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava – GO, com ênfase em *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), transmissora natural da Esquistossomose / Fábio Fiebrig Buchmann. – Rio de Janeiro, 2014.

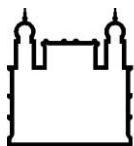
xv, 55 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, 2014.

Bibliografia: f. 46-55

1. Moluscos. 2. Monitoramento. 3. Usinas hidrelétricas. I. Título.

CDD 616.963



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

FÁBIO FIEBRIG BUCHMANN

Malacofauna límnic do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava – GO, com ênfase em *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), transmissora natural da Esquistossomose

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a Silvana Carvalho Thiengo

Aprovada em: 05. 09. 2014

EXAMINADORES:

Prof^a. Dr^a. Rosana Gentile – **Presidente** (Lab. de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres e Reservatórios-IOC/Fiocruz)

Prof^a. Dr^a. Norma Campos Salgado (Museu Nacional/UFRJ)

Prof^a. Dr^a. Eliana de Fátima Marques Mesquita (Universidade Federal Fluminense)

Prof^a. Dr^a. Marta Julia Faro- **Suplente** (Lab. de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres e Reservatórios-IOC/Fiocruz)

Prof^a. Dr^a. Ester Maria Motta – **Suplente** (Lab. de Patologia-IOC/Fiocruz)

Rio de Janeiro, 05 de setembro de 2014

À minha filha Luana Mattos Buchmann que, mesmo sem se dar conta, serviu de inspiração nos momentos de hesitação que, não raras vezes, caminharam lado a lado com o desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Uma palavra de gratidão à minha família, em particular à minha mãe Vera Lúcia P. Fiebrig por ter sido o mais importante pilar da minha vida. Agradeço por tudo o que fizeram por mim ao longo desses anos.

Não menos especialmente, o meu muito obrigado à minha esposa Aline C. de Mattos, pela parceria na realização deste trabalho e na vida e pela paciência e ajuda incondicional, sem as quais este trabalho não teria se concluído.

Desejo expressar minha sincera gratidão à Dra Silvana C. Thiengo, por ter aberto as portas para a minha atuação em pesquisa e permitir a realização deste trabalho no Laboratório de Malacologia do IOC, tendo demonstrado amizade excepcional.

Meu especial agradecimento à Dra. Monica A. Fernandez pelos ensinamentos fornecidos, dentro e fora do laboratório, por seu auxílio e disponibilidade ao longo deste trabalho.

Agradeço também a todos os colegas do Laboratório de Malacologia/IOC pelo importante apoio dispensado em diversos momentos, especialmente à Aline G. Schilithz, Marta C. Pinto, Patrícia D. Cantanhede e Lângia C. Montresor.

Gostaria ainda de agradecer aos professores do curso de Biodiversidade e Saúde pelos ensinamentos fornecidos e pela tolerância quanto a alguns prazos.

Ao Dr Arnaldo Maldonado Jr. do Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios/IOC pela revisão desta dissertação.

À equipe do Laboratório de Malacologia da UERJ pela identificação dos Ancyliidae.

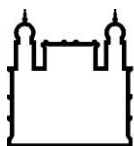
Ao Dr Ricardo Guimarães do Instituto Evandro Chagas pela confecção dos mapas com a distribuição das espécies.

Ao Dr. Otávio Pieri do Laboratório de Ecoepidemiologia e Controle da Esquistossomose e Geohelmintoses/IOC pelo auxílio e ensinamentos em estatística.

Ao Laboratório de Malacologia e à Diretoria do IOC pelo auxílio financeiro.

**...”É pirueta pra cavar o ganha-pão
Que a gente vai cavando só de birra, só
de sarro
E a gente vai fumando que, também,
sem um cigarro
Ninguém segura esse rojão”**

(Chico Buarque)



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

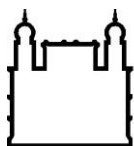
Malacofauna límnic do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava – GO, com ênfase em *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), transmissora natural da esquistossomose

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Fábio Fiebrig Buchmann

O impacto ambiental causado pela construção de hidrelétricas favorece a proliferação de espécies transmissoras de parasitoses humanas, como a esquistossomose, tornando obrigatórios os estudos direcionados nestas áreas. A ocorrência da espécie vetora da esquistossomose *Biomphalaria straminea* no entorno da hidrelétrica de Cana Brava (UHCB) e a susceptibilidade de suas populações ao *Schistosoma mansoni*, justificam a realização de pesquisas sistemáticas em seu reservatório. Neste trabalho foram investigados 87 biótopos favoráveis à ocorrência de moluscos límnicos, bimestralmente, entre maio de 2012 a fevereiro de 2014, a fim de mapear a distribuição destes animais na área de influência da UHCB. Dentre estes, 10 pontos, abrangendo os principais rios e alguns tributários, foram selecionados para o estudo quantitativo. Também foi investigada a infecção de moluscos por trematódeos e verificados os parâmetros abióticos: pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura da água. Todas as estações de amostragem foram georreferenciadas. Foram encontrados gastrópodes pertencentes às famílias Ampullariidae, Thiaridae, Planorbidae, Ancyliidae, Physidae e Lymnaeidae, incluindo as espécies vetoras de parasitoses humanas (*B. straminea*, *Pomacea lineata* e *Lymnaea columella*) e as espécies exóticas (*Melanooides tuberculata* e *Physa acuta*). Em relação à frequência de ocorrência apenas *B. straminea* e *M. tuberculata* se mostraram constantes. Embora tenham sido encontrados seis diferentes tipos cercarianos (Brevifurcate aphaeringeate, Pleurolophocercous, Vivax, Monostome, Echinostome e Armatae), nenhum molusco foi encontrado albergando formas larvais de *Schistosoma mansoni* ou *Fasciola hepatica*. No entanto, Pleurolophocercous cercaria, presente em *M. tuberculata*, pode pertencer às famílias Opisthorchiidae e Heterophyidae, que compreendem trematódeos de importância médica. Para verificar a relação entre a abundância de moluscos e os parâmetros abióticos, foi utilizado o coeficiente de Spearman, o qual mostrou uma correlação positiva, na campanha de novembro de 2013, entre o pH básico e a abundância de *M. tuberculata*. A presença constante de *B. straminea* na área da UHCB, somada às mudanças socioambientais ocorridas, indica a necessidade de monitoramento desses moluscos entre as medidas de prevenção à instalação de focos de esquistossomose.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Freshwater snails from Cana Brava Dam – GO, emphasizing *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), natural vector of schistosomiasis in Brazil

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION IN BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Fábio Fiebrig Buchmann

Environmental impact caused by hydroelectric power plants favor the dispersion of vector species of human parasites and make mandatory researches in these areas. Occurrence of *Biomphalaria straminea*, vector species of schistosomiasis, was already recorded in the surroundings of Cana Brava Dam (UHCB). Previous studies also demonstrated that *B. straminea* from these areas is susceptible to experimental infection by *Schistosoma mansoni*, justifying the systematic studies in UHCB area. In this study 87 favorable biotopes were investigated every two months for the occurrence of freshwater snails, from May 2012 to February 2014. Ten points covering the major rivers and some tributaries were selected for the quantitative study and measured abiotic factors, such as pH-value, dissolved oxygen, water temperature and electric conductivity. The infection of snails by trematodes was also investigated. All sites were georeferenced. We recorded gastropods from the families Ampullariidae, Thiariidae, Planorbidae, Ancyliidae, Physidae and Lymnaeidae, including vectors of human parasites (*B. straminea*, *Pomacea lineata* and *L. columella*) and exotic species (*Physa acuta* and *Melanoides tuberculata*). Regarding the frequency of occurrence, only *B. straminea* and *M. tuberculata* were constant. Despite the presence of six different types of cercariae (Brevifurcate aphaeringeate, Pleurolophocercous, Vivax, Monostome, Echinostome and Armatae), no parasite of medical importance was found. However, Pleurolophocercous cercaria, present in *M. tuberculata*, can belong to families which comprise flukes of medical importance, as Heterophyidae and Opisthorchiidae. The Spearman coefficient, used to verify the relationship between abundance of snails and abiotic parameters, showed a positive correlation, in November 2013, between basic pH and the abundance of *M. tuberculata*. The constant presence of *B. straminea* in UHCB area and the social and environmental changes indicates the need for monitoring these snails among the preventive measures for the installation of schistosomiasis foci.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Barragens e geração de energia.....	1
1.2 Hidrelétricas e parasitoses associadas aos moluscos límnicos no Brasil	3
1.3 Malacofauna límnic em áreas de usinas hidrelétricas.....	5
1.4 Rio Tocantins e a usina hidrelétrica de Cana Brava	6
2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	8
2.1 Justificativa	8
2.2 Objetivo Geral	8
2.3 Objetivos Específicos.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Área de estudo.....	10
3.2 Coleta dos moluscos.....	11
3.3 Manutenção das amostras no laboratório	12
3.4 Pesquisa e identificação dos tipos cercarianos.....	13
3.5 Fixação e identificação dos moluscos.....	14
3.6 Análise dos dados.....	14

4 RESULTADOS	16
4.1 Moluscos límnicos na área de influência da UHCB	16
4.2 Helmintofauna associada aos gastrópodes obtidos na área de influência da UHCB	31
5 DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÃO	41
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Barragem da Usina Hidrelétrica de Cana Brava	7
Figura 2: Brasil, estado de Goiás e reservatório da UHCB (em destaque), com a indicação da localização das dez estações de amostragem.....	10
Figura 3: Coleta na estação de amostragem nº 3, praia do Sol, Minaçu.	12
Figura 4: Técnica de exposição à luz para a pesquisa de trematódeos associados aos gastrópodes límnicos coletados	13
Figura 5 A-G: Abundância de <i>Biomphalaria straminea</i> e <i>Melanoïdes tuberculata</i> por estação de amostra.....	21
Figura 6 A-D: Sintopia entre <i>B. straminea</i> e <i>M. tuberculata</i> , nas 10 estações de amostragem, com relação à temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido (DO), na campanha de novembro/13.....	24
Figura 7: A - Pluviosidade acumulada mensal para o estado de Goiás durante o ano de 2012. B – Abundância de <i>Biomphalaria straminea</i> nas três campanhas realizadas em 2012	25
Figura 8: A - Pluviosidade acumulada mensal para o estado de Goiás durante o ano de 2013. B - Abundância de <i>Biomphalaria straminea</i> nas quatro campanhas realizadas em 2013.	25
Figura 9A-D: Sintopia entre <i>B. straminea</i> e <i>M. tuberculata</i> , nas 10 estações de amostragem, com relação à temperatura, pH, condutividade e DO, na campanha de jan/14.....	26
Figura 10: Gastrópodes coletados na área de influência da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, nas 10 estações fixas e mais as 77 estações do estudo qualitativo.....	27
Figura 11: Distribuição das espécies que podem atuar no ciclo de trematódeos de importância médica, obtidas na área de influência da usina hidrelétrica de Cana Brava. A: <i>Biomphalaria straminea</i> ; B: <i>Melanoïdes tuberculata</i> e C: <i>Lymnaea columella</i>	28
Figura 12: Distribuição das espécies de gastrópodes pulmonados: <i>P. marmorata</i> , <i>P. acuta</i> , <i>A. nordestensis</i> , <i>D. anatum</i> , <i>D. lucidum</i> , <i>D. depressissimum</i> , <i>G. ticaga</i> , <i>G. radiata</i> e <i>F. fragilis</i> , respectivamente, obtidas na área de influência da UHCB.	29

Figura 13: Distribuição dos táxons prosobrânquios, obtidos na área de influência da usina hidrelétrica de Cana Brava. A: <i>Pomacea lineata</i> ; B: <i>Aylacostoma tenuilabris</i> e C: Superfamília Rissoidae.....	30
Figura 14: Tipos cercarianos encontrados nas 10 estações fixas de coleta: A) Echinostome cercaria; B) Pleurolophocercous cercaria; C) Brevifurcate-apharigeate cercaria; D) Vivax cercaria; E) Ubiquita cercaria;F) Monostome cercaria e G) Armatae cercaria. Escala: 0,1 mm.....	33
Figura 15: Praia do Sol, Minaçu, estado de Goiás.	36
Figura 16: Estações de amostragem nº 4 e 5, ambas localizadas no rio Bonito, atrás da vila residencial de Furnas.....	37
Figura 17: Abundância das espécies de importância médico-veterinária: <i>Biomphalaria straminea</i> ; <i>Melanooides tuberculata</i> ; <i>Lymnaea columella</i> e <i>Pomacea lineata</i> em relação às estações do ano, sendo realizadas duas campanhas em cada estação.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Abundância de gastrópodes límnicos nas dez estações de amostragem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, durante as oito campanhas realizadas entre maio de 2012 e janeiro de 2013.	17
Tabela 2: Abundância das espécies de gastrópodes límnicos em cada uma das dez estações de amostragem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, de maio de 2012 a janeiro de 2014.	20
Tabela 3: Média dos dados abióticos, temperatura (temp), condutividade (cond), potencial hidrogeniônico (pH) e o oxigênio dissolvido (do) nas dez estações de amostragem definidas no reservatório da usina hidrelétrica de Cana Brava, em seis das oito campanhas realizadas.	23
Tabela 4: Tipos cercarianos encontrados nas 10 estações de coleta fixa, ao longo das 8 campanhas realizadas.	32

1 INTRODUÇÃO

1.1 Barragens e geração de energia

A mais antiga barragem que se tem notícia em território brasileiro, documentada em um mapa holandês de 1577, foi construída onde atualmente há uma área urbana do Recife, no estado de Pernambuco. Esta barragem foi construída para acumular água em épocas de seca e hoje é conhecida como açude Apipucos (Mello, 2011). Ao relatar a história das barragens no Brasil, o autor menciona que em 1877 o Imperador D. Pedro II nomeou uma comissão para indicar a solução para as fortes secas ocorridas no nordeste brasileiro e uma das principais recomendações foi a construção de barragens visando o suprimento de água. Segundo o referido autor, este fato marcou o início dos projetos de grandes barragens no Brasil, sendo Cedros, no Ceará, o primeiro deles.

Em 1883, foi construído o primeiro aproveitamento hidrelétrico no Brasil, ao movimentar uma roda d'água em um desnível de cinco metros na província de Minas Gerais, hoje município de Diamantina, e seis anos depois, também em Minas Gerais, foi construída a primeira usina hidrelétrica pública, no rio Paraibuna (Müller, 1995).

Com o aumento crescente da construção de barragens, na década de 80, as empresas do setor elétrico começavam a demonstrar um interesse no componente ambiental, impulsionadas pela necessidade de viabilizar a eventual exploração de recursos minerais das áreas a serem alagadas. Surgem as iniciativas de preservação ambiental, ligadas principalmente à qualidade da água e à piscicultura em reservatórios, bem como o reflorestamento das margens (Mello, 2011). O primeiro marco foi decorrente da implantação da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí), formando um reservatório com 2.430 km² sobre um bioma sensível, a Floresta Amazônica. A empresa responsável criou uma divisão de Ecologia para concentrar as atividades ligadas ao meio ambiente e contratou um conceituado ecólogo para avaliar a problemática ambiental relativa à implantação do empreendimento e recomendar ações para minimizar os potenciais impactos ambientais. Como resultado foi elaborado o relatório *Environmental Assessment of the Tucuruí Hydroelectric Project, Rio Tocantins, Amazônia* (Avaliação ambiental do aproveitamento hidroelétrico de Tucuruí – Rio Tocantins), que propôs ações ambientais sistematizadas abrangendo estudos a montante e a jusante da barragem. Tais ações culminaram na denominada Operação Curupira, que teve por objetivo promover o salvamento do maior número possível de espécimes da fauna silvestre, para

soltura em áreas protegidas ou para o aproveitamento científico. Embora essas iniciativas tenham sido um marco para tais avaliações, somente com a resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) se tornou obrigatório no Brasil (Mello, 2011).

Sevá Filho (2006) registrou as incompatibilidades legais em relação aos EIAs, originalmente Estudos Prévios de Impacto Ambiental (EPIAs), os quais são entendidos de formas diferentes pelos governos estaduais, pelos gestores e pela população. A Constituição brasileira exige a publicidade do EIA, desta maneira as empresas contratadas para realizar estes estudos, elaborar o EIA e agenciar o licenciamento junto aos governos estaduais e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) geram o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), um documento resumido a ser publicado e analisado. Segundo este autor, os volumes completos do EIA ficam a disposição do público, em outros casos apenas os Promotores e Procuradores possuem esse acesso e em outros, os dados não estão disponíveis. O referido autor também relata que o EIA é pouco divulgado e o RIMA é truncado e débil, e nem um nem outro merece o nome de Estudo ou Relatório, porque começam e terminam contando as vantagens do projeto. Esta análise crítica demonstra a dificuldade da avaliação das consequências das grandes transformações ambientais decorrentes dos empreendimentos hidrelétricos, buscando minimizar os impactos ambientais.

Embora considerada por muitos como uma fonte de “energia limpa”, do ponto de vista ambiental, as hidrelétricas interferem drasticamente no meio ambiente, devido à inundação de imensas áreas de mata, alterando a biodiversidade e provocando a liberação de metano, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa e pela rarefação da camada de ozônio. Além disso, entre algumas das consequências, alteram o fluxo dos rios e a ocupação humana, destroem espécies vegetais e interferem na fauna (Inatomi & Udaeta, 2005).

Anualmente, para atender ao crescente aumento da demanda energética decorrente do desenvolvimento nacional, as empresas de geração, transmissão, distribuição, comercialização e outros investidores são encorajados a implantar usinas geradoras, havendo mais de setenta projetos em andamento no Brasil. De acordo com o Balanço Energético Nacional do Ministério de Minas e Energia, as usinas hidrelétricas representam a principal fonte de energia elétrica, sendo responsáveis por mais de 74% da oferta interna de energia do país (BRASIL, 2011a).

1.2 Hidrelétricas e parasitoses associadas aos moluscos límnicos no Brasil

Independentemente das obrigatoriedades legais, em março de 1984 a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) e as Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. assinaram um convênio para intensificar as medidas de controle contra as principais endemias incidentes na área de influência do reservatório da UHE Tucuruí, no Pará (Langanke, 1986). Com isso, o aporte de recursos orçamentários permitiu a SUCAM detectar os portadores de parasitoses e coletar as espécies transmissoras, lançando mão de um artigo intitulado “O controle das grandes endemias em 1984”, abrangendo as principais parasitoses endêmicas do país, como malária, doença de chagas, esquistossomose, febre amarela, leishmaniose, entre outras (Marques, 1985).

Os gastrópodes límnicos das espécies *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) e *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) são transmissores naturais da esquistossomose no Brasil, causada pelo trematódeo *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907, sendo uma das principais parasitoses associadas a ambientes impactados por usinas hidrelétricas (BRASIL, 2011b). Embora os inquéritos sejam parciais, estima-se que entre três e quatro milhões de pessoas estejam parasitadas no Brasil (Lambertucci *et al.*, 2013). Além da patologia, o risco de óbito por esquistossomose é uma realidade, o Ministério da Saúde registrou no período de 1990 a 2010 um número expressivo de formas graves, com uma média de 1.567 internações e 527 óbitos. As áreas endêmicas e focais abrangem 19 Unidades Federativas, ocorrendo de forma endêmica nos estados de Alagoas, Maranhão, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Espírito Santo e Minas Gerais. No Pará, Piauí, Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e no Distrito Federal, a transmissão é focal, não atingindo grandes áreas (BRASIL, 2011b).

Pereira *et al.* (2010) realizaram estudos na área de influência da Usina Hidrelétrica de São José, Bacia do Rio Ijuí, no estado do Rio Grande do Sul, e obtiveram exemplares de *B. tenagophila* em três das oito estações de coleta pesquisadas. Diante disso, ressaltaram a importância de um mapeamento das populações de *B. tenagophila*, com a finalidade de prevenir a ocorrência da esquistossomose, uma vez que a ocorrência do planorbídeo pode crescer em decorrência do aumento da área úmida e da proliferação de macrófitas aquáticas na fase de pós enchimento do reservatório.

Thiengo e Fernandez (2008) alertaram que durante sua construção, as usinas frequentemente atraem muitos operários provenientes de regiões endêmicas de

esquistossomose e que a formação do reservatório propicia condições favoráveis ao desenvolvimento do molusco transmissor e estimula o contato mais frequente da população com atividades de lazer, como a pesca e o banho. Diante da obrigatoriedade legal das ações preventivas à instalação desta parasitose, vários empreendedores firmam parcerias visando estudos sobre as espécies transmissoras, porém seus resultados, em sua grande maioria, restringem-se aos relatórios internos para serem apresentados aos Órgãos Ambientais.

Outra preocupação associada à presença de moluscos límnicos é a fasciolose, causada pelo trematódeo *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758, conhecido popularmente como baratinha do fígado ou sagaipé, e transmitida por moluscos do gênero *Lymnaea* Lamarck, 1799. No Brasil, a principal espécie transmissora natural é *Lymnaea columella* Say, 1817 e os hospedeiros definitivos são bovinos, caprinos, equinos, ovinos e acidentalmente o homem (Pile *et al.*, 2001). Os estados brasileiros com maior número de casos de fasciolose são Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Goiás (Cunha *et al.*, 2007). No reservatório de Salto Grande, em Americana, São Paulo, Dornfeld (2002) registrou moluscos das famílias Lymnaeidae e Planorbidae, no entanto, não associados à ocorrência de parasitoses.

Além dessas famílias, moluscos das famílias Ampullariidae e Thiaridae podem albergar helmintos de importância médica. O tiarídeo *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774) foi encontrado pela primeira vez no Brasil naturalmente infectado pelo trematódeo *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) na represa da Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais (Pinto e Melo, 2010), mas não há registros humanos autóctones no Brasil. No continente americano há relatos deste trematódeo no México, Estados Unidos, Venezuela e Colômbia (Pinto e Melo, 2010).

A preocupação quanto à disseminação de doenças é notória, segundo McMichael (2004), a humanidade está vivendo o quarto período de disseminações de doenças, sendo um reflexo da combinação de impactos demográficos, crescente aumento populacional, mudanças bruscas no comportamento e na ecologia humana, além do uso indiscriminado de antibióticos, aumentando a biodiversidade de microrganismos.

No Brasil, a primeira ocorrência de um prosobrânquio infectado por *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935), nematódeo causador da meningoencefalite eosinofílica, foi no estado de Pernambuco (Thiengo *et al.* 2010), sendo obtidos exemplares de *Pomacea lineata* (Spix in Wagner, 1827) naturalmente infectados. Esta zoonose, endêmica do sudeste asiático, foi registrada pela primeira vez no Espírito Santo (Caldeira *et al.* 2007) transmitida por moluscos terrestres, mas nunca foi associada à instalação de usinas hidrelétricas. Em outros países,

numerosos casos de meningoencefalite eosinofílica foram relacionados à *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), um molusco amplamente utilizado na alimentação humana (Shan *et al.*, 2009).

1.3 Malacofauna límnic em áreas de usinas hidrelétricas

Além da saúde humana, a instalação de usinas provoca um grande impacto na biodiversidade, onde organismos aquáticos que colonizavam apenas os remansos mais calmos do rio passam a formar colônias no novo ambiente formado pelo alagamento (Andrade *et al.*, 2008; Neto *et al.*, 1993). Em relação à malacofauna, embora os moluscos compreendam o segundo maior Filo Animal, com cerca de 150.000 espécies viventes conhecidas, além de um vasto registro fóssil (Nielsen, 2001), poucos são os estudos que abordam a interferência da instalação de hidrelétricas sobre as populações locais ou nas cadeias tróficas a eles associadas.

Analisando a composição, distribuição e mudanças temporais da fauna de invertebrados bentônicos do reservatório de Salto Grande, entre 1978 e 2002, Dornfeld *et al.* (2006) concluíram que a eutrofização e a poluição orgânica são os principais fatores que atuam na alteração da estrutura da comunidade bentônica. Em relação aos moluscos, estes autores comentaram que a presença de *M. tuberculata* foi o principal fator para a eliminação quase completa de moluscos na represa, atuando como competidor por recursos. Similarmente, Thiengo *et al.* (2005) relataram uma redução na densidade populacional do tiarídeo nativo *Aylacostoma tenuilabris* (Reeve, 1860) em decorrência do aumento exponencial de *M. tuberculatus* no Rio Tocantins, na área de influência da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa (UHE Serra da Mesa).

No que se refere à sucessão ecológica, Thiengo *et al.* (2005) documentaram a intensa colonização de *Gundlachia radiata* (Guilding, 1828) substituindo a espécie *Gundlachia ticaga* (Marcus & Marcus, 1962), após a formação do reservatório da UHE Serra da Mesa. Neste trabalho, registraram o estabelecimento de *B. straminea* após a formação do reservatório, bem como a ocorrência de *L. columella* e do molusco exótico *M. tuberculata*. No reservatório de Salto Grande, em São Paulo, Dornfeld *et al.* (2002) concluíram que quatro famílias de Gastropoda e duas de Bivalvia chegaram quase a eliminação devido a presença de *M. tuberculata*, uma espécie introduzida em Santos, São Paulo, conforme registrado por Vaz *et al.* (1986).

Nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Peixe Angical e de São Salvador, ambas no Rio Tocantins no estado do Tocantins, Fernandez (2011) registrou a colonização de *M.*

tuberculatus, *L. columella*, *Physa marmorata* Guilding, 1828 e *B. straminea* associada ao alagamento da área, bem como a redução populacional de espécies nativas, como *Potamolithus* sp. e *Aylacostoma tenuilabris* (Reeve, 1860).

Autores como Takeda *et al.* (2002, 2003) e Santos *et al.* (2005) relataram estudos sobre a fauna bentônica em áreas de reservatórios ou planícies de inundação, porém sem a caracterização específica da malacofauna presente, fundamentais aos estudos de biodiversidade e sucessão ecológica. Além da redução populacional de espécies nativas, a ocorrência de bivalves da família Corbiculidae tem grande impacto econômico (Santos *et al.* 2012 e Mansur *et al.* 2004), devido à paralização das máquinas para limpeza decorrente do acúmulo de conchas nas partes internas dos sistemas hidráulicos.

Estudos sobre a malacofauna límnic em áreas de reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil vem sendo realizados desde 2007, pela equipe do Laboratório de Malacologia (LABMAL) do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) / Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Nesse contexto, foram contempladas áreas no Centro Oeste (usinas hidrelétricas de Peixe Angical, Manso e São Salvador) e Sudeste (usinas hidrelétricas de Simplício e de Batalha), cujos resultados restringem-se a relatórios, em sua maioria.

1.4 Rio Tocantins e a usina hidrelétrica de Cana Brava

O Tocantins, segundo maior rio do Brasil, possui características geomorfológicas que favorecem a implantação de usinas hidrelétricas em seu leito, como um desnível de 1.100 metros das cabeceiras à foz e uma vazão média de 13.600m³/s (Müller, 1995). A UHE Serra da Mesa localizada no alto do Rio Tocantins é uma usina hidrelétrica de acumulação com a finalidade de regularizar a vazão d'água para as usinas seguintes, conhecidas como usinas fio d'água. Estas usinas em cascata no Rio Tocantins localizam-se nos estados de Goiás, Tocantins e Pará, estando em fase de operação, construção ou mesmo planejamento.

A usina hidrelétrica de Cana Brava (UHCB) (Figura 1) encontra-se localizada no município de Minaçu, no estado de Goiás, a jusante da UHE Serra da Mesa e a montante da UHE São Salvador. Com capacidade de geração de energia de 450 MW e um reservatório numa área de 139 km² nos municípios de Minaçu, Cavalcante e Colinas do Sul, a UHCB possui três unidades operadoras (turbinas) (S13°24'09.1" W48°08'46.3") que iniciaram a geração em maio de 2002 (Unidade 1), agosto de 2002 (Unidade 2) e setembro de 2002 (Unidade 3).



Figura 1: Barragem da Usina Hidrelétrica de Cana Brava (foto de Ariovaldo Gomes Coelho)

Além do Tocantins, o reservatório da UHCB é formado pelos Rios Bonito, Carmo, Lajeado, Macaco e São Félix, bem como afluentes pequenos. Destes, o Rio Bonito é o mais importante epidemiologicamente por receber toda a carga orgânica da cidade de Minaçu.

Devido à formação geológica da área a ser submersa, o alagamento formou uma ilha, que posteriormente foi transformada no principal polo turístico do Norte de Goiás, a praia do Sol. Por manter um nível constante, com pouquíssima variação altimétrica da camada d'água, o reservatório tem em seu entorno balneários ou áreas residenciais que atraem turistas e a população local que buscam a pesca esportiva e esportes náuticos (Tractebel Energia, 2001). Este é um fator importante sobre o ponto de vista da epidemiologia da esquistossomose.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

2.1 Justificativa

A ocorrência de *B. straminea* no município de Minaçu, Colinas do Sul e Cavalcanti registradas por Thiengo *et al.* (2005) e Fernandez (2011), nos reservatórios das usinas hidrelétricas de Serra da Mesa e Peixe Angical, respectivamente, demonstram a necessidade de pesquisas malacológicas sistemáticas na área de influência da UHCB, cujo reservatório tem as usinas acima como limítrofes. Além disso, o ponto turístico criado pelo alagamento formado após o enchimento pela UHCB, a Praia do Sol, recebe muitos turistas no verão, férias escolares e feriados, a exemplo, o *réveillon* de 2004 atraiu 20 mil pessoas (Tractebel Energia, 2014).

Destacam-se ainda os estudos sobre a suscetibilidade das populações de *B. straminea* descendentes de exemplares obtidos nos Rios Cana Brava (Minaçu) e Tocantinzinho (Colinas do Sul) que, quando submetidas a infecções experimentais com cepas de *S. mansoni*, mostraram-se suscetíveis (Fernandez & Thiengo, 2002). No estado de Goiás, Padre Bernardo é o único município com área focal de esquistossomose (Amaral & Alves, 1997), a cerca de 200 km de Minaçu, cujo principal rio é o Maranhão, um dos principais afluentes do Rio Tocantins. Estes dados, associados ao turismo, podem favorecer a instalação da esquistossomose no reservatório da UHCB, o que demonstra a importância das pesquisas malacológicas e da helmintofauna na área.

2.2 Objetivo Geral

Analisar a ocorrência e a distribuição dos moluscos límnicos no reservatório da UHCB, com ênfase na espécie *B. straminea*, verificando a presença de formas larvais de trematódeos digenéticos, especialmente *S. mansoni*.

2.3 Objetivos Específicos

1. Caracterizar a distribuição dos gastrópodes límnicos nas 10 estações de amostragem, na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava;
2. Investigar a possível infecção de *B. straminea* por *S. mansoni* no reservatório da UHCB;
3. Observar a ocorrência de moluscos parasitados por outros tipos cercarianos, além de *S. mansoni*;
4. Mapear a ocorrência dos gastrópodes límnicos na área de influência da UHCB, através de estudo qualitativo realizado em mais 77 estações de amostragem, além dos 10 pontos fixos utilizados para o estudo quantitativo;
5. Assinalar a abundância relativa e a frequência de ocorrência dos gastrópodes límnicos no reservatório da UHCB e classificá-las como constante, acessória/comum ou acidental/rara;
6. Investigar se os parâmetros abióticos estão correlacionados com a abundância de moluscos;
7. Assinalar as áreas vulneráveis à ocorrência da esquistossomose no reservatório da UHCB;
8. Ampliar o acervo da Coleção de Moluscos do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Para verificar a presença dos gastrópodes límnicos no reservatório da UHCB foram georrreferenciadas dez estações de amostragem (Figura 2), sendo cinco no setor Norte (n^{os} 1 a 5), três no setor Central (n^{os} 6 a 8) e dois no setor Sul (n^{os} 9 e 10). As estações de amostragem n^{os} 4 e 5 referem-se a dois locais de acesso ao reservatório pelo Rio Bonito, um afluente que atravessa a cidade de Minaçu.

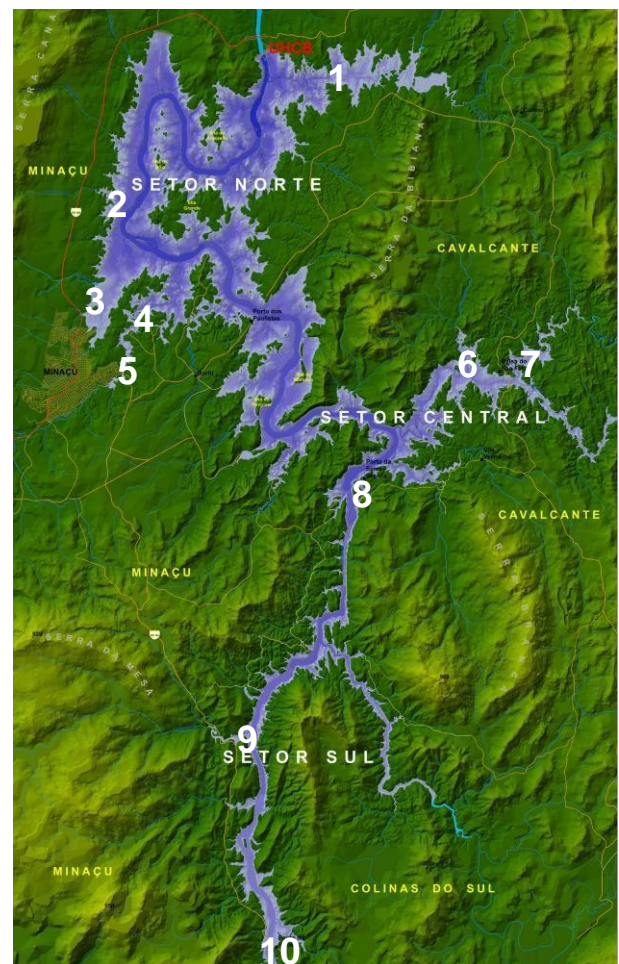
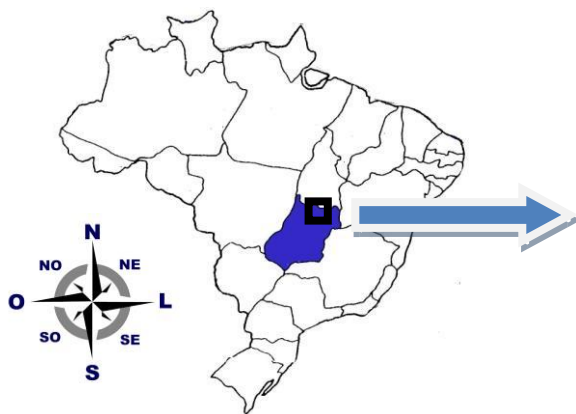


Figura 2: Brasil, estado de Goiás e reservatório da UHCB (em destaque), com a indicação da localização das dez estações de amostragem.

S13°24'29.8" W48°07'19.9" (n^o 1); S13°26'24.5" W48°12'05.5" (n^o 2); S13°33'23.2" W48°12'38.1" (n^o 3); S13°31'00.2" W48°11'53.6" (n^o 4); S13°31'44.7" W48°12'10.4" (n^o 5); S13°32'39.2" W48°05'14.5" (n^o 6); S13°30'33.4" W48°02'06.9" (n^o 7); S13°33'23.2" W48°08'57.2" (n^o 8); S13°40'00.0" W48°09'21.0" (n^o 9) e S13°45'33.3" W48°08'40.3" (n^o 10);

Para observar a distribuição das espécies, foram analisadas várias enseadas formadas pelo alagamento e pequenos córregos ao longo de toda a área do reservatório, sendo todas georeferenciadas utilizando um GPS modelo Etrex Vista.

3.2 Coleta dos moluscos

Foram realizadas oito campanhas trimestrais, cada qual com duração de cinco dias: maio de 2012 (1ª campanha), agosto de 2012 (2ª), novembro de 2012 (3ª), fevereiro de 2013 (4ª), maio de 2013 (5ª), agosto de 2013 (6ª), novembro de 2013 (7ª) e em fevereiro de 2014 a oitava campanha.

Cada coleta consistiu de um esforço de captura de 10 minutos por estação de amostragem, sempre realizada por dois coletores, sendo os moluscos obtidos por coleta direta, com a utilização de conchas de captura e/ou pinças (Figura 3), e colocados em potes plásticos com a identificação referente à estação de amostragem. Apenas exemplares vivos foram coletados, uma vez que as conchas podem não representar a população presente no local pela possibilidade de terem sido carreadas de outras localidades. Esta metodologia utilizada consistiu no método descrito por Olivier & Schneiderman (1956) modificado que resulta no número de moluscos por coletor por unidade de tempo, diferindo em relação à delimitação da área (metros quadrados). Com exceção das estações de amostragem nº 1 (Rio Carmo) e nº 9 (Rio Lajeado), que foram visitadas sete vezes, todas as estações de amostragem foram analisadas nas oito campanhas. Além das coordenadas geográficas, parâmetros abióticos, como o potencial hidrogeniônico (pH), a temperatura da água, o oxigênio dissolvido e a condutividade, foram observados "in situ" com o auxílio de uma sonda multiparâmetro da marca YSI, modelo "Professional Plus" com "Quatro Cable".



Figura 3: Coleta na estação de amostragem nº 3, praia do Sol, Minaçu.

As áreas pesquisadas no reservatório incluíram córregos estreitos, áreas abertas com diferentes substratos (areia, cascalhos ou rochas), enseadas e trechos de rios, podendo haver macrófitas ou vegetação submersa.

Durante cada campanha, os moluscos foram mantidos vivos nos potes de coleta com água do próprio biótopo até serem acondicionados em papel absorvente, para o transporte ao Laboratório de Malacologia do Instituto Oswaldo Cruz (LABMAL-IOC) da Fundação Oswaldo Cruz. Neste período foram observados diariamente, realizando a troca da água, se necessário, e observando a presença de espécimes mortos. Estes foram quantificados e separados dos demais para evitar a morte dos outros exemplares do lote.

3.3 Manutenção das amostras no laboratório

No LABMAL-IOC, os moluscos foram separados por gênero e postos em aquários de vidro contendo água desclorada e filtrada em papel de filtro, tendo como substrato uma mistura de argila peneirada (10 partes) enriquecida com carbonato de cálcio (1,5 partes) e farinha de ostra (2 partes), conforme descrito em Fernandez *et al* (2008). Os exemplares que morreram foram identificados quanto ao gênero, ou quando possível até o nível específico, sendo descartados e as conchas mantidas após serem lavadas durante dias com água da torneira.

Para a alimentação dos moluscos foi oferecida alface fresca ou seca, de acordo com a espécie e o tamanho do exemplar. Os jovens foram mantidos nestas condições até atingirem a maturidade sexual, uma vez que os caracteres diagnósticos encontram-se também no sistema reprodutor. Nesse caso, os aquários foram observados semanalmente quanto à presença de desovas, não só para verificar se os jovens haviam atingido a maturidade sexual. Dependendo da população, as desovas foram separadas em outro aquário para a manutenção de colônias de diferentes estações de amostragem do reservatório, para estudos futuros.

3.4 Pesquisa e identificação dos tipos cercarianos

A pesquisa de trematódeos foi realizada através da exposição dos exemplares à luz (Figura 4) e, posteriormente ao escuro. Assim, os moluscos foram individualizados em potes de vidro transparente com capacidade de 10ml, contendo cerca de 5ml de água desclorada e filtrada. Em seguida, foram expostos à luz de lâmpada incandescente (60W) a uma distância aproximada de 30cm, durante quatro horas no mínimo, a fim de estimular a liberação de cercárias. O exame da presença de cercárias foi realizado sob microscópio estereoscópico (aumento de 8 vezes). Após essa etapa, a água utilizada na exposição foi substituída por outra desclorada e filtrada, e os exemplares foram expostos ao escuro, *overnight*, para verificar a presença de tipos cercarianos de trematódeos que buscam utilizar hospedeiros de hábitos noturnos.

Os moluscos positivos foram separados em outros aquários e mantidos numa sala com temperatura controlada ($25^{\circ}\text{C}\pm 2$) para estudos futuros. As cercárias obtidas foram identificadas, ainda vivas, em microscópio óptico (200x) de acordo com a chave dicotômica proposta por Schell (1970) e fotografadas.



Figura 4: Técnica de exposição à luz para a pesquisa de trematódeos associados aos gastrópodes límnicos coletados

3.5 Fixação e identificação dos moluscos

Para a fixação dos planorbídeos, fisídeos, ancilídeos e limneídeos, os animais adultos foram anestesiados com solução de pentobarbital sódico a 1%, até ser observado o relaxamento do exemplar (entre uma e cinco horas na solução). Posteriormente foram imersos em água a 70°C, cujo período de imersão variou de acordo com o tamanho do exemplar, para que pudessem ser retirados da concha. A anatomia dos animais foi preservada em Railliet-Henry (930 ml de água destilada, 6g de cloreto de sódio, 20 ml de ácido acético e 50 ml de formaldeído), sendo alguns exemplares fixados em álcool etílico (96%). As conchas foram mantidas em água, lavadas e em seguida secas a temperatura ambiente.

A fixação dos tiarídeos e ampularídeos dispensou o uso de anestésico sendo realizada pela técnica denominada *niku-nuki* modificada (Fukuda *et al.*, 2008). Esta técnica consiste em alocar os espécimes em um recipiente contendo um filete de água para estimular os animais a se movimentarem e uma vez em movimento, são inseridos em água a 100°C durante aproximadamente um minuto. Os tiarídeos são retirados da concha e fixados em Railliet-Henry ou álcool e os ampularídeos postos diretamente em álcool etílico 96%. As conchas foram mantidas em água, lavadas e em seguida secas a temperatura ambiente. Todo o material foi identificado com etiquetas escritas a grafite em papel vegetal, contendo a data da campanha e a fonte de coleta.

Os moluscos foram identificados por meio de dissecções anatômicas em microscópio estereoscópico e pela concha. Os exemplares de Ancyliidae foram levados aos especialistas colaboradores para a identificação específica no Laboratório de Malacologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Todas as amostras estão sendo mantidas no LABMAL para serem inseridas na Coleção de Moluscos do IOC.

3.6 Análise dos dados

As amostras foram identificadas especificamente e, em seguida, classificadas em: (i) espécies constantes (presentes em mais de 50% das amostragens), (ii) espécies acessórias ou comuns (25 a 50%), (iii) espécies acidentais ou raras (<25%). Quanto à abundância dos moluscos as espécies podem ser classificadas em quatro categorias (Cavalcanti *et. al.*, 2008): muito abundante (quando o número de exemplares é maior que 50% do total amostrado), abundante ($50\% \leq a < 30\%$), pouco abundante ($30\% \leq a \geq 10\%$) e esporádica (<10%). Para testar

diferenças na abundância dos táxons obtidos em cada localidade das dez estações de amostragem nos diferentes períodos foi aplicado o teste de “Análise de variância de dois fatores de Friedman por postos”, o qual testa a hipótese nula de que as k amostras tenham sido extraídas da mesma população, sendo amostras relacionadas. A não significância leva a aceitação da hipótese nula. No caso da frequência com que as espécies ocorreram (amostras independentes) foi utilizado o teste “Análise de variância de um fator de Kruskal-Wallis por postos”, testando a hipótese nula de que as k amostras provêm da mesma população ou de populações idênticas com a mesma mediana. Para isso, os dados foram organizados em planilhas do Excel (Microsoft Office) e analisados pelo programa SYSTAT 12 (versão 12.02.00).

Para verificar se houve influência dos parâmetros abióticos, como pH, DO, temperatura e condutividade da água, sobre a abundância das espécies que se mostraram constantes, os dados obtidos foram organizados em planilhas do Excel (Microsoft Office) e foi realizada a análise de correlação de regressão múltipla, através do programa SYSTAT 12 (versão 12.02.00). Foram feitas regressões lineares múltiplas passo a passo “backward” para investigar a influência das variáveis abióticas na abundância de *B. straminea* e *M. tuberculata*. Esta análise foi feita de duas formas: 1) utilizando-se as abundâncias totais mensais de cada espécie e os dados médios mensais de temperatura e pH, as outras variáveis não foram utilizadas nesta análise pois apresentaram problemas em suas medições em alguns meses; 2) utilizando-se os dados dos meses de novembro 2013 e janeiro de 2014 com os dados de abundância e abióticos de cada local de amostragem. Nesta segunda análise, foram utilizados os dados de temperatura, pH, DO e condutividade de cada ponto de amostragem. Estas análises foram feitas no programa PASW Statistics versão 18.

A escolha deste teste estatístico foi feita após a realização dos testes de normalidade de Anderson-Darling (Anderson & Darling, 1952) e Shapiro Wilk (Shapiro & Wilk, 1965), os quais indicaram que os dados apresentam distribuição não normal, mesmo após transformação logarítmica $\log(x + 1)$ (Krebs, 1998; Zar, 1998).

4 RESULTADOS

4.1 Moluscos límnicos na área de influência da UHCB

Nas dez estações de amostragem foram coletados 2.730 gastrópodes pertencentes às famílias Ampullariidae, Ancyliidae, Planorbidae, Physidae, Lymnaeidae, e Thiariidae, sendo as espécies: *Antillorbis nordestensis* (Lucena, 1954), *B. straminea*, *Drepanotrema anatinum* (d'Orbigny, 1835), *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839), *Drepanotrema depressissimum* (Moricand, 1839), *Ferrisia fragilis* (Tryon 1863), *Gundlachia ticaga* (Marcus & Marcus, 1962), *Gundlachia radiata* (Guilding 1828), *L. columella*, *M. tuberculata*, *Physa acuta* Draparnaud, 1805, *Physa marmorata* Guilding, 1828 e *Pomacea lineata* (Spix, 1827).

A família mais abundante foi Thiariidae, representada apenas por *M. tuberculata*, com abundância relativa de 49,7%, seguida por Planorbidae (44,2%), representada pelas espécies *B. straminea* (43,1%), *D. lucidum* (0,66%), *D. anatinum* (0,29%), *A. nordestensis* (0,07%) e *D. depressissimum* (0,04%). A abundância relativa das demais famílias e espécies foi: Ampullariidae (1,13%, apenas *P. lineata*); Ancyliidae (0,55%), com predominância de *G. ticaga* (0,36%) sobre *F. fragilis* (0,15%) e *G. radiata* (0,04%); Lymnaeidae (2,42%, apenas *L. columella*) e Physidae (1,87%), *P. marmorata* (1,61%) e *P. acuta* (0,26%).

Em relação à época da coleta, em fevereiro de 2013 (4ª campanha) foi obtido o maior número de exemplares (978 espécimes) representando 35,8% do total amostrado. Em agosto de 2013 (6ª campanha) foram coletados 123 exemplares, ou seja, 4,5% da quantidade obtida nas oito campanhas. As espécies *D. depressissimum*, *P. acuta* e *G. radiata* foram encontradas apenas no segundo ano do estudo, sendo as duas primeiras encontradas após novembro de 2013 (7ª campanha) e a última somente em janeiro de 2014 (8ª campanha). Por outro lado, as espécies *B. straminea* e *M. tuberculata* foram obtidas em todas as campanhas (Tabela 1).

Tabela 1: Abundância de gastrópodes límnicos nas dez estações de amostragem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, durante as oito campanhas realizadas entre maio de 2012 e janeiro de 2013.

ESPÉCIES	PERÍODO DA COLETA									
	2012			2013			2014			Total
	Mai	Ago	Nov	Fev	Mai	Ago	Nov	Jan		
Ampullariidae										
<i>P. lineata</i>	2	0	6	20	2	0	1	0	31	
Ancylidae										
<i>F. fragilis</i>	0	0	0	2	2	0	0	4		
<i>G. ticaga</i>	5	0	0	0	4	1	10			
<i>G. radiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Lymnaeidae										
<i>L. columella</i>	0	6	21	0	3	1	9	26	66	
Physidae										
<i>P. acuta</i>	0	0	0	0	0	0	5	2	7	
<i>P. marmorata</i>	1	0	6	2	3	3	14	15	44	
Planorbidae										
<i>A. nordestensis</i>	0	0	0	1	0	1	0	2		
<i>B. straminea</i>	121	137	218	252	66	105	148	132	1179	
<i>D. anatinum</i>	2	0	5	0	0	0	1	0	8	
<i>D. depressissimum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>D. lucidum</i>	0	2	5	2	0	2	6	1	18	
Thiaridae										
<i>M. tuberculata</i>	112	61	116	702	46	37	183	102	1359	
Total/campanha	243	206	377	978	123	150	373	280	2730	

Segundo a frequência de ocorrência as espécies foram (i) constantes: *B. straminea*, *D. lucidum*, *L. columella*, *M. tuberculata*, *P. lineata* e *P. marmorata*; (ii) acessória ou comum: *A. nordestensis*, *D. anatinum*, *F. fragilis*, *G. ticaga* e *P. acuta*; (iii) acidental ou rara: *D. depressissimum* e *G. radiata* (Uramoto *et. al.*, 2005).

Analisando a frequência de ocorrência por estação de amostragem, seguindo a mesma classificação supracitada, as espécies foram classificadas em:

(i) constante: *B. straminea* (em todas as estações de coleta) sendo: um índice de 62,5% na estação nº 5, 75% nas estações nºs 2 e 8, 87,5% na estação nº 7 e 100% nas demais; *M. tuberculata* nas estações nº 2 (87,5%), nº 4 (87,5%) e nº 3 (100%); *P. marmorata* nas estações nºs 5 (75%) e nº 9 (71,4%) e *P. lineata* na estação nº 3 (62,5%);

(ii) acessória: *M. tuberculata* nas estações nº 1 (42,9%), nº 5 (50%), nº 8 (50%) e nº 10 (50%); *P. marmorata* na estação nº 6 (25%) e nº 10 (37,5%); *P. acuta* na estação nº 10 (25%); *L. columella* nas estações nº 4 (25%), nº 5 (50%), nº 6 (25%), nº 7 (25%) e nº 10 (25%); *G. ticaga* na estação nº 10 (37,5%); *F. fragilis* na estação nº 7 (25%); *D. lucidum* nas estações nº 3 (25%) e nº 6 (37,5%); e *D. anatinum* na estação nº 3 (37,5%);

(iii) acidental: *P. marmorata* nas estações nº 1 (14,3%) e nº 2 (12,5%); *P. acuta* na estação nº 6 (12,5%); *L. columella* na estação nº 1 (14,3%), *G. radiata* na estação nº 6 (12,5%); *A. nordestensis* nas estações nº 6 (12,5%), nº 9 (14,3%) e nº 10 (12,5%); *D. lucidum* nas estações nº 7 (12,5%), nº 8 (12,5%) e nº 9 (14,3%) e *D. depressissimum* na estação nº 3 (12,5%).

Quanto à presença ou ausência dos gastrópodes em relação à estação de amostragem, segue a relação das espécies e estações de amostragem em que nenhum exemplar foi encontrado: *M. tuberculata*, estações nºs 6 e 9; *P. marmorata*, estações nºs 3, 4, 7 e 8; *P. acuta*, estações nºs 1 a 5 e nºs 7 a 9; *L. columella*, estações nºs 2, 3, 8 e 9; *G. ticaga*, estações nºs 1 a 9; *G. radiata*, estações nºs 1 a 5 e nºs 7 a 10; *F. fragilis*, estações nºs 1 a 6 e nºs 8 a 10; *A. nordestensis*, estações nºs 1 a 5 e nºs 7 e 8; *D. lucidum*, estações nºs 1, 2, 4, 5 e 10; *D. anatinum*, *D. depressissimum* e *P. lineata*, estações nºs 1 e 2 e nºs 4 a 10.

A estação de amostragem nº 10 (rio Tocantins, setor Sul, local conhecido como Porto Rubão) foi o local com maior riqueza de gastrópodes, com sete espécies representantes de cinco famílias, seguidas da estação nº 3 (Praia do Sol, setor Norte) e estação nº 6 (Barra do São Félix, setor central) com seis espécies de gastrópodes (Tabela 2).

Quando analisada a abundância dos moluscos obtidos, em cada campanha e cada estação de amostragem, as espécies encontradas nas dez estações de amostragem foram:

(i) muito abundante: *L. columella* (na 3ª campanha, estação de amostragem nº 7; e na 8ª campanha, estação nº 5); *B. straminea* (na 1ª campanha, nas estações nºs 4, 5, 6, 7 e 10; na 2ª campanha, estações nºs 3, 5, 7, 8 e 9; na 3ª campanha, estações nºs 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10; na 4ª campanha, estações nºs 1, 2, 3, 6, 7, 8 e 10; na 5ª campanha, estações nºs 1, 3, 6, 7, 8 e 9; na 6ª campanha, estações nºs 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10; na 7ª campanha, estações nºs 1, 3, 5, 6 e 7; na 8ª campanha, estações nºs 1, 4, 7 e 10) e *M. tuberculata* (na 1ª campanha, estações nºs 2, 3 e 7; na 2ª campanha, estações nºs 2 e 4; na 3ª campanha, estações nºs 1, 2 e 8; na 4ª

campanha, estações n^{os} 5 e 8; na 5^a campanha, estações n^{os} 2, 4 e 5; na 7^a campanha, estações n^{os} 2 e 8; na 8^a campanha, estação n^o 3);

(ii) abundante: *L. columella* (na 6^a campanha, estação de amostragem n^o 5); *P. marmorata* (na 3^a e 4^a campanhas, estação n^o 9; na 5^a campanha, estações n^{os} 5 e 6; na 6^a e 7^a campanhas, estação n^o 5; 7^a e 8^a campanhas, estação n^o 9); *B. straminea* (na 1^a campanha, estação n^o 2; na 2^a campanha, estações n^{os} 1, 2, 6 e 10; na 3^a campanha, estações n^{os} 1, 2 e 8; na 4^a campanha, estações n^{os} 4 e 9; na 7^a campanha, estações n^{os} 4, 9 e 10; e na 8^a campanha, estações n^{os} 3, 9 e 10); *M. tuberculata* (na 1^a campanha, estações n^{os} 1, 3 e 10; na 4^a campanha, estação n^o 4; na 6^a campanha, estações n^{os} 2 e 3; na 7^a campanha, estação n^o 4); *G. ticaga* (na 5^a campanha, estação n^o 10; na 8^a campanha, estação n^o 5) e *F. fragilis* (na 6^a campanha, estação n^o 7);

(iii) pouco abundante: *L. columella* (na 2^a campanha, estações n^{os} 6 e 7; na 5^a campanha, estação n^o 10; na 7^a campanha, estações n^{os} 4, 5 e 10); *P. acuta* (na 7^a campanha, estação n^o 10; na 8^a campanha, estação n^o 6); *P. marmorata* (na 5^a campanha, estação n^o 1; na 9^a campanha, estação n^o 5; na 6^a campanha, estação n^o 9; na 8^a campanha, estação n^o 10); *B. straminea* (na 1^a campanha, estação n^o 3; na 4^a campanha, estação n^o 5; na 5^a campanha, estação n^o 10; na 8^a campanha, estação n^o 6); *M. tuberculata* (na 1^a campanha, estações n^o 5; na 3^a campanha, estações n^{os} 4 e 5; na 4^a campanha, estações n^{os} 2, 3 e 10; na 7^a campanha, estação n^o 3; na 8^a campanha, estação n^o 4); *G. ticaga* (na 7^a campanha, estação n^o 10); *G. radiata* (na 8^a campanha, estação n^o 6); *F. fragilis* (na 5^a campanha, estação n^o 7); *A. nordestensis* (na 2^a campanha, estação n^o 6; na 7^a campanha, estação n^o 9); *D. lucidum* (na 2^a e 8^a campanhas, estação n^o 6; na 6^a campanha, estação n^o 6) e *P. lineata* (na 4^a campanha, estação n^o 3);

(iv) esporádica: *L. columella* (na 3^a campanha, estações n^{os} 5 e 6; na 8^a campanha, estação n^o 4); *P. acuta* (na 7^a campanha, estação n^o 10); *P. marmorata* (na 1^a campanha, estação n^o 5; na 3^a campanha, estações n^{os} 2 e 5; na 4^a campanha, estação n^o 10; na 9^a campanha, estações n^{os} 6 e 10); na *B. straminea* (na 1^a campanha, estação n^o 8; na 2^a campanha, estação n^o 4; na 5^a campanha, estação n^o 4; e na 7^a campanha, estação n^o 2); *M. tuberculata* (na 3^a campanha, estações n^o 3; na 5^a campanha, estações n^{os} 3 e 10; na 7^a campanha, estação n^o 1; na 8^a campanha, estação n^o 7); *G. ticaga* (na 8^a campanha, estação n^o 10); *A. nordestensis* (na 5^a campanha, estação n^o 10); *D. lucidum* (na 2^a campanha, estação n^o 7; nas 3^a e 7^a campanhas, estação n^o 3; na 4^a campanha, estação n^o 8); *D. anatinum* (nas 1^a, 3^a e 7^a campanhas, estação

nº 3); *D. depressissimum* (na 7ª campanha, estação nº 3) e *P. lineata* (nas 1ª, 3ª, 5 e 7ª campanhas, estação nº 3).

As espécies *B. straminea* e *M. tuberculata* foram obtidas em oito dos dez pontos amostrados, em sintopia. Nas estações de amostragem nºs 3 (praia do Sol) e 4 (Rio Bonito) foram coletadas simultaneamente em oito e sete campanhas ao longo do estudo. (Figuras 5 A-G)

A abundância das espécies foi analisada estatisticamente em cada localidade (exceto nas estações de amostragem nºs 1 e 9) mostrando não se alterar significativamente ($p > 0,05$) ao longo do período (maio/2012, agosto/2012, novembro/2012, fevereiro/2013, maio/2013, agosto/2013, novembro/2013 e janeiro/2014), sendo obtidos os seguintes valores: estação de amostragem nº 2, $p = 0,652$; nº 3, $p = 0,479$; nº 4, $p = 0,997$; nº 5, $p = 0,989$; nº 6, $p = 0,931$; nº 7, $p = 0,995$, nº 8, $p = 0,786$ e nº 10, $p = 0,719$. As análises estatísticas mostraram que a frequência com que as espécies ocorreram não diferiu significativamente ($p > 0,05$) entre as dez estações de amostragem.

Tabela 2: Abundância das espécies de gastrópodes límnicos em cada uma das dez estações de amostragem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, de maio de 2012 a janeiro de 2014.

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº 10
<i>A. nordestensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>B. straminea</i> 92	55	348	137	57	155	90	82	19	56	
<i>D. anatinum</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. lucidum</i>	0	0	10	0	0	4	1	2	1	0
<i>D. depressissimum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>F. fragilis</i> 0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
<i>G. radiata</i> 0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>G. ticaga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>L. columella</i> 3	0	0	4	29	2	21	0	0	7	
<i>M. tuberculata</i>	33	192	184	87	26	0	1	807	0	7
<i>P. acuta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
<i>P. marmorata</i>	1	1	0	0	20	3	0	0	12	6
<i>P. lineata</i>	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0

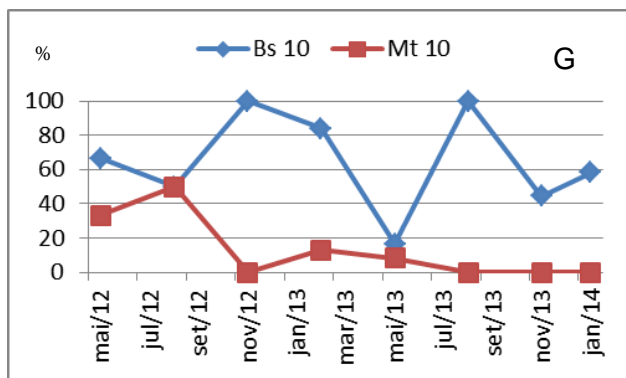
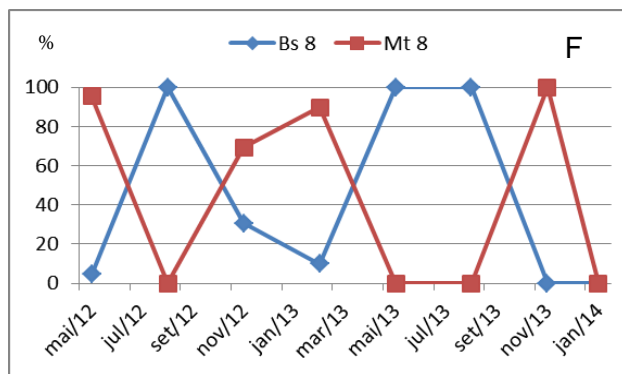
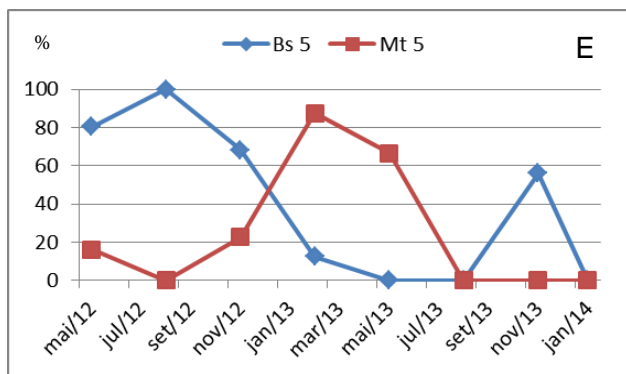
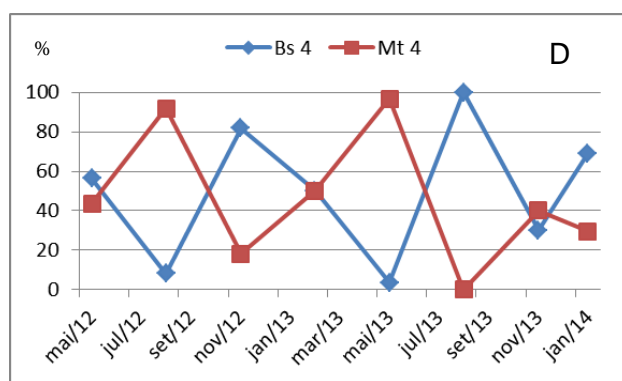
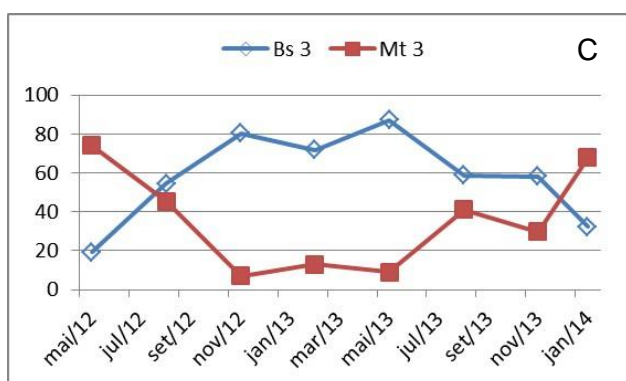
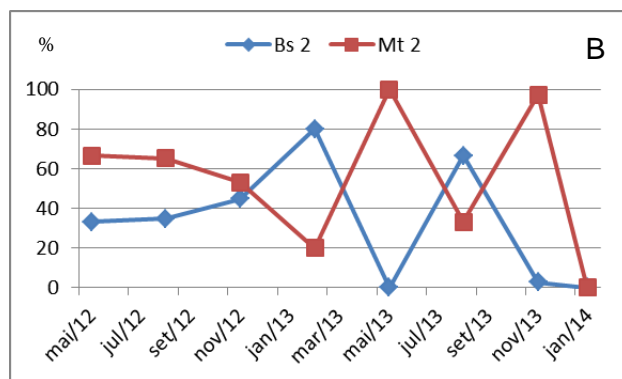
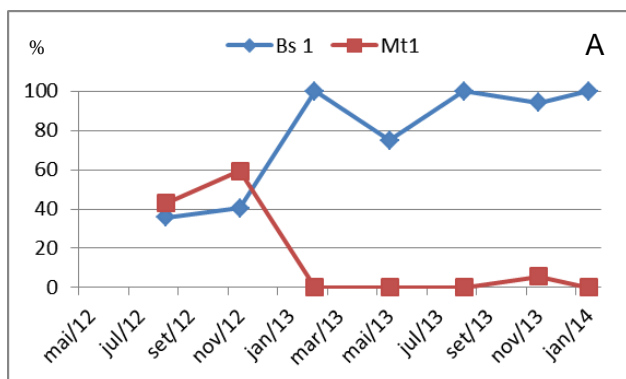


Figura 5 A-G: Abundância de *Biomphalaria straminea* e *Melanoides tuberculata* por estação de amostra. A: Estação de amostragem nº1; B: Estação de amostragem nº2; C: Estação de amostragem nº3; D: Estação de amostragem nº4; E: Estação de amostragem nº5; F: Estação de amostragem nº8 e G: Estação de amostragem nº10. Nas estações 6, 7 e 9 não foi detectada a presença de *Melanoides tuberculata*.

Quanto aos fatores abióticos, a estação de amostragem nº 3 apresentou a temperatura da água mais elevada (28,78°C) e a mais baixa (24,3°C) foi registrada na estação nº 5. A respeito da condutividade, a maior (162,59 µS/cm) foi registrada na estação de amostragem nº 5 e a menor (59,7 µS/cm) na estação nº 7. Em relação ao pH, a localidade onde o ambiente límnic estava mais ácido (7,53) foi na estação nº 6 e o mais alcalino foi na estação nº 2 (8,18). A estação de amostragem nº 1 apresentou a maior quantidade de oxigênio dissolvido (6.71 mg/l - com saturação de 91,58%) e a menor foi registrada na estação nº 5 (2,5 mg/l - com saturação de 23,1%). As médias dos caracteres abióticos encontram-se na tabela 3.

Com base em Glasser & Winter (1961), onde para um N=10 (dez estações de amostragem) o valor do coeficiente de *Spearman* tem que ser maior ou igual a 0.649 para que a correlação seja significativa, foi detectada uma correlação positiva ($p < 0,05$, $R = 0.756$) entre a ocorrência de *M. tuberculata* e o pH das estações de amostragem na campanha de novembro de 2013. Nas campanhas três e quatro não foram coletados os dados abióticos por problemas técnicos na sonda multimétrica.

Não foi encontrada relação significativa entre os dados abióticos e as abundâncias de *B. straminea* e *M. tuberculata* quando analisados entre os meses de coleta (campanhas), onde: *B. straminea* ($R^2 = 0,279$; $p = 0,281$, $N = 8$) e *M. tuberculata* ($R^2 = 0,155$; $p = 0,440$; $N = 8$). Contudo, analisando-se entre as estações de coleta, nos meses de novembro 2013 e janeiro 2014, foi encontrada relação significativa inversa da temperatura e direta da DO com a abundância de *B. straminea* no mês de janeiro 2014 ($R^2 = 0,572$; $p = 0,50$; $N = 10$; temp: $b = -6,583$, $p = 0,23$; DO: $b = 7,983$; $p = 0,032$).

Não foi encontrada relação significativa para o mês de novembro 2013 para *B. straminea* ($R^2 = 0,216$; $p = 0,176$; $N = 10$) e em ambos os meses para *M. tuberculata* (novembro 2013: $R^2 = 0,222$; $p = 0,169$; $N = 10$; janeiro 2014: $R^2 = 0,118$; $p = 0,330$; $N = 10$).

Tabela 3: Média dos dados abióticos, temperatura (temp), condutividade (cond), potencial hidrogeniônico (pH) e o oxigênio dissolvido (do) nas dez estações de amostragem definidas no reservatório da usina hidrelétrica de Cana Brava, em seis das oito campanhas realizadas.

	1	2	5	6	7	8
Temp	30.15	26.99	30.48	27.22	28.52	28.24
Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	96.6	31.65	42.75	120.67	118.65	127.44
pH	7.61	7.52	7.33	7.29	7.72	8.68
Do (mg/l)	3.22	4.9	6.08	4.51	3.65	4.52
Do (%)	-	61.31	84.36	59.6	49,6	61,7



Figura 6 A-D: Sintopia entre *B. straminea* e *M. tuberculosis*, nas 10 estações de amostragem, com relação à temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido (DO), na campanha de novembro/13.

A fim de se obter os índices pluviométricos no período de coleta deste estudo, para confrontar com a abundância de *B. straminea*, foram obtidos do site do Instituto Nacional de Meteorologia gráficos da normal climatológica nos anos de 2012 e 2013 (figuras 7 A e 8 A), que apontaram uma maior pluviosidade nos meses de janeiro, novembro e fevereiro de 2012 e janeiro, dezembro e novembro de 2013, respectivamente.

A abundância de *B. straminea* por campanha (figuras 7 B e 8 B) foi maior em novembro, agosto e maio de 2012 e fevereiro, novembro e agosto de 2013, respectivamente.

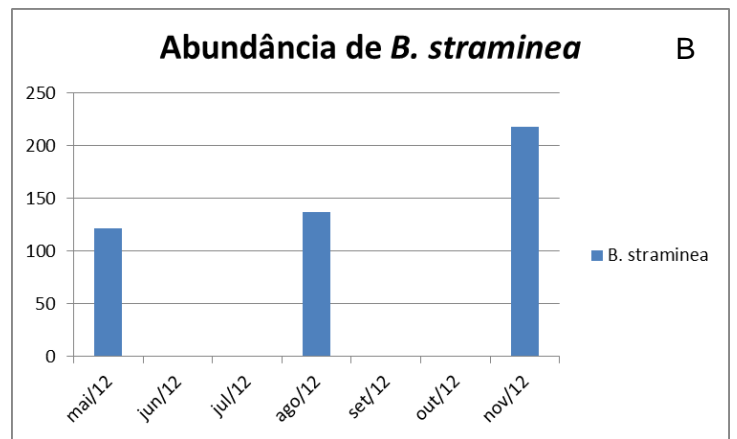
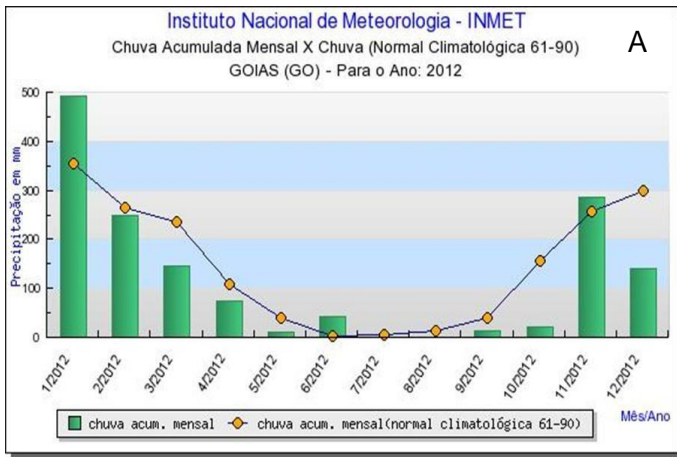


Figura 7: A - Pluviosidade acumulada mensal para o estado de Goiás durante o ano de 2012. B – Abundância de *Biomphalaria straminea* nas três campanhas realizadas em 2012

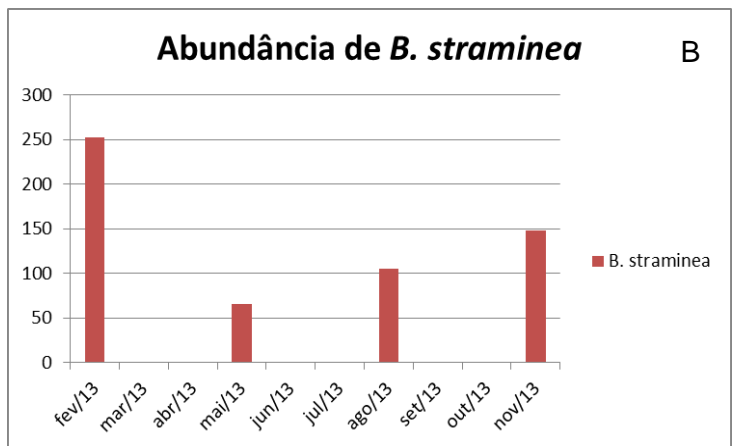
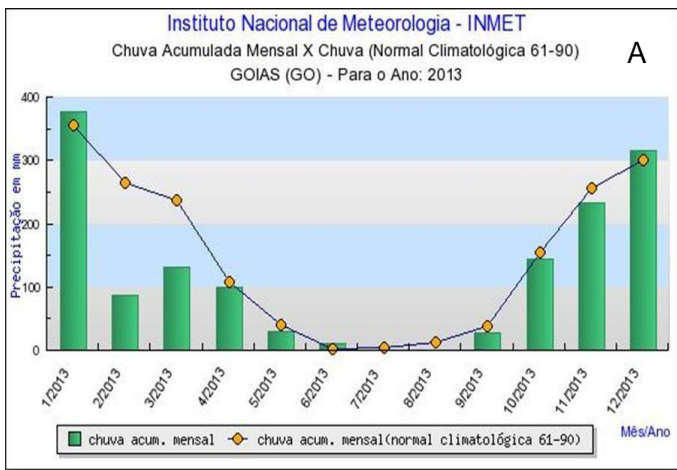


Figura 8: A - Pluviosidade acumulada mensal para o estado de Goiás durante o ano de 2013. B - Abundância de *Biomphalaria straminea* nas quatro campanhas realizadas em 2013.

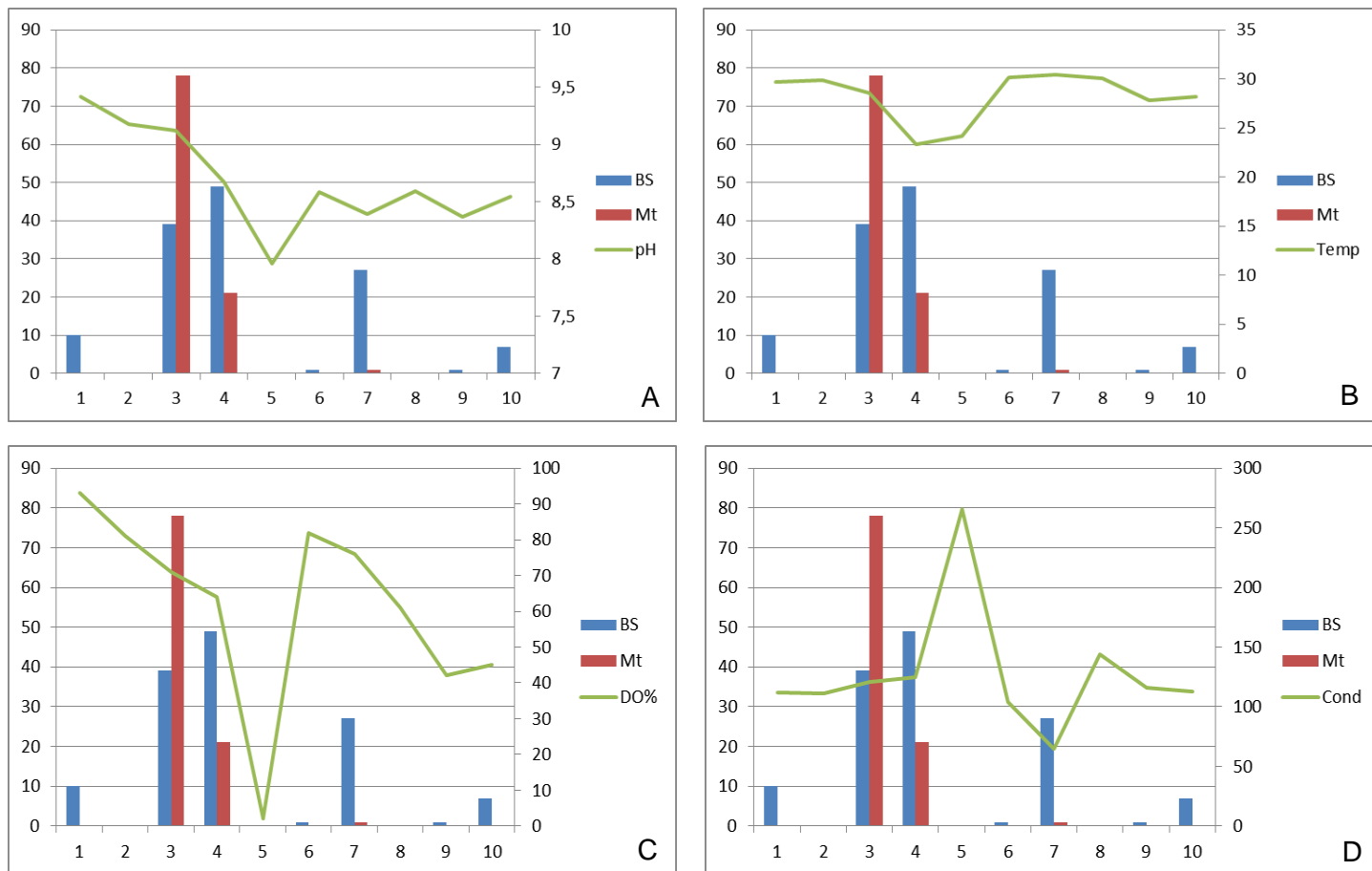


Figura 9A-D: Sintopia entre *B. straminea* e *M. tuberculata*, nas 10 estações de amostragem, com relação à temperatura, pH, condutividade e DO, na campanha de jan/14.

Além das 10 estações de amostragem descritas acima, foram analisados quanto à ocorrência dos gastrópodes outros 77 locais, onde foram coletadas, além das espécies citadas anteriormente, *A. tenuilabris* e representantes da Superfamília Rissoidae (figuras 8 A-N). Rissoidae foi obtida somente na área de influência da Usina Hidrelétrica de São Salvador, a jusante da barragem da UHCB, nos Rios Mucambinho, Rosário, Custódio e Mucambão (figura 11).

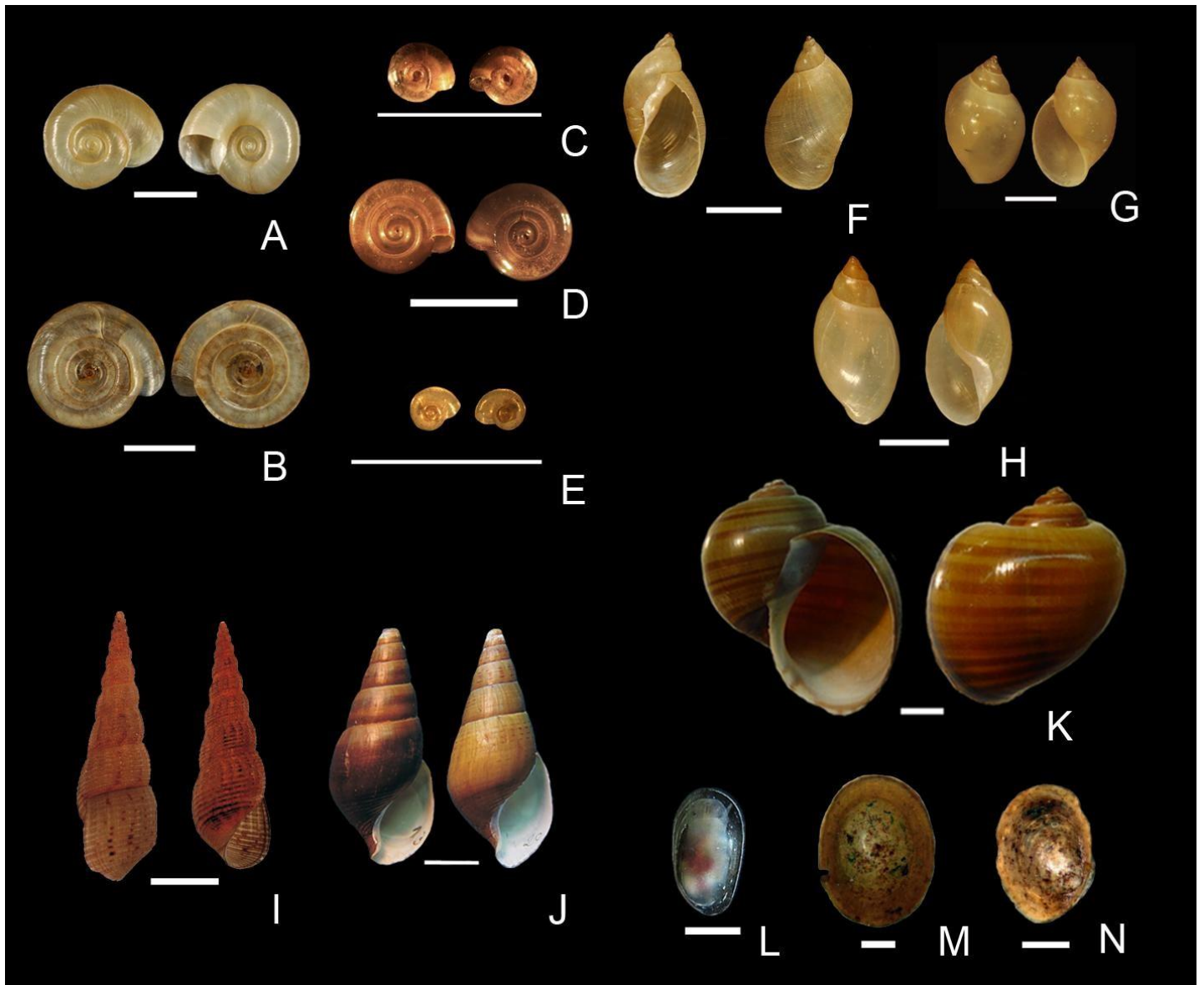


Figura 10: Gastrópodes coletados na área de influência da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, nas 10 estações fixas e mais as 77 estações do estudo qualitativo: *Biomphalaria straminea* (A); *Drepanotrema depressissimum* (B); *Drepanotrema anatinum* (C); *Drepanotrema lucidum* (D); *Antilorbis nordestensis* (E); *Lymnaea columella* (F); *Physa acuta* (G); *Physa marmorata* (H); *Melanoides tuberculata* (I); *Aylacostoma tenuilabris* (J); *Pomacea lineata* (K); *Ferrissia fragilis* (L); *Gundlachia radiata* (M) e *Gundlachia ticaga* (N). Escalas: A-K: 10mm; L-N: 1mm. Fonte: L: AOKI, 2014; M-N: KOTZIAN et al, 2013.

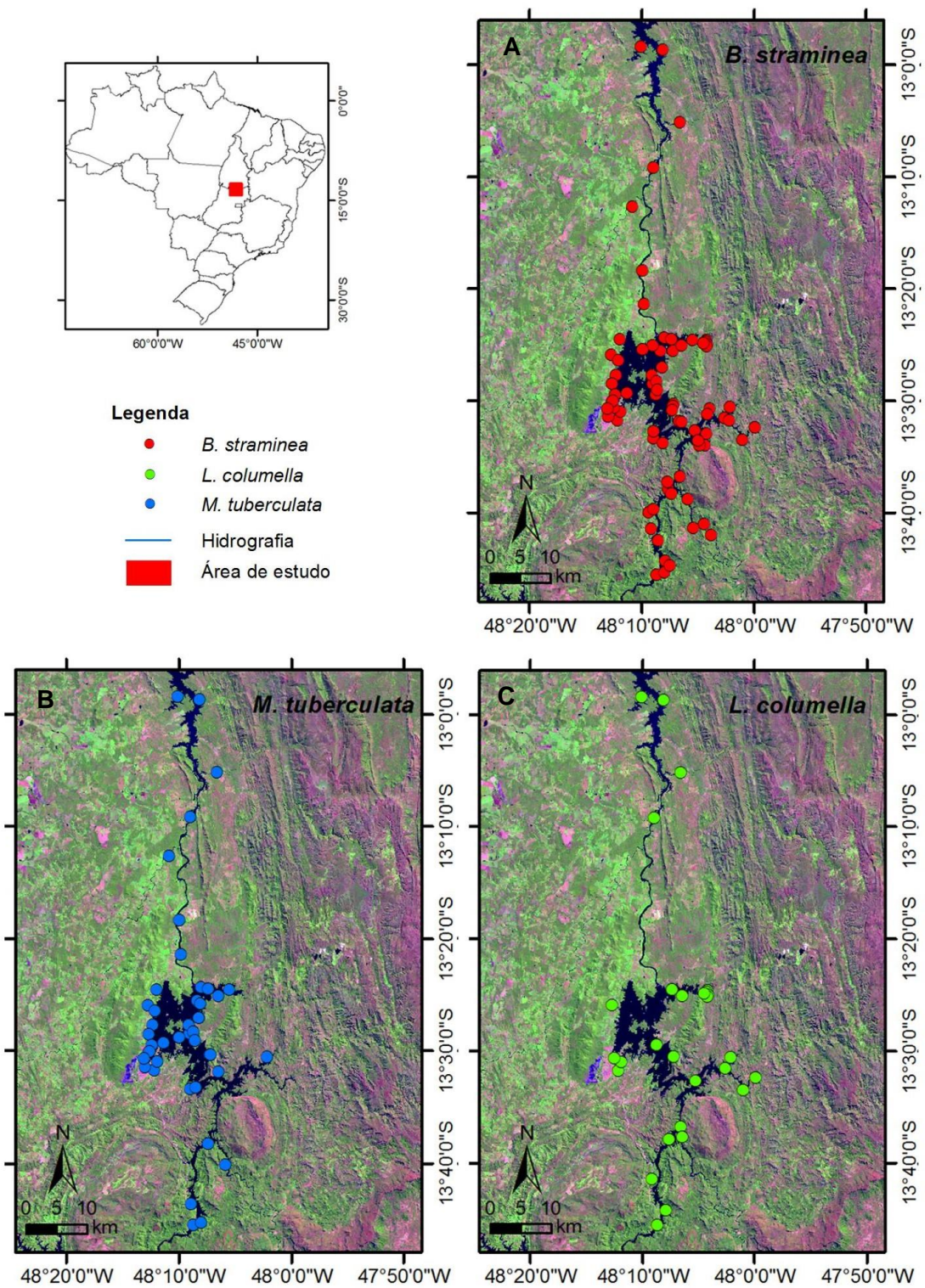


Figura 11: Distribuição das espécies que podem atuar no ciclo de trematódeos de importância médica, obtidas na área de influência da usina hidrelétrica de Cana Brava. A: *Biomphalaria straminea*; B: *Melanoides tuberculata* e C: *Lymnaea columella*.

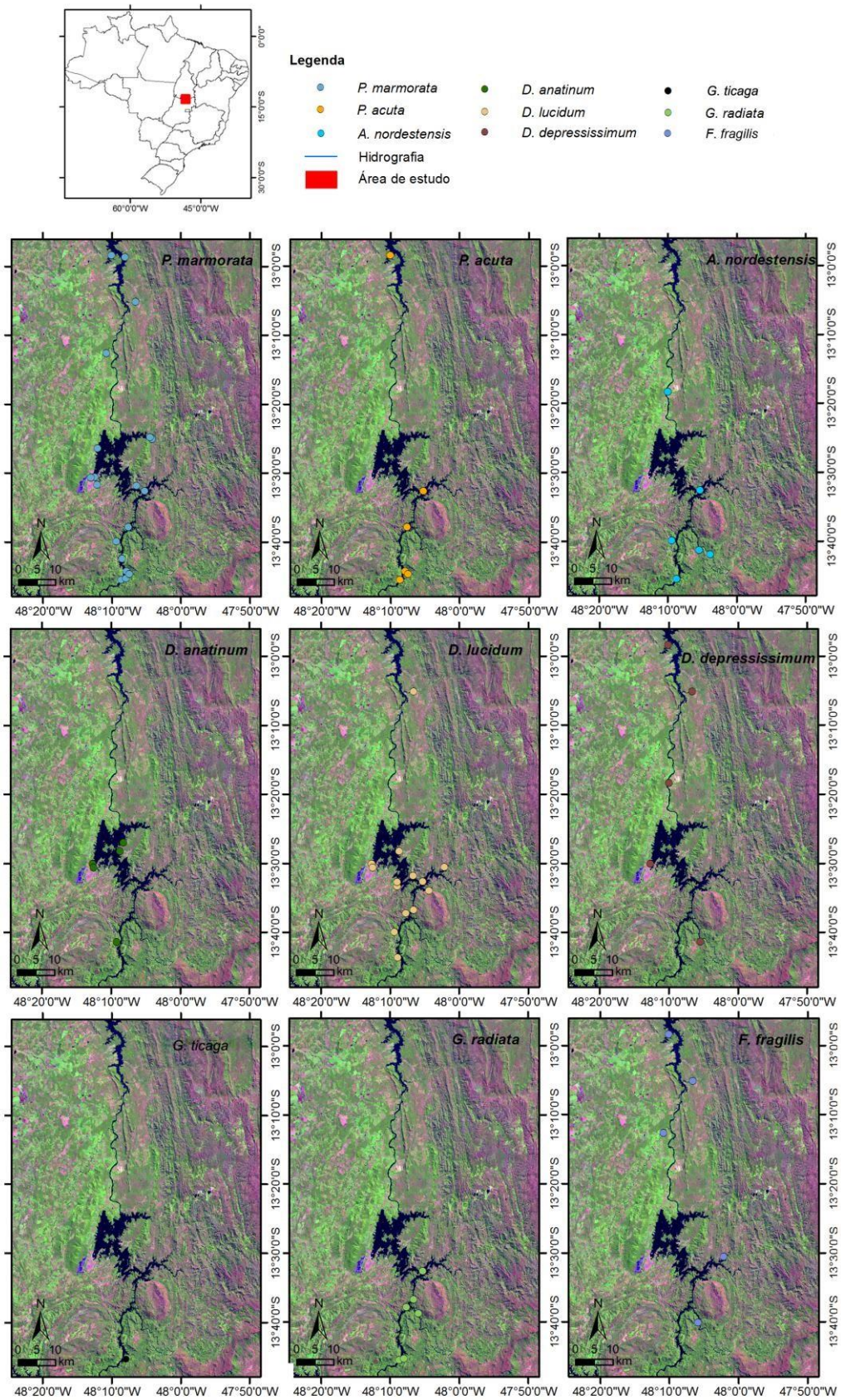


Figura 12: Distribuição das espécies de gastrópodes pulmonados: *P. marmorata*, *P. acuta*, *A. nordestensis*, *D. anatinum*, *D. lucidum*, *D. depressissimum*, *G. ticaga*, *G. radiata* e *F. fragilis*, respectivamente, obtidas na área de influência da UHCB.

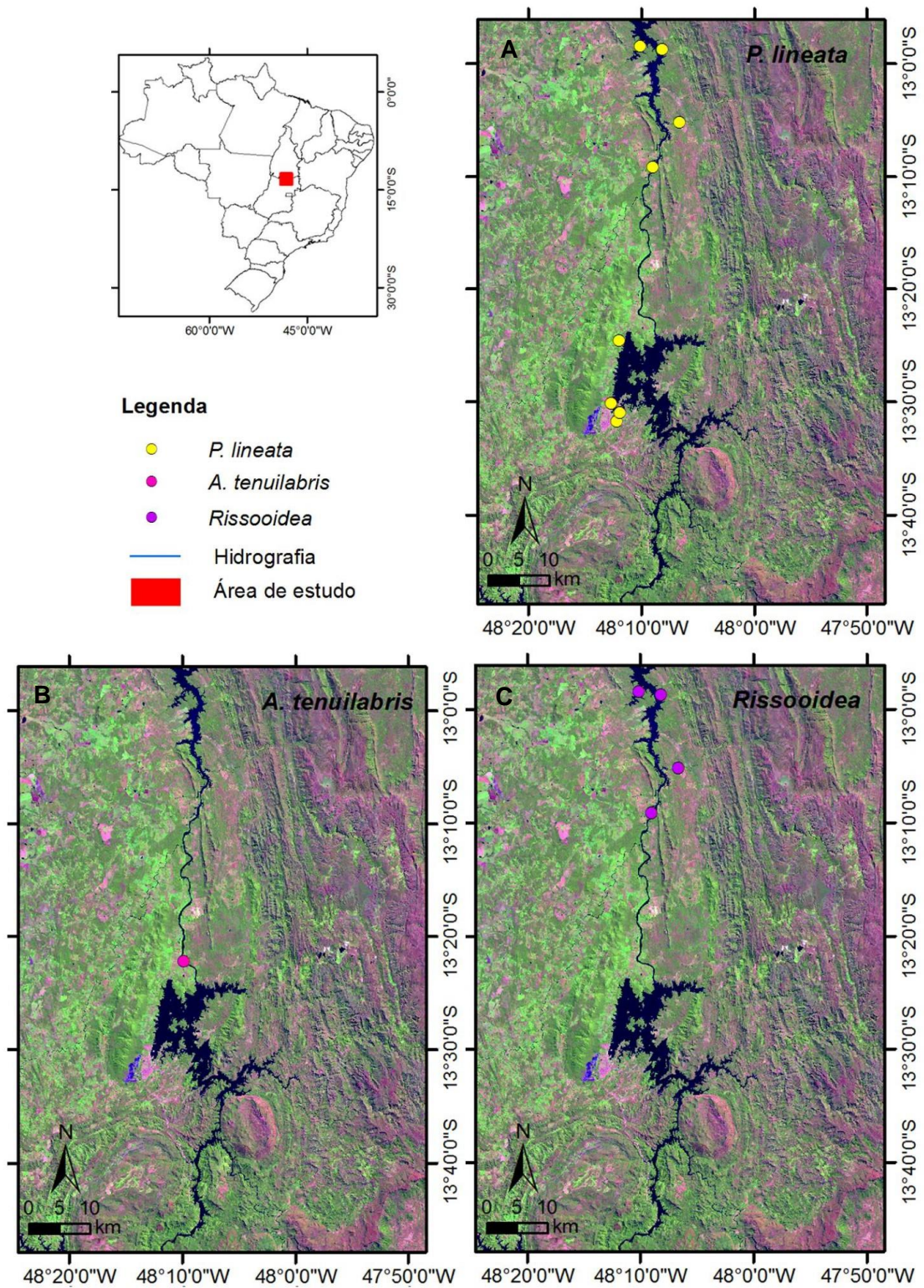


Figura 13: Distribuição dos táxons prosobrânquios, obtidos na área de influência da usina hidrelétrica de Cana Brava. A: *Pomacea lineata*; B: *Aylacostoma tenuilabris* e C: Superfamília Risssoidea.

4.2 Helmintofauna associada aos gastrópodes obtidos na área de influência da UHCB

Das 10 estações de amostragem, quatro apresentaram moluscos infectados. Somente nas campanhas de maio de 2012 e maio de 2013 não foi observada infecção dos moluscos por formas larvais de trematódeos. Embora nenhum exemplar estivesse parasitado por *S. mansoni* ou *F. hepatica*, seis diferentes formas larvais de trematódeos foram encontradas e identificadas como pertencentes às famílias Cyathocotylidae (Vivax cercaria), Echinostomatidae ou Psilostomatidae (Echinostome cercaria), Notocotylidae ou Pronocephalidae (Monostome cercaria), Heterophyidae, Opisthorchiidae ou Cryptogonimidae (Pleurolophocercous cercaria), Plagiorchiidae ou Telorchiidae (Armatae cercaria), Schistosomatidae ou Spirorchiidae (Brevifurcate apharingeate cercaria).

A localidade com maior riqueza de tipos cercarianos foi a estação de amostragem nº 3 (Praia do Sol), onde foram encontrados os tipos: Brevifurcate-apharyngeate cercaria (ago/12) e Echinostome cercaria (fev/13) em *B. straminea* e Pleurolophocercous cercaria em *M. tuberculata* (ago/13 e jan/14). Quanto aos moluscos, *B. straminea* apresentou a maior variedade de tipos cercarianos (5 tipos) e foi a única espécie apresentando coinfeção, sendo observadas Armatae cercaria e Monostome cercaria em um exemplar (figura 14).

Em relação às demais estações de amostragem, as espécies parasitadas e as formas larvais foram: *M. tuberculata*, coletados na estação nº 2 com Pleurolophocercous cercaria (4ª campanha, fevereiro de 2013 e 7ª campanha, novembro de 2013); *B. straminea* coletados na estação nº 5 eliminaram Armatae cercaria e Monostome cercaria (2ª campanha, agosto de 2012) e Vivax cercaria (3ª campanha, novembro de 2012 e 7ª campanha, novembro de 2013); *B. straminea* na estação nº 6 eliminou Vivax cercaria (4ª campanha, fevereiro de 2013 e 7ª campanha, novembro de 2013).

Tabela 4: Tipos cercarianos encontrados nas 10 estações de coleta fixa, ao longo das 8 campanhas realizadas.

DATA	LOCALIDADE	TIPO CERCARIANO	MOLUSCO
ago/12	3	Brevifurcate-apharyngeate	<i>B. straminea</i>
ago/12	5	Armatae e Monostome cercaria	<i>B. straminea</i>
nov/12	5	Vivax cercaria	<i>B. straminea</i>
fev/13	2	Pleurolophocercous cercaria	<i>M. tuberculata</i>
fev/13	3	Echinostome cercaria	<i>B. straminea</i>
fev/13	6	Vivax cercaria	<i>B. straminea</i>
fev/13	1	Brevifurcate-apharyngeate	<i>B. straminea</i>
ago/13	3	Pleurolophocercous cercaria	<i>M. tuberculata</i>
nov/13	2	Pleurolophocercous cercaria	<i>M. tuberculata</i>
nov/13	5	Vivax cercaria	<i>B. straminea</i>
nov/13	6	Vivax cercaria	<i>B. straminea</i>
jan/14	3	Pleurolophocercous cercaria	<i>M. tuberculata</i>

Quanto aos moluscos coletados em toda a área de influência da UHCB, foram obtidos outros tipos cercarianos, como *Strigea* cercaria em *D. lucidum* e *Ubiquita* cercaria em *A. tenuilabris*, além dos citados acima.

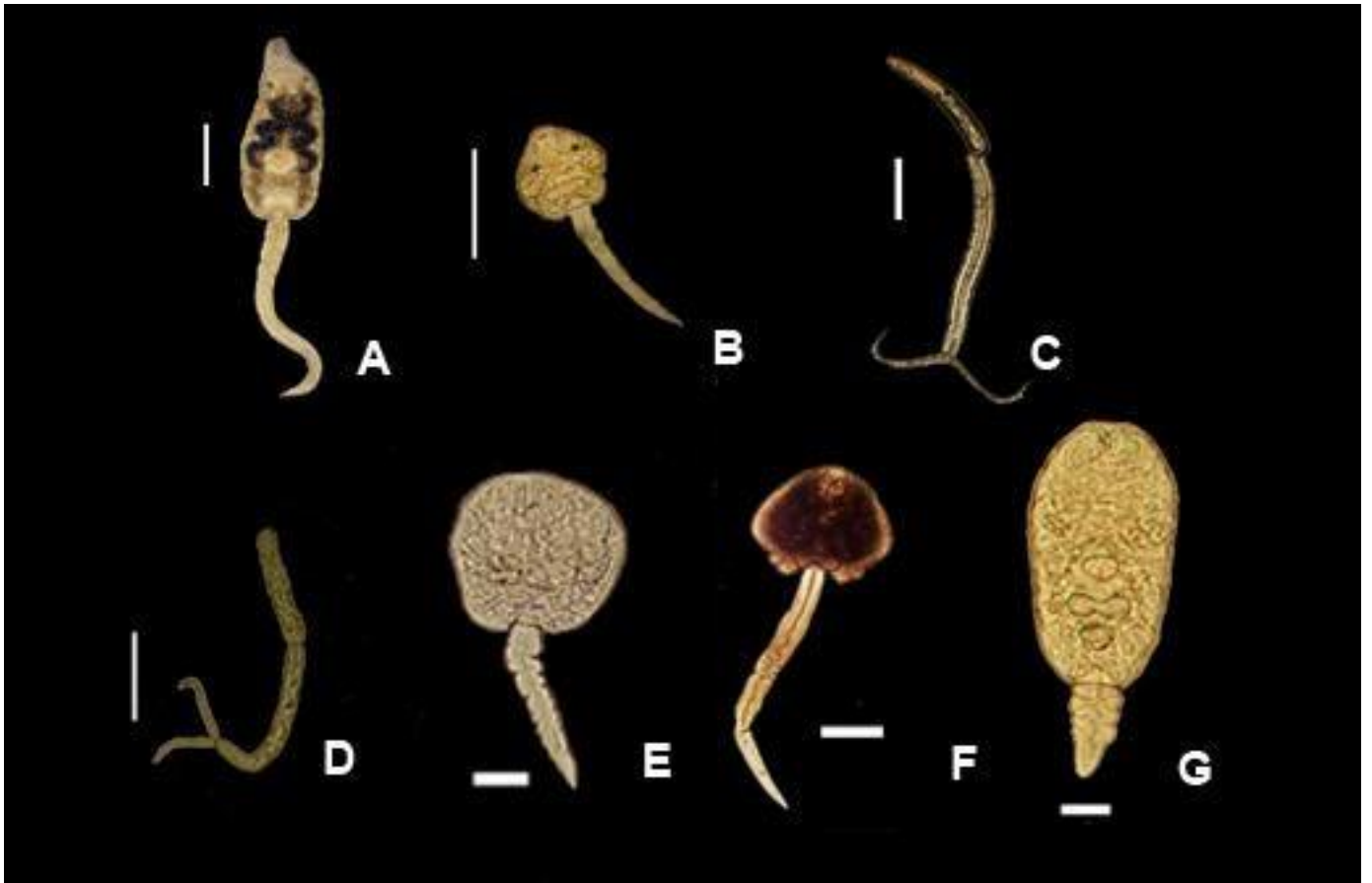


Figura 14: Tipos cercarianos encontrados nas 10 estações fixas de coleta: A) Echinostome cercaria; B) Pleurolophocercous cercaria; C) Brevifurcate-apharigeate cercaria; D) Vivax cercaria; E) Ubiquita cercaria; F) Monostome cercaria e G) Armatae cercaria. Escala: 0,1 mm.

5 DISCUSSÃO

Em relação à distribuição das espécies, nota-se claramente a ampla ocorrência de populações da espécie transmissora da esquistossomose, *B. straminea*, e do molusco exótico *M. tuberculata* na área. Entretanto, algumas espécies foram restritas a alguns afluentes, como *A. tenuilabris*, enquanto outras, como *P. acuta*, *F. fragilis* e *G. radiata*, embora mais dispersas, não foram encontradas ao longo de todo o reservatório da UHCB.

A ampla distribuição de *B. straminea* e *M. tuberculata* na área de influência da UHCB confirma as observações de Thiengo (2005) e Fernandez (2011) sobre a capacidade dessas espécies em colonizar os ambientes formados pelo barramento do Rio Tocantins visando à instalação de usinas hidrelétricas em seu leito. O presente estudo, no entanto, não pode ser comparado aos resultados de Fernandez (2011), que observou a redução populacional de alguns táxons decorrente da transformação do ambiente de lótico à lêntico, por ter sido realizado apenas após a formação do reservatório da UHCB.

Por outro lado, quando analisada a ocorrência dos gastrópodes límnicos observados por Thiengo *et al.* (2005) nas localidades de Minaçu e Cana Brava, ambas no município de Minaçu onde foi formado o reservatório de UHCB, nota-se atualmente a ausência de *Laevapex fuscus* Adams, 1841 na primeira localidade e, na segunda, de *Drepanotrema cimex* (Moriciand, 1839), *Burnupia ingae* Lanzer, 1991 e *Ferrissia gentilis* Lanzer, 1991. Sob a mesma análise, a espécie exótica *P. acuta* registrada no reservatório da UHCB não havia sido documentada. Segundo Chapin III (2000) a alteração do ambiente global decorrente da ação humana tem provocado o sexto maior evento de extinção da história e causado mudanças generalizadas na distribuição global dos organismos. Este autor destaca ainda que alterações na biodiversidade acabam por alterar os processos oriundos do ecossistema, trazendo consequências diretas na relação homem-ambiente.

Em relação à *Biomphalaria* spp., embora o presente estudo tenha observado somente *B. straminea*, Fernandez *et al.* (2009) registraram pela primeira vez no Norte de Goiás, *Biomphalaria intermedia* (Paraense & Deslandes, 1962) em tanques de piscicultura na fazenda Eldorado, situada na estrada entre os municípios de Minaçu e Palmeirópolis, uma fazenda que ficou submersa pelo alagamento formado pela instalação da UHCB. Entre 1999 e 2002, estes autores obtiveram nesta fazenda, além de *B. intermedia*, exemplares de *M. tuberculata*, *B. straminea* e *P. marmorata*. A margem do reservatório mais próxima a este local é a estação de amostragem

nº 2, onde foram obtidas as mesmas espécies, com exceção de *B. intermedia*, indicando que esta pode ser mais sensível a alterações ambientais.

O estudo de Rezende *et al.* (2009) realizado no reservatório da usina hidrelétrica de Rosal, no Espírito Santo, registrou a diminuição das populações de *B. glabrata* e *B. tenagophila* na fase de operação da UHE Rosal, quando comparada à fase de construção. Estes resultados exemplificam a existência de variações adaptativas das espécies, em relação à transformação do ambiente ocorrida pela implantação de usinas hidrelétricas.

No caso do reservatório de UHCB, além dos trabalhos de Thiengo *et al.* (2005) e Fernandez *et al.* (2009), os resultados sobre a malacofauna límnic se restringiam a relatórios enviados ao IBAMA após 2005. Em 2006 foi registrada a ocorrência de macrófitas no reservatório as quais, segundo os responsáveis pelos relatórios, não apresentavam riscos à proliferação de mosquitos ou outros vetores. No entanto, contrariando esta observação, os relatórios do início de 2008 e 2009 assinalaram que a macrófita *Salvinia auriculata* Aubl. poderia abrigar moluscos transmissores e alertaram sobre a necessidade de um programa preventivo de doenças de veiculação hídrica e fomento à educação ambiental. Em novembro de 2008, estes relatórios tornaram-se mais detalhados quanto à ocorrência dos moluscos de importância médica, quando georreferenciaram dez estações de amostragem no reservatório da UHCB e realizaram coletas de moluscos com um puçá. Como resultado desta análise, foi apontada a presença de *B. straminea* e *M. tuberculata*, respectivamente, em uma e sete estações de amostragem em novembro de 2008; dez e sete estações em setembro de 2009; cinco e seis estações em novembro de 2009; nove e oito estações em outubro de 2010 e quatro e cinco estações em agosto de 2011. Além destas duas espécies, há o registro de *Physa* sp. Os resultados destes relatórios confirmaram os dados de Fernandez *et al.* (2009) sobre a presença dessas três espécies no reservatório da UHCB e demonstraram, assim como no presente trabalho, a ocorrência de populações de *B. straminea* e *M. tuberculata* bem estabelecidas na área (IBAMA, 2014). Após agosto de 2011, nenhum relatório foi encontrado.

No que se refere à importância epidemiológica para a transmissão da esquistossomose deve ser destacada a estação de amostragem na praia do Sol, que foi preparada especialmente para a prática de banho, lazer, esporte, eventos e caminhadas, confirmando o potencial turístico da região, se tornando o maior cartão postal da região, nesta localidade (figura 15), foram coletados exemplares de *B. straminea* em todas as campanhas entre maio de 2012 e fevereiro de 2014. Nos relatórios citados anteriormente, *B. straminea* havia sido observada na Praia do Sol em setembro de 2009 e outubro de 2010, mas não em novembro de

2008, novembro de 2009 e agosto de 2011; diferentemente das observações no Rio Bonito, onde foram relatados exemplares em todos os relatórios. Neste trabalho, a presença de *B. straminea* nas duas estações de amostragem localizadas no Rio Bonito (n^{os} 4 e 5) confirma a observação anterior.



Figura 15: Praia do Sol, Minaçu, estado de Goiás.

Quanto à importância epidemiológica, além da Praia do Sol (figura 15), o Rio Bonito (figura 16) deve ser monitorado quanto à densidade de *B. straminea* e sua possível infecção por trematódeos já que contorna parte do município de Minaçu, recebe dejetos humanos e é um dos afluentes do reservatório da UHCB. Em 2011, Santos *et al.* alertaram sobre o risco de disseminação da esquistossomose para o estado de Goiás ao relatarem um indivíduo aparentemente sadio que, ao se propor voluntariamente a participar de estudos terapêuticos de determinados fármacos, foi diagnosticado com ovos viáveis de *S. mansoni*. Os autores enfatizam a importância da vigilância epidemiológica em saúde pública em áreas não endêmicas, como em Goiás, baseando-se nos relatos deste indivíduo que, em razão de seu trabalho, circula por diversos municípios no Brasil, incluindo áreas endêmicas.

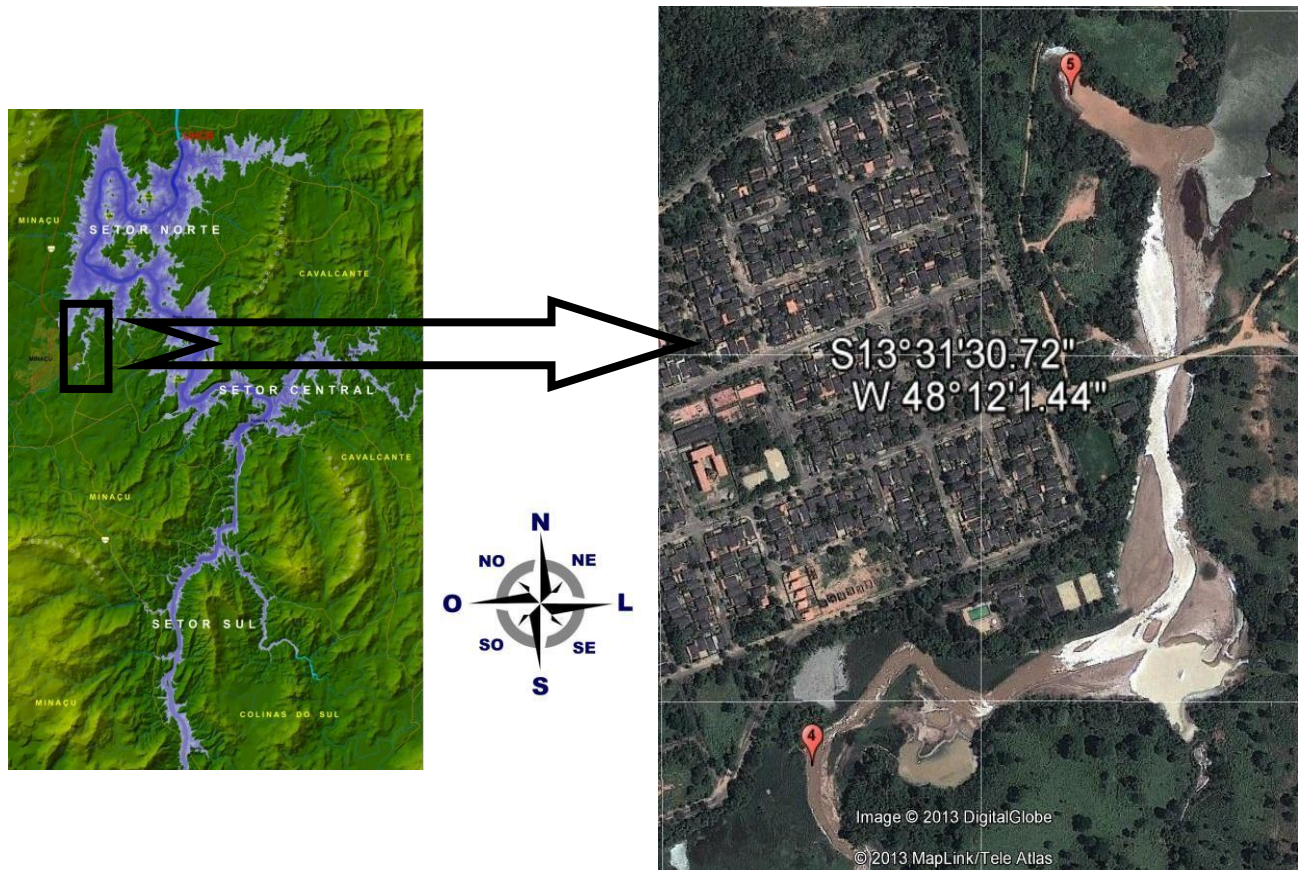


Figura 16: Estações de amostragem nº 4 e 5, ambas localizadas no rio Bonito, atrás da vila residencial de Furnas.

A sintopia entre as espécies *B. straminea* e *M. tuberculata* foi registrada anteriormente por diversos autores, havendo dados que apontem a competitividade entre elas. Os primeiros trabalhos sobre o potencial competidor de *M. tuberculata* sobre *B. straminea* (Pointier *et al.*, 1989 e Pointier, 1993) sugeriram a utilização desse molusco exótico para o controle biológico dos planorbídeos vetores da esquistossomose, fato discutido posteriormente por diferentes autores, devido às peculiaridades das regiões e à observação destas espécies em vários biótopos simultaneamente (entre eles, Giovanelli, 2000, Guimarães *et al.*, 2001, Thiengo *et al.*, 2005, Fernandez *et al.*, 2011). Fernandez *et al.* (2001), embora não tenham enfatizado o controle biológico, documentaram o deslocamento e a redução da população de *B. glabrata* devido à intensa colonização por *M. tuberculata* em um biótopo no Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro.

Quanto à densidade populacional das espécies presentes no reservatório da UHCB, os resultados confirmaram as observações de Paraense (1986), o qual relatou a mais ampla

distribuição geográfica de *B. straminea* em relação aos demais gastrópodes, ocorrendo de norte a sul do país, por possuir uma maior adaptação a todas as variedades de clima e condições ecológicas. No reservatório da UHCB essa também foi a espécie predominante, observada desde locais com muito material orgânico (como nas estações n^{os} 4 e 5) até área límpidas (estações n^{os} 7 e 9), sendo mais abundante nas primeiras. A associação de *Biomphalaria* spp. com a poluição, bem como o aumento do risco de dispersão da esquistossomose pela atividade turística, vem sendo apontada por diversos autores (Chapin III *et al.*, 2000; Souza *et al.*, 2001; Fernandez *et al.*, 2008).

Segundo Leite (2005), a implantação de hidrelétricas também impacta no clima alterando a temperatura, a umidade relativa do ar, a evaporação e a precipitação. A comparação dos índices pluviométricos no período deste estudo (figuras 7 A e 8 A) com a abundância de moluscos por campanha (figuras 7 B e 8 B), mostra que nas campanhas realizadas em novembro apesar da alta pluviosidade ocorreu um aumento na abundância de *B. straminea*.

Esse resultado discorda daqueles observados por Rey em 1991, Figueira *et al.* 2006, que apontaram uma maior concentração das populações de *Biomphalaria* spp. no período de estiagem, e também das observações da equipe do LABMAL/IOC em áreas impactadas pela construção de hidrelétricas, que também descreve em seus relatórios uma maior abundância de moluscos em períodos de estiagem, inferindo assim se tratar de um evento pontual.

A relação desses e de outros fatores físico-químicos sobre as populações de *B. glabrata* também foram analisados por Raut *et al* (1992), Silva *et al* (2006) e Pieri (2008), os quais concluíram que estes moluscos podem ser encontrados em biótopos com valores ambientais bem acima dos referenciados na literatura.

A ocorrência de espécies exóticas, como a espécie asiática *M. tuberculata* na área estudada deve ser destacada, pois além de atuar na transmissão de parasitoses humanas, como a clonorquíase, a filoftamíase e a paragonimíase, havendo registro de autoctonia no Brasil apenas para esta última (um caso em Salvador, Bahia), também acarreta impactos ambientais por formar densas populações, muitas vezes cobrindo inteiramente o substrato, afetando as demais espécies de macroinvertebrados bentônicos (Santos *et al.*, 2012).

Além disso, *M. tuberculata* apresentou formas larvais que podem pertencer às famílias Opisthorchiidae e Heterophyidae, as quais incluem diversas espécies que parasitam humanos, como *Opisthorchis viverrini* (Poirier, 1886), *Opisthorchis felinus* (Rivolta, 1884), *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875), *Haplorchis* spp. and *Metagonimus* spp. (Thaenksam *et. al.*, 2012).

Embora ainda não haja casos autóctones destes trematódeos acometendo humanos no Brasil, em 2011, Pinto e Melo alertaram para o possível envolvimento de *M. tuberculata* como transmissor de trematódeos de importância médica, devido ao seu grande potencial em colonizar novas áreas e sua atuação como hospedeiro de 37 espécies de trematódeos, sendo 35 naturais.

Outra espécie exótica que também merece uma maior atenção é *P. acuta*, que embora não tenha importância na transmissão de parasitoses de importância médica no Brasil, existem evidências, através de infecções experimentais, de que esta espécie pode atuar como hospedeira intermediária de *Echinostoma* spp. e *F. hepatica*.

Em relação aos moluscos de importância zoonótica, além de *B. straminea* ter sido a espécie de maior distribuição, também foi a que apresentou a maior variedade de tipos cercarianos, sendo a única espécie a apresentar infecção dupla. Embora não tenha havido registro de moluscos límnicos naturalmente infectados por parasitos de humanos como *S. mansoni*, a ampla distribuição observada para esta espécie e seu potencial de albergar formas larvais de trematódeos, tornam a área vulnerável à transmissão da esquistossomose. Outro importante fator a ser considerado é a ocorrência de outras espécies hospedeiras de parasitoses humanas, como *L. columella*, *P. lineata* e *M. tuberculata* e o fato de que todas tiveram seu pico de abundância no verão (figura 17), estação na qual a atividade humana é mais intensa devido a grande procura de atividades aquáticas influenciada por elevadas temperaturas, inerentes à estação, aumentando a chance de encontro do hospedeiro com parasitos.

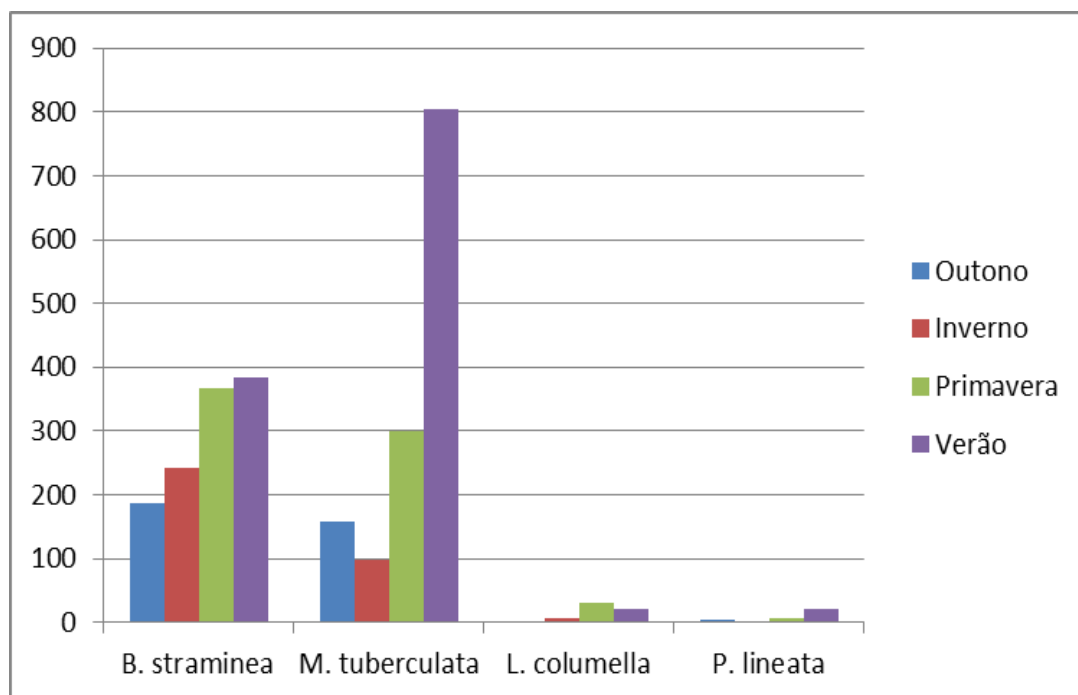


Figura 17: Abundância das espécies de importância médico-veterinária: *Biomphalaria straminea*; *Melanoides tuberculata*; *Lymnaea columella* e *Pomacea lineata* em relação às estações do ano, sendo realizadas duas campanhas em cada estação.

Dentre as interações moluscos-trematódeos observadas neste trabalho (*B. straminea* com Armatae, Brevifurcate-apharyngeate, Echinostome, Monostome e Vivax cercaria; *M. tuberculata* com Pleurolophocercous cercaria; *D. lucidum* com Strigea cercaria e *A. tenuilabris* com Ubiquita cercaria), a infecção de *B. straminea* com Monostome e Vivax cercaria ainda não havia sido reportada na literatura (Mattos *et al.*, 2013; Ohlweiler *et al.*, 2013; Pinto e Melo, 2013; Cantanhede *et al.* 2014).

A identificação das espécies de gastrópodes límnicos ocorrentes na área da UHCB, assim como a análise quantitativa desta ocorrência, fornece subsídios às decisões a serem tomadas pelos gestores ambientais, auxiliando na profilaxia da esquistossomose e outras parasitoses.

Partindo-se da premissa de que a construção de hidrelétricas provoca grande perda da biodiversidade de invertebrados e aves, uma vez que nos programas de resgate e realocação de animais somente os animais de grande porte conseguem ser salvos (Leite, 2005), estudos longitudinais como este se tornam fundamentais ao conhecimento da biodiversidade. Também permitem verificar alterações na abundância de moluscos servindo de base quanto à necessidade de intervenções no meio ambiente, além de fomentar o acervo das coleções científicas brasileiras e contribuir para futuros estudos ecológicos, epidemiológicos e taxonômicos em Malacologia.

Diante da presença constante de *B. straminea* na área da UHCB, somada às mudanças socioambientais ocorridas, recomenda-se o monitoramento desses moluscos entre as medidas de prevenção à instalação de novos focos de esquistossomose.

6 CONCLUSÃO

Nenhum exemplar de *B. straminea* apresentou infecção por *S. mansoni*.

A infecção de *M. tuberculata* por trematódeos que podem pertencer a famílias com importância médica, aponta a possível transmissão de outras parasitoses humanas na região.

Este trabalho ampliou o conhecimento das interações moluscos-trematódeos no Brasil, com duas novas ocorrências de tipos cercarianos em *B. straminea*.

A Praia do Sol e o Rio Bonito devem ser monitorados quanto à abundância de *B. straminea* e sua possível infecção por *S. mansoni*, pela grande possibilidade de receberem fezes humanas contaminadas e pela participação desse gastrópode no ciclo de outros trematódeos nessas áreas.

Este estudo enriqueceu em 135 novos lotes o acervo da CMIOC.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. S.; ALVES M. R. L. Foco urbano de esquistossomose no município de Padre Bernardo, GO. In: XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Belo Horizonte, p.80. 1997.

ANDERSON, T. W.; DARLING, D. A. Asymptotic theory of certain "goodness-of-fit" criteria based on stochastic processes. *Annals of Mathematical Statistics*, 23: 193–212. 1952.

ANDRADE, N. L. R.; XAVIER, F. V.; ALVES, E. C. R. F.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C. U. R. Caracterização morfométrica da Bacia do rio Manso – MT. *Geociências*, v. 27, p. 237–248. 2008.

AOKI, F. *Planeta invertebrados*. Disponível em: <http://www.planetainvertibrados.com.br/> Acesso em 23 jul 2014.

BRASIL 2011a. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório do Balanço Energético Nacional 2011. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2011.aspx> > Acesso em: 12 jun. 2013.

BRASIL 2011b. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Vigitel Brasil 2009. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde; 2011. (Série G. Estatística e Informação em Saúde).

CALDEIRA, R.; MENDONÇA, C. L. F.; GOVEIA, C. O.; LENZI, H. L. ; GRAEFF <http://lattes.cnpq.br/0464152494769261> TEIXEIRA, C. ; LIMA, W. S.; MOTA, E. M.; PECORA, I. L.; MEDEIROS, A. M. Z.; CARVALHO, O. S. First record of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) (Nematoda: Metastrongylidae) in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. v. 102, p. 887-889, 2007.

CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMAN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozooplâncton do sistema estuarino de barra das jangadas, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 25(3), p. 436-444. 2008.

CANTANHEDE, S. P. D.; FERNANDEZ, M. A.; MATTOS, A. C.; MONTRESOR, L. C.; SILVA-SOUZA, N.; THIENGO, S. C. Freshwater gastropods of the Baixada Maranhense Microregion, an endemic area for schistosomiasis in the State of Maranhao, Brazil: I - qualitative study. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* (Impresso), v. 47, p. 79-85, 2014.

CHAPIN III, F. S. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 233-240. 2000.

CUNHA, F. O. V.; MARQUES, S. M. T.; MATTOS, T. M. J. Prevalence of slaughter and liver condemnation due to *Fasciola hepatica* among sheep in the state of Rio Grande do Sul, Brazil 2000 and 2005. *Parasitologia Latinoamericana*, v. 62, n. 3-4, p. 188-191, 2007.

DORNFELD, C. B. Utilização de análises limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto Grande (Americana, SP) 2002. 196f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2002.

DORNFELD, C. B., ALVES, R. G., LEITE, M. A., & ESPÍNDOLA, E. L. G. (2006).

Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 18(2), 189–197.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; BOAVENTURA, M. F. Gastrópodes límnicos do Campus de Manguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 34, n. e, p. 279-282, 2001.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C. Susceptibility of *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) from Serra da Mesa Dam, Goiás, Brazil to infection with three strains of *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. v. 97, n.Suppl. I, p. 59-60. 2002.

FERNANDEZ, M. A., THIENGO, S. C. & SIMONE, L. R. L. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanooides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. *Nautilus*, 117(3): 78-82. 2003.

FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; AMARAL, R. S. Técnicas Malacológicas. In: Ronaldo Santos do Amaral; Silvana Carvalho Thiengo; Otávio Sarmiento Pieri. (Org.). *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância médica: Diretrizes técnicas*.

2ed.Brasília: Editora MS. v. p. 43-70. 2008.

FERNANDEZ, M. A.; CALDEIRA, R. L.; THIENGO, S. C. *Biomphalaria intermedia* no Norte de Goiás, Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, XXI, 2009. Rio de Janeiro. *Livro de Resumos*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado Rio de Janeiro, 2009. 457p.

FERNANDEZ, M. A. Variação espaço-temporal da malacofauna límnic em dois reservatórios no rio Tocantins, com ênfase na transmissão da esquistossomose, no período entre junho de 2004 e outubro de 2010. 187fl. Tese (Doutorado em Biologia Parasitária) – Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2011.

FIGUEIRA, J. E. C.; CINTRA, R.; VIANA, L.; YAMASHITA, C. Spatial and Temporal Patterns of bird species diversity In the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: Implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, n.4, p. 29-41, 2006.

FUKUDA, H.; HAGA, T.; TATARA, Y. Niku-nuki: a useful method for anatomical and DNA studies on shell-bearing molluscs. In: Zoosymposia. v. 1. p. 15-38. 2008.

GIOVANELLI, A. Competição entre os moluscos gastrópodos *M. tuberculata* (Muller, 1774) e *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*. 2000. Tese (Mestrado em Biologia Parasitária) – Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro. 2000.

GLASSER, G. J.; WINTER, R. F. Critical Values of the Coefficient of Rank Correlation for Testing the Hypothesis of Independence. *Biometrika*. v.48, p.444. 1961.

GUIMARÃES, C. T.; SOUZA C. P.; SOARES D. M. Possible competitive displacement of Planorbids by *Melanoides tuberculata* in Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* v. 96, p. 173-176, 2001.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. In: III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005, Campinas - Brasil. Anais do III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA: Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em março de 2014.

KOTZIAN, C. B.; AMARAL, A. B. Diversity and distribution of mollusks along the Contas River in a tropical semiarid region (Caatinga), Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*. v. 13, p. 1-26. 2013.

KREBS, J. C. *Ecological Methodology*. Benjamin Cummings, New York, 1999. 620p.

LAMBERTUCCI, J. R.; DRUMMOND, S. C.; VOIETA, I. ; DE QUEIROZ, L. C.; PEREIRA, P. P. N.; CHAVES, B. A.; BOTELHO, P. P.; PRATA, P. H.; OTONI, A.; VILELA, J. F.; ANTUNES, C. M. An Outbreak of Acute Schistosomiasis mansoni in a Non-Endemic Area of Brazil: A Report on 50 Cases, Including Five with Severe Clinical Manifestations. *Clinical Infectious Diseases*, v. 57, p. 1, 2013.

LANGANKE, K. H. Controle de doenças endêmicas na área de influência da usina hidroelétrica de Tucuruí. *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*. Rio de Janeiro, v. 38, p. 129 - 135, 1986.

LEITE, M. A. Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas. II Semana do Meio Ambiente. UNESP. Ilha Solteira, junho 2005.

MANSUR, M. C. D., CALLIL, C. T., CARDOSO, F. F.; IBARRA, J. A. A. Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de Corbicula (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do sudeste asiático, na América do Sul. In Silva, JSV. and Souza, RCCL. Água de lastro e bioinvasão. Rio de Janeiro: *Interciência* p. 39-58. 2004.

MARQUES, A. C. O Controle das Grandes Endemias em 1984. *Revista Brasileira de malariologia e Doenças Tropicais*, v.37, p. 77-92. 1985.

McMICHAEL, A. J. Environmental and social influences on emerging infectious diseases: past, present and future. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, Londres, v. 359, p. 1049-1058. 2004.

MATTOS, A. C.; BOAVENTURA, M. F. F.; FERNADEZ, M. A.; THIENGO, S. C. Larval trematodes in freshwater gastropods from Mato Grosso, Brazil: diversity and host-parasites relationships. *Biota Neotropica* (Edição em Português. Online), v. 13, p. 3438, 2013.

MELLO, F. M. A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens [coordenador, supervisor, Flavio Miguez de Mello; editor, Corrado Piasentin]. Rio de Janeiro: CBDB, 524 p.: il.; 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Doenças Transmissíveis. Plano integrado de ações estratégicas de eliminação da hanseníase, filariose, esquistossomose e oncocercose como problema de saúde pública, tracoma como causa de cegueira e controle das geohelmintíases: plano de ação 2011-2015 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Doenças Transmissíveis. – 1. ed., 1. reimpr. - Brasília : Ministério da Saúde, 2013.100 p. : il.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. Relatórios de monitoramento da Esquistossomose: Disponível em: <http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Cana%20Brava/Relatorio%20Monitoramento/>. Acesso em: 20 abr. 2014. (IBAMA, 2014).

MULLER, A. C. Hidrelétricas, meio Ambiente e Desenvolvimento. São Paulo: Makron Books; 412p. 1995.

NETO, M. S. S.; ALVES, R.; FIGUEIREDO, A. C.; HINO, K. Caracterização hidrogeoquímica da bacia do rio Manso-Cuiabá, Mato Grosso. *Acta Limnológica Brasiliensia*. v. 6, P. 230-244. 1993.

NIELSEN, C. Animal evolution: interrelationships of the living phyla. 2a. Ed., New York: Oxford University. 2001. p. 563.

OHLWEILER, F. P.; EDUARDO, J. M.; TAKAHASHI, F. Y.; CREIN, G. A.; RE LUCA, L.; OLIVEIRA, R. C. Larvas de trematódeos associadas a moluscos de água doce em municípios da Região Metropolitana de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde (Online)*, v. 4, p. 37-48, 2013.

OLIVIER, L. & SCHNEIDERMAN, M. A method for estimating the density of aquatic snail population. *Exp. Parasitology* 42: 109-117. 1956.

PARAENSE, W. L. Distribuição dos caramujos no Brasil. In: F. A. Reis, I. Faria, N. Katz (eds), *Modernos Conhecimentos sobre Esquistossomose Mansônica*, Biblioteca da Academia Mineira de Medicina, Belo Horizonte, p. 117-128. 1986.

PARAENSE, W. L. The schistosome vectors in the Americas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. V96 (SUPPL): 7-16. 2001.

- PEREIRA, D. ; MANSUR, M. C. D. ; VOLKMER-RIBEIRO, C. ; OLIVEIRA, M. D. ; SANTOS, C. P. ; BERGONCI, P. E. A. Colonização de substrato artificial por macroinvertebrados límnicos, no delta do rio Jacuí (RS, Brasil). *Biotemas* (UFSC), v. 23, p. 101-110, 2010.
- PIERI, O. S. Técnicas Malacológicas. In: Ronaldo Santos do Amaral; Silvana Carvalho Thiengo; Otávio Sarmiento Pieri. (Org.). *Vigilância e Controle de Moluscos de Importância médica: Diretrizes técnicas*. 2ed. Brasília: Editora MS. p. 37-41. 2008.
- PILE, E.; SANTOS, J. A. A.; PASTORELLO T.; VASCONCELLOS M. Fasciola hepatica em búfalos (*Bubalus bubalis*) no município de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. *Braz J Vet Res An Sci* 38(1):42–43. 2001.
- PINTO, H. A.; MELO, A. L. *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) as an intermediate host of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, vol. 52, no. 4, p. 207210. 2010.
- PINTO, H. A.; MELO, A. L. A checklist of trematodes (Platyhelminthes) transmitted by *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae). *Zootaxa* (Auckland. Print), v. 2799, p. 1528, 2011.
- PINTO, H. A.; MELO, A. L. A checklist of cercariae (Trematoda: Digenea) in molluscs from Brazil. *Zootaxa* (Online), v. 3666, p. 449-475, 2013.
- PINTO, H. A.; MELO, A. L. Metacercariae of *Eumegacetes medioximus* (Digenea: Eumegacetidae) in larvae of Odonata from Brazil. *Biota Neotropica* (Online. Edição em Inglês), v. 13, p. 351-354, 2013.
- POINTIER, J. P; McCullough F. Biological control of the snail hosts of *Schistosoma mansoni* in the Caribbean area using *Thiara* spp. *Acta Trop*, v. 46, pp 147-155. 1989.
- POINTIER, J. P. The introduction of *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) to the island of Saint Lucia (West Indies) and its role in the decline of *Biomphalaria glabrata*, the snail intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *Acta Trop*, v. 54, p. 13-8, 1993.
- RAUT, S. K.; RAHMAN, M. S.; SAMANTA, S. K. Influence of temperature on survival, growth and fecundity of the freshwater snail *Indoplanorbis exustus* (Deshayes). *Mem. Inst. Oswaldo cruz* [online]. V.87,n1,pp15-19. 1992.

- REZENDE H. R, SESSA P. A, FERREIRA A. L, SANTOS C. B, LEITE G. R, FALQUETO A. Efeitos da implantação da Usina Hidrelétrica de Rosal, Rio Itabapoana, Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, sobre anofelinos, planorbídeos e flebotomíneos. *Rev Soc Bras Med Trop* V. 42, pp 160-164. 2009;
- REY, L. Schistosoma e Esquistossomose: Epidemia e controle. In: Parasitologia. 2ª edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1991. P. 389-410.
- SANTOS, C. M.; FERREIRA, R. A. R.; HENRY, R. Alterações na organização da comunidade bentônica no Complexo Canoas (rio Paranapanema-SP) durante as fases pré e pós enchimento. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY R.; JORCIN, A (org). Ecologia de reservatórios. São Carlos: Rima; 2005. P. 183-204.
- SANTOS, S. F. O.; SILVA, H. D.; GARCIA-ZAPATA L. R. C.; SANTOS D. F. D.; ALFAIA R.; ANUNCIACAO, C. E.; GARCIA-ZAPA M. T. A. Alerta sobre o risco de disseminação da esquistossomose. *Revista de Patologia Tropical (Imp.)* v. 40, p. 85-88, 2011.
- SANTOS, S. B.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; MIYAHIRA, I. C.; GONÇALVES, I. C. B.; XIMENES, R. F.; MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: Maria Cristina Dreher Mansur; Cíntia Pinheiro dos Santos; Daniel Pereira; Isabel Cristina Padula Paz; Manuel Luiz Leite Zurita, Maria Teresa Raya Rodriguez, Marinei Vilar Nehrke, Paulo Eduardo Aydos Bergonci. (Org.). *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção, controle*. 1ed.Porto Alegre: Redes Editora, v. p. 25-49. 2012.
- SCHELL, S. *How to know the trematodes*. WMC Brown Co. Publishers, Dubuque. 1970. pp. 355.
- SERRA-FREIRE, N. M.; RIBEIRO, G. C. Análise epizootiológica da Fasciolose Hepática Bovina pela detecção de casos no Matadouro Municipal de Miracema, RJ. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 30, p. 147-151. 2008.
- SEVÁ FILHO, A. O. Grand dams plans for the Amazon. Schemes for dozens of dams on tributaries would choke river, stifle opposition". *World Rivers Review*, v. 21, p. 812, 2006.
- SHAN, L. V.; ZHANG, Y. CHEN, S. R. Human angiostrongyliasis outbreak in Dali, China. *PLoS Negl Trop Dis.*, v3, p.520. 2009.

- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4): 591–611. 1965.
- SILVA, P. B.; Barbosa, Constança Simões ; Pieri, Otávio ; Travassos, Antônio ; Florencio, Lourdinha . Aspectos físico-químicos e biológicos relacionados à ocorrência de *Biomphalaria glabrata* em focos litorâneos da esquistossomose em Pernambuco. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, p. 901-906, 2006.
- SOUZA, C. P.; CALDEIRA, R. L.; DRUMMOND, S. C.; MELO, A. L.; GUIMARÃES. C. T.; SOARES D. M.; CARVALHO, O. S. Geographical Distribution of *Biomphalaria* Snails in the State of Minas Gerais, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 96(3), p. 293-302. 2001.
- THAENKHAM, U.; BLAIR, D.; NAWA, Y.; WAIKAGUL, J. Families Opisthorchiidae and Heterophyidae: Are they distinct? *Parasitology International*. V. 61, p. 90-93. 2012.
- TAKEDA, A. M.; LANSAC-TOHA, F. A.; AGOSTINHO, A. A. Estudos ecológicos de longa duração: reservatório de Itaipu e planície alagável do alto rio Paraná. *Cadernos da Biodiversidade* (Maringá), Curitiba, v. 3, n.2, p. 51-63. 2002.
- TAKEDA, A. M.; MANSUR, M. C. D.; FUJITA, D. S.; BIBIAN, J. P. R. Ocorrência da espécie invasora de mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), em dois pequenos reservatórios próximos a Curitiba, PR. *Acta Biologica Leopoldensia*, Rio Grande do Sul, v. 25, n.2, p. 251-254. 2003.
- THIENGO, S. C.; SANTOS, S. B.; FERNANDEZ, M. A. 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. 2005.
- THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A., MATTOS, A. C.; BARBOSA, A. F. Dispersão do molusco introduzido *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) (Gastropoda; Thiaridae) no Brasil. In: *Tópicos em Malacologia – Ecos do XVIII EBRAM*, Sociedade Brasileira de Malacologia, Rio de Janeiro, pp. 101-106. 2007.
- THIENGO, S. C.; FERNANDEZ MA. Moluscos límnicos em reservatórios de usinas hidrelétricas no Brasil: aspectos biológicos e epidemiológicos. In: OS Carvalho, PMZ Coelho, HL Lenzi (orgs.), *Schistosoma mansoni & esquistossomose: uma visão multidisciplinar*, Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 435-457. 2008.

THIENGO, S. C.; MALDONADO-JR, A., MOTA, E. M.; TORRES; E.J.L., CALDEIRA, R., CARVALHO O.S., OLIVEIRA, A.P.M., SIMÕES R.O., FERNANDEZ M.A., LANFREDI R.M. The giant African snail *Achatina fulica* as natural intermediate host of *Angiostrongylus cantonesis* in Pernambuco, northeast Brazil. In: *Acta Tropica*, 115, pp. 194–199. 2010.

TRACTEBEL ENERGIA 2001. Disponível em:
<http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/parque-gerador/usinas>
<http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/parque-gerador/usinas-hidreletricas/uhe-cana-brava> > Acesso em: 10 mai. 2013

TRACTEBEL ENERGIA 2014. Disponível em:
www.tractebelenergia.com.br/usinas
<http://www.tractebelenergia.com.br/usinas-hidreletricas/uhe-cana-brava> > Acesso em 15 fev. 2013

URAMOTO, K.; WALDER J. M. M.; ZUCCHI R. A. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Neotropical Entomology*. v. 34(1), p.33-39. 2005.

VAZ, J. F.; TELES, H. M. S.; CORRÊA, M. A.; LEITE, S. P. S. Ocorrência no Brasil de *Thiara* (*Melanoides*) *tuberculata* (Muller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875) (Trematoda, Phathyhelminthes). *Revista de Saúde Pública*, v. 20, p. 318-322, 1986.

ZAR, J. H. *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall, New Jersey, 1998. 663p.