Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes

Isabela Cristina Brito Gonçalves

Estudo temporal de longo prazo da comunidade de moluscos límnicos em um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil

Rio de Janeiro
2015

Isabela Cristina Brito Gonçalves

Estudo temporal de longo prazo da comunidade de moluscos límnicos em um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.ª Dra. Sonia Barbosa Dos Santos

Rio de Janeiro

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/A

G635 Gonçalves, Isabela Cristina Brito.
Estudo temporal de longo prazo da comunidade de moluscos límnicos em um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil /Isabela Cristina Brito Gonçalves. – 2015.
92 f : il.

Orientador: Sonia Barbosa dos Santos.
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes.

1. Molusco - Ilha Grande, Baía da (RJ) - Teses. 2. Diversidade biológica - Teses. 3. Espécies exóticas - Teses. I. Santos, Sonia Barbosa dos. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes. III. Título.

CDU 594(815.3)

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

_____ _____

Assinatura Data

Isabela Cristina Brito Gonçalves

Estudo temporal de longo prazo da comunidade de moluscos límnicos em um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 9 de fevereiro de 2015.

Orientadora: Prof.ª Dra. Sonia Barbosa dos Santos
Departamento de Zoologia - UERJ

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Timothy Peter Moulton
Departamento de Ecologia – UERJ

Prof.ª Dra. Monica Ammon Fernandez
Instituto Oswaldo Cruz

Prof. Dr. Vinícius Neres de Lima
Departamento de Ecologia – UERJ

Rio de Janeiro
2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que me inspirou muitas vezes a continuar seguindo nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo cuidado, carinho e força que senti em muitos momentos para continuar neste caminho.

À minha família por todo o carinho, apoio e paciência por todas as vezes que precisei me ausentar para os infinitos trabalhos de campo e congressos.

Ao meu amigo, e agora também esposo, Igor Miyahira, pela ajuda, paciência, carinho, amizade e broncas para eu ficar escrevendo até tarde.

À minha orientadora, Sonia Barbosa dos Santos, pela confiança em me passar essa tarefa, e por ter coletado em praticamente todas as coletas. Espero ter alcançado suas expectativas!

À minha amiga Renata Ximenes pela ajuda em todas as coletas e nos testes parasitológicos.

Ao professor Dr Timothy Moulton pela revisão deste trabalho, pela composição da banca, e mais ainda pelos inúmeros empréstimos do seu condutivímetro e phmetro para realização deste trabalho.

Ao Dr Vinicius Neres pela amizade e ajuda nas análises de produção secundária. Tenha certeza que a sua alegria com os dados me convenceram a incluir algumas etapas que não estavam previstas para esse trabalho.

À Dra Monica Fernandez do Instituto Oswaldo Cruz, à Dra Sandra Aparecida da Fundação Oswaldo Cruz, e à Dra Eugenia Zandonà da UERJ por aceitarem o convite para compor a banca examinadora dessa dissertação.

Ao Laboratório de Referência Nacional em Malacologia Médica do Instituto Oswaldo Cruz, pela parceria e colaboração em relação ao testes parasitológicos e identificação das cercárias.

Aos Drs Allan Melo e Hudson Pinto da UFMG por terem me recebido juntamente com minha amiga Renata Ximenes para realização dos testes de infecção experimental em seu laboratório.

À Dra Janine Arruda pela identificação do *Omalonyx*, na sua vinda para o EBRAM.

Ao meu amigo Luiz Eduardo Macedo de Lacerda pela identificação dos representantes da família Ancylidae.

Á minha amiga Gleisse Kelly Meneses Nunes que me auxiliou com os índices de diversidade, e me recebeu tantas vezes em sua casa para muitas conversas!

À minha segunda família, meus amigos do Laboratório de Malacologia: Gleisse, Eduardo, Amilcar, Jaqueline, Renata Ximenes, Renata Maia, Mariana, Viviane, Cláudia, Regiana, Jessica, Sérgio Tiago, Augusto, Caroline, Marcela e Marcelo, pela ajuda nas coletas e nas medições infinitas de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774).

Ao CEADS (Centro de Estudos e Desenvolvimento Sustentável) por todo apoio logístico, pelos carros extras, e pelos incontáveis lanche almoço. Aos amigos que acabei fazendo como Dona Graça, Dona Tereza, Dona Margarida, Seu Antônio, Kelly, Nani, Seu Julinho e Dona Tereza do bar.

À equipe do Ceads da UERJ, em especial a Maria Alice Teixeira e Luana Marques, que sempre nos ajudaram nas marcações do campo.

Ao grande motorista Cláudio por sempre disser sim em me buscar na passarela 16, e nas paradas da cocada de Muriqui. Ao Sr. Ezequias Cristino, Chefe da garagem da UERJ por sempre dizer "SIM" aos pedidos de carro extra para as coletas.

Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela licença de coleta INEA: 18/2007 concedida para realização do trabalho.

À minha turma de graduação por estar sempre ao meu lado, Aline, Brenda, Thais, Ana Lucia, Dani, Maxmira, Gessica, Beatriz, Graziela, Carla e Camila, Vinicius e Maurício. Perdoem-me quando furei várias vezes o encontro da nossa turma por conta dos campos e das disciplinas!

À Sonia Regina, Henrique Garcia e Abraão Pereira de Sá da secretaria do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução por todo auxílio nos pedidos do Proap e das disciplinas.

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução pelos auxílios em congressos.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução da UERJ pelas aulas ministradas nestes dois anos.

Aos moradores da margem do riacho estudado que sempre permitiram que atravessássemos seus quintais para chegarmos até o riacho.

Á Faperj pelos sucessivos financiamentos (APQ1E261115732013/ APQ1E261103622012/APQ1E261104022010) à Sonia B. dos Santos que permitiram a execução deste trabalho de longo prazo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida para a realização deste trabalho.

Há tempos vinha notando
A tristeza do universo.
Porém, eu não entendia
A razão de tal processo.
Foi Assim que resolvi,
A sair e procurar
Por florestas e campinas
Montanhas e à beira-mar.
E vi sabiás gemendo,
Bem-te-vis e pica-paus,
Tiés-sangue, colibris,
Araras e ururaus.
Vi ninhos e passarinhos,
Derrubados pelo chão,
Muitas árvores decepadas
Sem dó e sem compaixão.
Mais adiante ainda vi
O devastador maldito,
Com suas serras de aço
Desafiando o infinito.
E os bichinhos inocentes
Sem saber por qual razão
De serem tão perseguidos,
Sem nenhuma explicação.
Sem ter pra quem apelar,
Pois os homens são malvados
E nem param pra pensar,
E defenderem os coitados.
Choram pobres tartarugas,
Jacarés nos pantanais,
Choram garças e gaivotas,
Pois não escaparão jamais.
E assim vemos a fauna
Acabando a cada dia,
Nossos campos devastados
E sumindo à revelia.
E os homens só vão notar
Quando não houver mais jeito.
Aí é que vão sentir
A dor dentro do seu peito.

Geralda Trindade (Lamento da Mãe Natureza)

RESUMO

GONÇALVES, Isabela Cristina brito Gonçalves. *Estudo temporal de longo prazo da comunidade de moluscos límnicos em um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil.* 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Estudos de longo prazo são essenciais para avaliar efeitos que em pouco tempo não seriam possíveis observá-los. Moluscos límnicos são parte importante dos ecossistemas aquáticos, além se serem vetores de parasitos de importância médica. A comunidade de moluscos do riacho da Vila do Abraão já havia sido estudada, havendo registro de sete espécies, incluindo a exótica *Melanoides tuberculata*. O objetivo geral do trabalho foi acompanhar a dinâmica das populações de moluscos límnicos, com ênfase em *M. tuberculata* durante sete anos. Avaliamos as variações na comunidade de moluscos límnicos em um riacho na Vila do Abraão Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil. Foram realizadas 42 coletas bimestrais no período de julho/2006 a novembro/2013. O trecho estudado foi dividido em oito pontos de coleta, com três coletores em cada, realizando buscas de 15 minutos, totalizando 45 minutos por ponto. Foram mensurados os fatores abióticos: luminosidade, temperatura do ar e da água, umidade, pH, condutividade, profundidade e oxigênio dissolvido. Para o acompanhamento da comunidade, foi calculada a abundância, abundância relativa, constância, índices de diversidade Simpson e Shannon, assim como equitabilidade e uniformidade, para cada espécie em cada expedição de coleta. Para investigar a associação dos moluscos com a helmintofauna, realizou-se o teste de exposição a luz. Para biomassa, de *M. tuberculata* foi calculado o peso seco da parte mole, e os valores de abundância foram convertidos para densidade. No total do estudo, foram coletados 90.718 espécimes: oito gastrópodes (*M. tuberculata*, *Heleobia australis*, *Potamolithus* sp., *Physa acuta*, *Biomphalaria tenagophila*, *Gundlachia ticaga*, *Ferrissia fragilis* e *Omalonyx matheroni*) e um bivalve (*Pisidium punctiferum*). As duas espécies mais abundantes foram: *M. tuberculata*, com 80% e *P. acuta*, com 8% do total dos indivíduos. *Melanoides tuberculata* foi a espécie mais constante do estudo, já que após Fevereiro/2009 foi encontrada em todos os pontos de coleta, exceto nas últimas expedições. Os índices de diversidade apresentaram valores diferentes entre Simpson e Shannon, mas com variações semelhantes. A equitabilidade e a uniformidade foram muito baixas, indicando uma dominância de *M. tuberculata*. Apenas *M. tuberculata* se apresentou parasitado por *Centrocestus formosanus*, com a maior prevalência em Abril/2013, quando mais de 50% da população estava parasitada. A biomassa foi calculada em 8155 g durante o estudo, e a produção secundária foi estimada em 423 g $m^{-2}year^{-1}$ no último ano estudado, sofrendo diminuição de acordo com a queda populacional de *M. tuberculata* que por sua vez, foi possivelmente influenciada pelo parasitismo. Podemos concluir que a riqueza da comunidade aumentou de sete para nove espécies, sendo seis exóticas e três nativas. A comunidade de moluscos da Vila do Abraão encontra-se dominada por *M. tuberculata*, este sobrepujando as demais, em abundância e biomassa. Tendo em vista o perigo das introduções, reforçamos a importância dos estudos de longo prazo para o acompanhamento de comunidades, sendo importantes para subsidiar estratégias de conservação principalmente em unidades de conservação.

Palavras-chave: Diversidade biológica. Fatores abióticos. Espécies exóticas. *Centrocestus formosanus*. *Melanoides tuberculata*

ABSTRACT

GONÇALVES, Isabela Cristina Brito Gonçalves. *Long-term studies of the community of freshwater snails in a stream of the Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil.* 2015. 92f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Long-term studies are essential to evaluate certain ecological effects, that are otherwise impossible in short term studies. Freshwater molluscs are an important part of aquatic ecosystems as also act as vectors of medical importance parasites. The mollusc community of stream of Vila do Abraão were already studied, there are records of seven species, including the exotic *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774). The main goal of this study was to evaluate the mollusc dynamicsof the populations, with emphasis on *M. tuberculata* during seven years. The study area was a small impacted stream in Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. 42 bimonthly field expeditions were carried out from July/2006 to November/2013. The studied section of the stream was divided in eight collection stations, where three collectors searched for the molluscs during 15 minutes, totaling 45 minutes per collecting station. Were measured the following abiotic factors: luminosity, air and water temperature, humidity, pH, conductivity, depth and dissolved oxygen. Abundance, relative abundance, constancy, Shannon and Simpson diversity indices, equitability and uniformity were calculated for the community in each collecting expedition. To investigate the association of molluscs with helmintes was investigated through the exposure of the snails to light. For biomass was calculated the dry weight of the soft part of the *M. tuberculata* and the abundance was converted to density. During the seven years 90,718 specimens were collected: eight gastropods (*M. tuberculata*, *Heleobia australis*, *Potamolithus* sp., *Physa acuta*, *Biomphalaria tenagophila*, *Gundlachia ticaga*, *Ferrissia fragilis* e *Omalonyx matheroni*) and one bivalve (*Pisidium punctiferum*). The two most abundant species were *M. tuberculata*, 80%, and *P. acuta*, 8% of all molluscs collected. *Melanoides tuberculata* was the most constant species, and found in all collection stations after February/2009, except in the last expeditions. The diversity indices presented different values, however with similar variations. The equitability and uniformity were low, indicating a dominance of *M. tuberculata*. The parasite, *Centrocestus formosanus*, was found only in *M. tuberculata*. The highest parasite abundance was found in April/2013, when 50% of the population were parasited. The total *M. tuberculata* biomass was estimated as 8155 g and the annual secondary production was 423 g $m^{-2}year^{-1}$ in the last year of the study, and was possibly influenced by the parasite in population. We can conclude that community richness increased, from seven to nine species (six exotic and three native). The mollusc community of Vila do Abraão is dominated by *M. tuberculata*, in terms of abundance and biomass. The problems of introduced species are well-known, the long-term study is a good tool to understand the effects in a community perspective. This kind of study can give important information for to management and conservation strategies, especially in conservation units.

Keywords: Biological diversity. Abiotic factors. Exotic species. *Centrocestus formosanus. Melanoides tuberculata.*

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	12
1	**MATERIAL E MÉTODOS**.....	23
1.1	**Área de estudo**.....	23
1.2	**Coletas**.....	25
1.3	**Caracterização ambiental dos pontos de coleta**.....	27
1.4	**Investigação da helmintofauna associada aos gastrópodes límnicos**.....	31
1.5	**Anestesia e fixação**.....	33
1.6	**Obtenção do peso seco para calcular a biomassa de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)**	33
1.7	**Análise de Dados**.....	35
1.7.1	Acompanhamento da malacofauna límnica e riqueza.....	35
1.7.2	Abundância e abundância relativa.....	35
1.7.3	Constância.....	36
1.7.4	Diversidade dos moluscos límnicos.....	36
1.7.5	Influência dos fatores abióticos sobre os moluscos.....	37
1.7.6	Prevalência parasitária.....	37
1.7.7	Biomassa.....	37
1.7.8	Produção secundária.....	38
2	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**.....	41
2.1	**Composição e riqueza da comunidade de moluscos límnicos**.....	41
2.2	**Abundância e abundância relativa**.....	48
2.3	**Constância**.....	58
2.4	**Índices de Diversidade**.....	61
2.5	**Fatores abióticos**	65
2.6	**Parasitismo, prevalência parasitária e influência destes fatores na comunidade**.....	68
2.7	**Biomassa de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)**.....	70
2.8	**Produção Secundária de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)**.....	76

CONCLUSÕES..... 81
REFERÊNCIAS 82
APÊNDICE - Abundância por esforço de coleta constante dos moluscos límnicos no trecho de um riacho da Vila do Abraão entre o período julho/2006 e novembro/2013..... 92

INTRODUÇÃO

Estudos de longo prazo são essenciais para fornecer alguns *insights* na ecologia, como avaliar mudanças ambientais, manejo de recursos naturais e conservação da biodiversidade (Lindenmayer et al. 2012).

Franklin (1989) afirma que as abordagens de curto prazo não podem substituir completamente as observações diretas em longo prazo dos fenômenos ecológicos. O autor aponta alguns fenômenos nos quais estudos de longo prazo são importantes: processos lentos, eventos raros ou fenômenos com alta variabilidade anual. Muitos processos ecológicos ocorrem em um tempo muito mais longo do que a duração dos trabalhos de levantamentos. Alguns invertebrados apresentam ciclos de vida longos, e trabalhos ecológicos com menos de três anos não são suficientes para acompanhar as variações populacionais. Takeda et al. (2002) realizaram um trabalho descrevendo os resultados obtidos em pesquisas de longa duração na bacia do alto rio Paraná, e concluíram que os estudos de longo prazo serviram como base de documentos legais, planejamento de ações de manejo, além do entendimento da estrutura das comunidades bióticas e seus padrões de variações espacial e temporal.

Os estudos de longo prazo também podem ser úteis para a compreensão da biologia da invasão, estudando os processos de chegada e estabelecimento de uma espécie exótica. Esta é uma espécie introduzida fora da sua área de ocorrência natural, que caso seja capaz de vencer diversas barreiras que dificultam o seu estabelecimento na nova área de ocorrência, pode vir a exercer dominância sobre os ecossistemas nativos causando impactos negativos, sejam ecológicos, econômicos, sociais ou de saúde (Darrigran e Damborenea, 2006; Zenni e Ziller, 2010). Um processo de invasão pode acontecer rapidamente ou lentamente, dependendo de alguns fatores tais como a estratégia reprodutiva da espécie e sua capacidade em atravessar algumas barreiras geográficas, ambientais ou biológicas (Espínola e Júlio-Junior 2007, Zenni e Ziller, 2010). As espécies exóticas são consideradas a segunda causa da perda de biodiversidade no planeta e a primeira em unidades de conservação e ilhas oceânicas, estando atrás apenas da perda de hábitat (CBD, 2002).

A introdução de um organismo pode ocorrer acidentalmente ou intencionalmente. A introdução intencional pode ocorrer, por exemplo, para uso ornamental e aquicultura, podendo gerar ganho econômico. Pode ocorrer também para atuar como controle biológico de uma espécie, como apontam os trabalhos de Guimarães et al. (2001) no Brasil, e de Pointier (2001), Pointier et al. (1989) nas Antilhas Francesas, onde *Melanoides tuberculata* (Müller,

1774) foi introduzida para competir com espécies de *Biomphalaria* Preston 1910, vetoras de *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907.

A capacidade de invasão de uma espécie depende de sua interação com as espécies exóticas, com as nativas e com o hábitat (Darrigran e Damborenea 2006). O crescimento populacional de uma espécie exótica pode ocorrer em três fases: *lag*, crescimento exponencial e estabilização (Mack et al. 2000, Darrigran e Damborenea, 2006). A fase *lag* é caracterizada por apresentar uma população de poucos indivíduos que mantém sua área de ocupação estável (Crooks, 2005). Nesta fase, o crescimento é lento ou inexistente. Após isso, a população entraria no crescimento exponencial, extrapolando a sua capacidade de suporte. Como predizem as equações de crescimento logístico com a capacidade de suporte, a extrapolação desta capacidade confere à espécie uma queda, devido aos fatores limitantes como espaço, alimento, entre outros (Krebs, 2001, Ricklefs, 2006). Após a queda, a população ficaria flutuando em torno de uma média de tamanho populacional abaixo do pico atingido, atingindo assim, a estabilização.

Os estudos de longo prazo com comunidades de moluscos

Muitos trabalhos com comunidades de moluscos límnicos se restringem a levantamentos de espécies sem uma vertente de ecologia aplicada ou estudos de acompanhamento em longo prazo (Dillon 2000). Estudos de longo prazo avaliando as comunidades de moluscos de água doce em riachos no Brasil são raros. Takeda et al. (2002) afirmaram a importância desses estudos, sendo possível visualizar não só a riqueza do local, mas uma série de interações, permitindo assim o estudo da dinâmica e suas alterações para todas as espécies.

Em se tratando de moluscos de água doce, o foco principal dos estudos que foram encontrados de longo prazo é relacionado com a dinâmica de populações das espécies vetoras de doenças, e como isso poderia afetar a epidemiologia local (Guimarães et al. 2001, Thiengo e Fernandez 2008, Thiengo et al. 2001, 2004). Posteriormente, após a introdução de *M. tuberculata* e outras espécies exóticas, as relações entre os moluscos vetores e os exóticos foram abordadas. Guimarães et al. (2001) acompanharam durante 10 anos as populações de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) e *M. tuberculata* em duas lagoas de Belo Horizonte, e observaram o desaparecimento das duas espécies de

Biomphalaria após oito anos de estudo. Freitas et al. (1987), em um estudo mais curto (dois anos), acompanharam a dinâmica populacional de *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835), *B. glabrata*, *M. tuberculata* e *Pomacea haustrum* Reeve, 1856, observando o desaparecimento de *B. glabrata*.

A partir disso, podemos observar que as espécies exóticas podem ser danosas às comunidades na qual são introduzidas, por vezes eliminando algumas espécies e dominando completamente o ambiente (Martin e Darrigran 1994, Darrigran 2002, Fernandez et al. 2012, 2014).

O maior estudo de longo prazo com molusco límnico, apesar de não avaliar a comunidade, foi reportado por McMahon (2004), analisando a morfometria da concha de uma espécie não identificada da família Ancylidae em função do ambiente durante 15 anos.

Fernandez (2011) realizou um estudo sobre variação espaço-temporal da malacofauna límnica em dois trechos do rio Tocantins entre junho de 2004 e outubro de 2010. O objetivo do trabalho foi avaliar a malacofauna límnica das Usinas Hidrelétricas de Peixe Angical e de Cana Brava, ambas no rio Tocantins, nos períodos de pré e pós-enchimento dos reservatórios. A partir desse estudo foram calculados os índices de constância, equitabilidade para oito famílias (Ampullariidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Thiaridae, Ancylidae, Hydrobiidae e Pomatiopsidae), assim como os índices de diversidade local para unidades taxonômicas operacionais (UTO) e a investigação da helmintofauna. O estudo concluiu que a modificação do ambiente lótico em lêntico, decorrente da instalação das usinas hidrelétricas, para as espécies *B. straminea, Lymnaea columella* (Say, 1817), *M. tuberculata* e *Pomacea lineata* (Spix, 1827) foi positivo, visto que as mesmas aumentaram a sua ocorrência, ou seja, mostraram-se mais constantes, enquanto que *Potamolithus* sp. tornou-se menos ocorrente, visto que o gênero vive preferencialmente em ambientes lóticos. O índice de diversidade de Shannon mostrou diferença significativa entre os períodos de pré e pós-enchimento, com valores mais altos na fase de pós enchimento.

Magalhães (2002) observou a modificação da composição da comunidade de macroinvertebrados em relação aos pontos impactados e não impactados de três rios da Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, que estão dentro do limite do Parque Estadual da Pedra Branca no início das estações seca e chuvosa avaliando os fatores físicos, químicos e biológicos. No estudo, a autora coletou 27905 indivíduos distribuídos em 57 táxons, sendo sete moluscos, e observou a dominância de *M. tuberculata* para todos os pontos de coleta.

Diversidade de moluscos límnicos

O filo Mollusca é o segundo grupo em diversidade ultrapassado apenas pelo filo Arthropoda (Brusca e Brusca 2007). Ponder e Lindberg (2008) estimaram que o filo possui cerca de 200.000 espécies. Apesar de toda essa diversidade, o filo não é muito estudado, estimando-se que metade das espécies de moluscos existentes não tenham ainda sido descritas (Brusca e Brusca 2007).

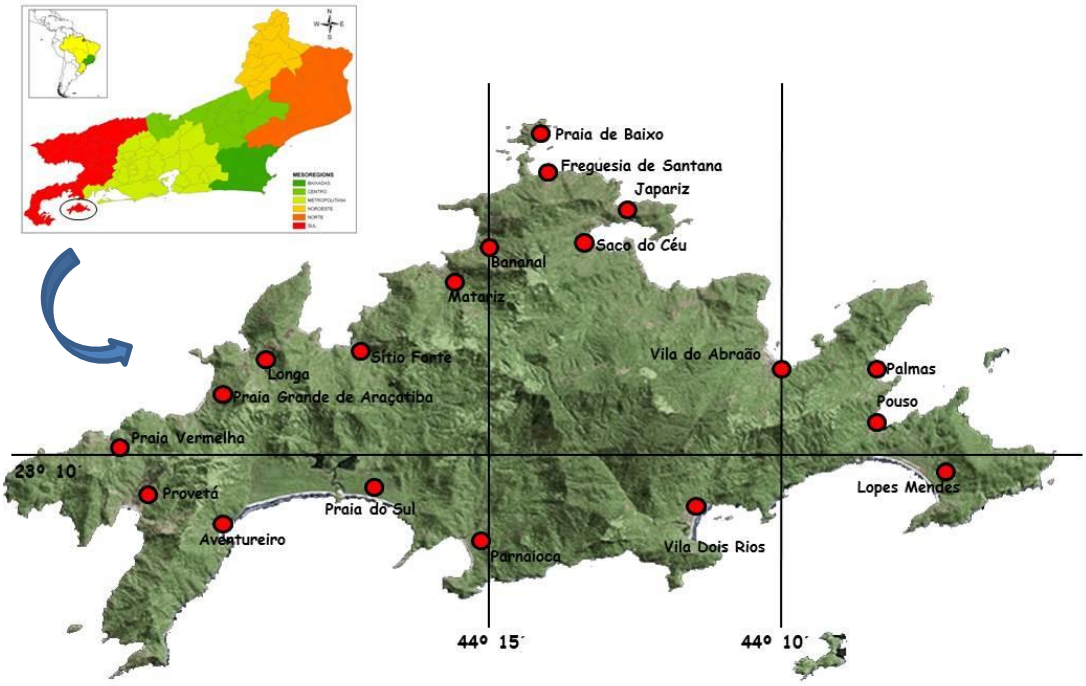
Desse total, a classe Gastropoda é a que possui maior representatividade, variando de 40.000 a 150.000 espécies, de acordo com estimativas de autores diferentes, com representantes, marinhos, terrestres e de água doce (Aktipis et al. 2008). Já em Bivalvia, são conhecidas cerca de 20.000 espécies (Brusca e Brusca 2007).

Quanto à diversidade de moluscos de água doce, há 4000 espécies, sendo que 533 estão no Neotrópico (Strong et al. 2008). A riqueza de bivalves em todo o mundo é de aproximadamente 1.026 espécies (Bogan 2008 e Roe). No Brasil, Simone (1999, 2006) relatou a existência de 224 espécies de gastrópodes e 127 de bivalves.

Diversidade de moluscos límnicos na Ilha Grande

Haas (1953) publicou o primeiro catálogo de moluscos da Ilha Grande, porém, com ênfase nos marinhos, citando apenas duas espécies de água doce: um bivalve, *Pisidium globulus* Clessin, 1967 e, um gastrópode *Burnupia* (*Anisancylus*) *obliquus* (Broderip e Sowerby, 1832), porém sem dados precisos de localização. Somente após 46 anos a malacofauna voltou a ser estudada por Santos et al. (1999), que afirmaram que a citação de a *B. obliquus* para Dois Rios, se tratava de erro de identificação, visto que a espécie está restrita para o Chile, Argentina e Sul do Brasil, sendo a espécie identificada como *Antillorbis nordestensis* (Lucena, 1954), na área do CEADS – UERJ (Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável – Universidade do Estado do Rio de Janeiro), localizado na Vila Dois Rios. Thiengo et al. (2004) citaram a existência de três espécies de Ancylidae: *Gundlachia ticaga* (Marcus e Marcus 1962), *Gundlachia* sp. e *Ferrissia* sp., e uma de Planorbidae, *A. nordestensis* para a Vila do Abraão, principal vilarejo da Ilha Grande (Figura 1).

Figura 1- Mapa da Ilha Grande.



Legenda: Principais vilarejos e praias da Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil.
Fonte: Modificado de mapa cedido por JL Oliveira, 2014.

Após esses primeiros estudos, o Laboratório de Malacologia Límnica e Terrestre da UERJ, passou a acompanhar a malacofauna terrestre e dulceaquícola da Ilha Grande, sendo apresentados a seguir os trabalhos referentes a esses estudos. Santos et al. (2007) identificaram a presença de duas espécies exóticas para a ilha, *M. tuberculata* e *B. tenagophila*, para um riacho da Vila do Abraão, assim como afirmaram que *P. globulus*, citado por Haas (1953) se tratava de *Pisidium punctiferum* (Guppy, 1867). Santos et al. (2009) apresentaram o primeiro registro do gastrópode *Uncancylus concentricus* (d´Orbigny, 1835) para um riacho da Reserva Biológica da Praia do Sul. Miyahira (2009) realizou um levantamento de moluscos límnicos da Ilha Grande, onde reportou nove espécies de gastrópodes e uma de bivalve (Quadro 01). Miyahira et al (2010) reportaram a primeira ocorrência do gastrópode exótico *Physa acuta* Draparnaud, 1805 para a Vila do Abraão. Santos et al. (2010) apresentaram uma síntese dos invertebrados não marinhos da Ilha Grande, onde apontaram todos os moluscos já citados acima. Gonçalves et al (2012) reportaram a extensão de *M. tuberculata* para a Praia Vermelha, outro vilarejo da Ilha Grande (Figura 1). Gonçalves et al (2014) registraram pela primeira vez a ocorrência de *Omalonyx matheroni* (Potiez & Michaud, 1835) para a Vila do Abraão. Lacerda et al (no prelo) identificaram a

Ferrissia sp reportada para a Vila do Abraão como *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863). Miyahira et al (no prelo) apresentaram a extensão de *P. acuta* para Praia Vermelha. No Quadro 1 apresentamos uma lista com a ocorrência das espécies e sua localidade na Ilha Grande.

Quadro 1- Espécies de moluscos de água doce citadas para Ilha Grande

Espécies	**Localidades**	**Referências**
Melanoides tuberculata (Müller, 1774)	Praia Vermelha; Vila do Abraão;	Miyahira (2009); Santos et al. (2007, 2010); Gonçalves et al. (2012);
Heleobia australis (d´Orbigny, 1835)	Vila do Abraão	Miyahira (2009); Santos et al. (2010);
Heleobia sp.	Reserva Biológica da Praia do Sul	Miyahira (2009); Santos et al. (2010);
Antillorbis nordestensis (Lucena,1954)	Vila do Abraão; Vila Dois Rios	Santos et al. (1999); Thiengo et al. (2004); Miyahira (2009); Santos et al. (2010);
Biomphalaria tenagophila (d´Orbigny, 1835)	Vila do Abraão	Miyahira (2009); Santos et al. (2007, 2010);
Physa acuta Draparnaud, 1805	Praia Vermelha; Vila do Abraão;	Miyahira et al. 2010; Santos et al. (2010); Miyahira et al. (no prelo);
Gundlachia ticaga (Marcus e Marcus, 1962)	Parnaioca, Vila do Abraão; Vila Dois Rios; Reserva Biológica da Praia do Sul	Miyahira (2009); Thiengo et al. (2004); Lacerda (2010); Lacerda et al. (2011); Santos et al. (2010);
Gundlachia sp.	Vila do Abraão	Thiengo et al. (2004); Santos et al. (2010);
Ferrissia sp.	Parnaioca; Vila Dois Rios	Thiengo et al. 2004; Miyahira (2009); Santos et al. (2010);
Ferrissia fragilis (Tryon, 1863)	Vila do Abraão	Lacerda et al. (no prelo);
Burnupia sp.	Lopes Mendes	Miyahira (2009); Lacerda (2010); Santos et al. (2010)
Burnupia (Anisancylus) obliquus (Broderip & Sowerby, 1832)	Sem localização	Haas (1953)
Uncancylus concentricus (d'Orbigny, 1835)	Reserva Biológica da Praia do Sul	Santos et al. (2009, 2010); Miyahira (2009);
Omalonyx matheroni (Potiez e Michaud, 1835)	Vila do Abraão	Gonçalves et al. (2014);
Pisidium globulus (Clessin, 1888)	Vila Dois Rios	Haas (1953)
Pisidium punctiferum (Guppy, 1867)	Vila do Abraão; Vila Dois Rios	Santos et al. (2007, 2010); Miyahira (2009);

Legenda: Espécies identificadas na Ilha Grande (Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil) com sua localização e referências bibliográficas.

Fonte: Presente trabalho (2015) e referências citadas no Quadro.

Em relação à influência dos fatores abióticos sobre a comunidade de moluscos límnicos na Ilha Grande, podemos citar Miyahira (2010). A comunidade foi acompanhada durante dois anos, e nesse período foi observado que as espécies *B. tenagophila*, *G. ticaga*. *P. punctiferum* e *Ferrissia* sp. ocorreram preferencialmente nos trechos do riacho menos impactados. Foi observado também que a ocorrência dos moluscos estava sendo mais influenciada pelas variáveis: temperatura ambiente e luminosidade. Já *M. tuberculata* e *P. acuta*, ocorreram em todos os trechos do riacho estudado e, a literatura mostra que os mesmos são resistentes à poluição (Santos et al 2012). *Heleobia australis* ocorreu nos pontos mais a jusante, correspondentes aos pontos mais impactados, e apresentou uma forte relação com a condutividade, tendo em vista que nesses pontos os valores foram bem mais altos que nos demais. Além disso, a espécie também ocorre em ambientes estuarinos.

Hauer e Hill (2007) afirmaram que a concentração de oxigênio dissolvido afeta diretamente o metabolismos dos organismos de vida aquática de acordo, e afeta indiretamente através dos processos biogequímicos.

Interações dos gastrópodes com a helmintofauna

Os moluscos límnicos são importantes vetores de parasitos que acometem peixes, aves e mamíferos. Em geral, o foco dos estudos concentram-se nas relações hospedeiro - parasito, especialmente aquelas de interesse médico-veterinário (Carvalho et al. 2008). Dentre as doenças mais conhecidas estão a esquistossomose, transmitida para o homem pelo contato direto das cercárias do *Schistosoma mansoni* liberadas pelo hospedeiro intermediário, tais como, *B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. straminea*, as principais vetoras da doença no Brasil (Coelho, 1995, Carvalho et al., 2008). Outra enfermidade importante é a fasciolose, contraída pela ingestão de metacercárias do parasita *Fasciola hepatica*, Linnaeus, 1758 por ovinos, bovinos e caprinos, e acidentalmente, o homem. Os moluscos que participam do ciclo da fasciolose no Brasil têm como hospedeiros intermediários, *L. columella* Say, 1817 e *L. viatrix* d'Orbigny, 1835 (Ueta, 1980, Carvalho et al. 2008, Thiengo e Fernandez 2008), que não foram encontradas para Ilha Grande.

Em relação a presença de *M. tuberculata* no Brasil, muitos trabalhos foram publicados do ponto de vista do efeito da espécie invasora sobre as nativas (Vaz et al. 1986, Santos et al. 2012). Além disso, a espécie apresenta importância médico-veterinária, pois este caramujo é o

primeiro hospedeiro intermediário de vários trematódeos, alguns dos quais parasitam o homem, como *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875), *Paragonimus westermani* (Kerbert, 1878), *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) e *Philophthalmus gralli* Mathis & Leger, 1910 (Gutierrez *et al*. 1987).

Poucos estudos abordam a questão hospedeiro-parasita do ponto de vista ecológico, buscando verificar como o parasita afeta a estrutura das populações e das comunidades. Wright (1960) apud Barbosa (1995) mostrou que caramujos parasitados em populações densas apresentavam reprodução e crescimento reduzidos, e altas taxas de mortalidade. Em relação a isso, podemos citar Ximenes (2011) que comparou o número de juvenis no marsúpio de fêmeas não parasitadas e fêmeas parasitadas, mostrando diferença significativa na comparação, visto que fêmeas parasitadas apresentaram menos juvenis no marsúpio que as fêmeas não parasitadas. Ximenes (2014) comparou a morfologia de fêmeas parasitadas e fêmeas não parasitadas, observando que a presença das cercárias provoca alterações físicas no animal, como por exemplo, a parte superior da parede da cavidade palial espessada e de coloração marrom, e a glândula digestiva esbranquiçada. Ao contrário das fêmeas não parasitadas, onde a mesma região da parede não é espessa apresentando coloração creme, e a glândula digestiva não é esbranquiçada. A autora também observou como o parasitismo afetou a histologia do sistema reprodutor de *M. tuberculata*, concluindo que nas lâminas dos exemplares parasitados, não foi detectada a presença de gônadas.

O primeiro registro de *M. tuberculata* liberando cercárias do tipo Pleurolofocerca foi reportado por Thiengo et al 2001, com material proveniente de Maricá e Duque de Caxias, municípios do estado do Rio de Janeiro.

Boaventura et al. (2002) investigaram as formas larvais de trematódeos provenientes de gastrópodes límnicos da microrregião Rio de Janeiro, e verificaram espécimes de *M. tuberculata* provenientes dos municípios de Guapimirim e Maricá, infectados por cercárias do tipo Pleurolofocerca, *Physa marmorata* Guilding, 1828 por Equinóstoma e Xifidiocercárias em Maricá e Niterói respectivamente, e *B. tenagophila* proveniente do município de Niterói, infectada por Estrigeocercaria .

Bogéa et al. (2005) também encontraram cercárias do tipo Pleurolofocerca infectando *M. tuberculata* oriundos de Vargem Pequena, Vargem Grande e Prainha, localidades situadas na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro.

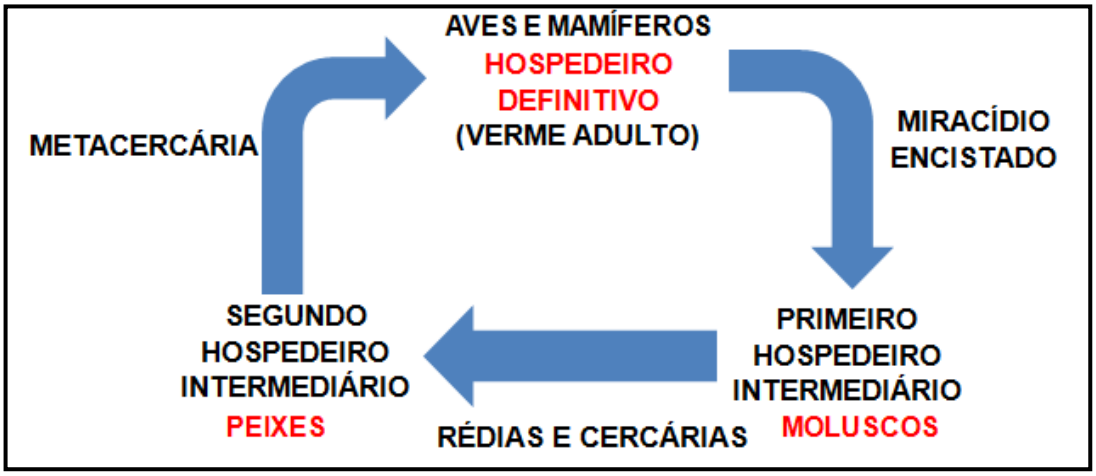
Dechruksa et al. (2007) encontraram esse tipo cercariano sendo eliminado pelo parasita *Haplorchis pumilio* Looss, 1896, um trematódeo pertencente à família Heterophyidae. Este trematódeo apresenta como primeiro hospedeiro intermediário os

moluscos (tiarídeos), como segundo hospedeiro intermediário, os peixes, e como hospedeiro definitivo, aves, mamíferos e répteis (Scholz e Salgado-Maldonado 2000, Umadevi e Madhavi, 2006, Aguilar-Aguilar et al. 2009) (Figura 2). Os autores afirmaram que *C. formosanus* também apresenta esse tipo de cercária.

Fernandez (2011) também encontrou esse tipo cercaria *M. tuberculata*, *Potamolithus* sp. e *Idiopyrgus* sp. na bacia do Rio Tocantins.

Centrocestus formosanus são pequenos parasitos intestinais descritos principalmente para o continente asiático (Pinto, 2009), sendo responsável pela centrocestíase. O primeiro registro deste parasito para o Brasil foi feito por Pinto e Melo (2010a) na Lagoa da Pampulha, em Minas Gerais. No Rio de Janeiro, o primeiro registro foi por Santos et al. (2013), com as cercárias sendo oriundas de *M. tuberculata* provenientes da Lagoa Rodrigo de Freitas.

Figura 2- Ciclo biológico de *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924)



Legenda:Ciclo da centrocestíase com hospedeiros intermediários e definitivos.
Fonte: Presente trabalho (2015).

Para Ilha Grande, Ximenes (2011) também encontrou cercárias do tipo Pleurolofocerca em *M. tuberculata* provenientes da Vila do Abraão, posteriormente identificadas como *C. formosanus*, a partir da observação do ciclo completo em laboratório, sendo a primeira ocorrência deste para a Ilha Grande (Ximenes et al. em preparo).

Biomassa e produção secundária em moluscos de água doce

Lanzer e Schäfer (1988) afirmaram que as características químicas e físicas dos sedimentos são as variáveis que melhor explicam o efeito de impactos antropogênicos nas comunidades de moluscos, influenciando sua composição, distribuição e dinâmica. As alterações na concentração de nutrientes podem resultar em mudanças na diversidade, densidade, produção e biomassa da comunidade bentônica de ambiente límnicos (Bick e Zettler, 1994). Margalef (1983) também afirmou que alterações nas características físicas e químicas do sedimento, podem afetar a biologia da comunidade.

Cressa (1986) afirmou que a comunidade zoobentônica age na quebra da matéria orgânica depositada nos sedimentos e incorpora este material a sua biomassa, tornando um importante processo na ciclagem de nutrientes dentro da cadeia trófica (Walker, 1992).

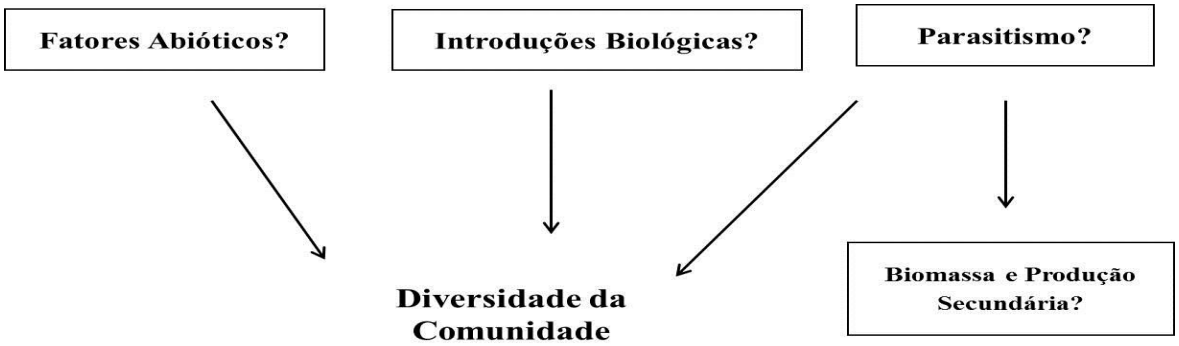
Em ecossistemas continentais aquáticos, os macroinvertebrados podem ser considerados como principais responsáveis pela produção secundária em uma comunidade (Grubaugh et al. 1997).

Figueredo-Barros et al. (2006) investigaram a influência do descarte de efluentes doméstico na lagoa Imboassica, Macaé, RJ na densidade, biomassa, ciclo de vida, produção secundária e estoque de nutrientes em *Heleobia australis* (d´Orbigny, 1835). Foi calculada a biomassa e produção secundária em duas estações, a primeira não tendo influência de esgoto, e a segunda com influência do mesmo. Os resultados mostraram que a biomassa não diferiu significantemente entre as estações, mas a densidade e a produção secundária diferiram, sendo maior na estação 2, evidenciando a influência da composição de nutrientes nos processos biológicos do animal. Com base nesse estudo, informações referentes à biomassa e produção secundária são consideradas importantes ferramentas para avaliar as condições ambientais e as interações com o ambiente.

Na Ilha Grande, Miyahira (2010) estimou a biomassa úmida de *M. tuberculata* durante dois anos para o mesmo trecho do rio estudado neste trabalho, em 4,578 kg, mas sem avaliar efeitos na biomassa de acordo com o ambiente e sua interação com a comunidade.

A partir de tudo que foi exposto é apresentado na Figura 3 um diagrama explicitando as perguntas deste trabalho:

Figura 3 – Perguntas a serem respondidas no presente trabalho



Fonte: Presente estudo (2015).

Tendo em vista que os estudos de longo prazo em comunidades são importantes para o acompanhamento das dinâmicas populacionais existentes, assim como sua interação com os fatores bióticos e abióticos, o presente trabalho apresenta os seguintes objetivos:

Objetivo geral

Acompanhar a dinâmica das populações de moluscos límnicos, com ênfase em *Melanoides tuberculata* durante sete anos em um riacho na Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ.

Objetivos específicos

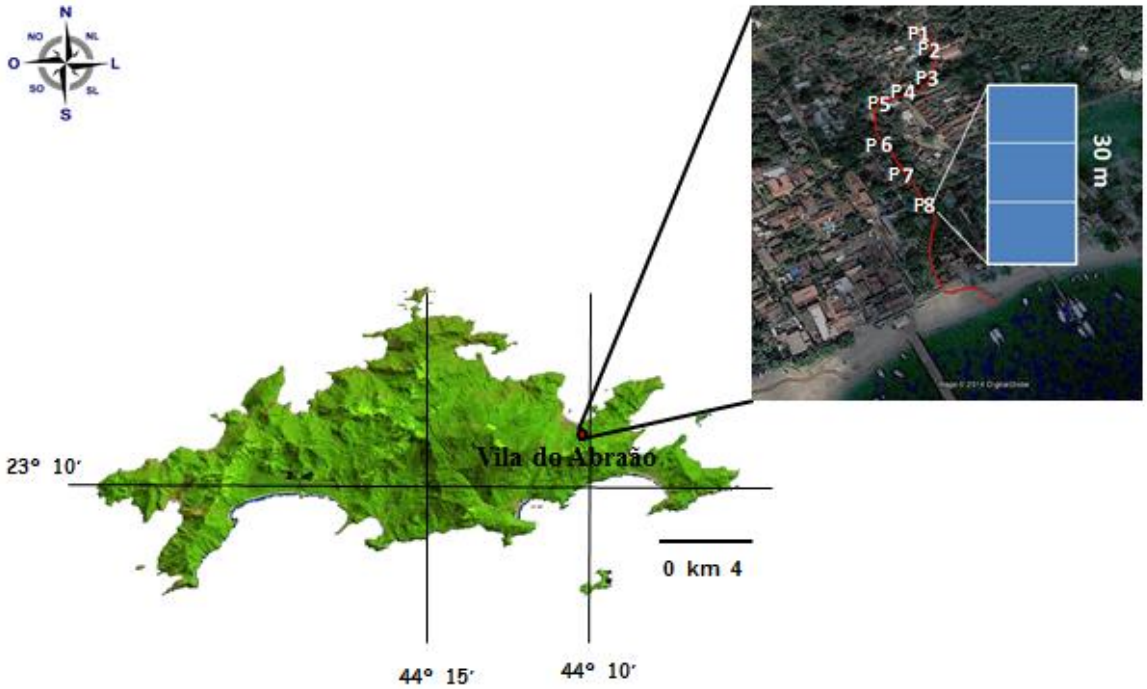
1. Estudar a diversidade da comunidade de moluscos límnicos com o acompanhamento da invasão de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774);
2. Descrever a interação dos moluscos com a helmintofauna associada;
3. Verificar quais fatores bióticos ou abióticos influenciam na dinâmica das populações estudadas;
4. Calcular a biomassa de *M. tuberculata* de um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, RJ;
5. Medir a produção secundária de *M. tuberculata* e verificar se a mesma sofre influência com a helmintofauna associada;

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Área de Estudo

A Ilha Grande é a maior ilha do estado do Rio de Janeiro com 193 Km^2, pertencendo ao município de Angra dos Reis, região Sul do estado (CEADS, 2014) (Figura 4). A Ilha é composta por quinze vilarejos habitados por antigos moradores, ex-presidiários e visitantes que foram a passeio e se encantaram com o lugar, escolhendo-a para fixarem moradia (Cadei et al. 2009). O principal vilarejo da Ilha Grande é a Vila do Abraão, que possui aproximadamente 1500 habitantes residentes, aumentando significativamente esse número em períodos de alta temporada através do turismo na região (Cadei et al. 2009).

Figura 4 - Localização da área de estudo e dos pontos de coleta



Legenda: Localização da Vila do Abraão na Ilha Grande, com o rio estudado destacado em vermelho.
Fonte: Modificado de Miyahira 2010, usando imagem do Google Earth.

Dentre os diversos riachos que cruzam a Vila do Abraão, foi estudado o riacho que cruza a rua Getúlio Vargas, que não possui um nome formal nem na prefeitura de Angra dos Reis, e nem nas informações turísticas da Ilha Grande. Como o riacho atravessa a região urbana, o mesmo recebe lixos domésticos, restos de comida e esgoto das residências que o

margeiam, apesar da existência de fossas sanitárias (Figura 5C). Há presença de plantas exóticas nas margens como bananeiras (*Musa paradisíaca* Linn.) e jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus* Lamk), e dentro do rio, como agrião (*Nasturtium officinale* R. Br.) e aguapés (*Eichornia* sp.). Além disso, existe um criadouro de patos nos pontos de coletas medianos ao rio (P3-P4, ver adiante), e durante o estudo, as criações foram expandidas, abarcando um cercado para a criação de coelhos e uma piscina para criação de peixes (Figura 5 A, B e D). O rio é de pequeno porte, assoreado, com a profundidade máxima de 50 cm, e largura variando de um a quatro metros, mas na foz pode chegar a seis metros (Miyahira, 2010).

Figura 5 - Pontos de ações antrópicas dentro e nas margens do riacho estudado na Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro

Legenda: Ações antrópicas no riacho da Vila do Abraão. Criação de patos (A), plantação acidental de agrião(B), canos e sumidouros, (C) piscina artificial para criação de peixes com moitas flutuantes de *Pistia stratiores*(D), casas nas margens (E) e extração de areia do riacho (F).

Fonte: Fotos de ICB Gonçalves.

1.2 **Coletas**

Este trabalho utilizou a metodologia de coleta descrita em Miyahira (2010). O trecho do rio estudado foi dividido em oito pontos de coleta com aproximadamente 30 m cada, sendo o ponto um (P1) o mais a montante, e o ponto oito (P8), o mais a jusante (Figura 4). Os pontos eram contínuos, ou seja, assim que um terminava, o outro se iniciava. Com exceção dos pontos que possuía um trecho do percurso sob a rua, como por exemplo, P5 e P6. Quando isso ocorria, o rio era acessado no ponto mais próximo. O trecho estudado foi o mesmo utilizado por Miyahira (2010), a fim de utilizar dados prévios deste trabalho e obter um somatório de sete anos de estudo. Esse trecho foi escolhido para estudar a invasão de *M. tuberculata*, visto que a espécie só ocorria em uma área restrita, nos pontos a jusante, e poderia ser acompanhada se ampliasse a sua distribuição a montante do rio. Acima do P1, o rio começa a ficar encachoeirado, não sendo propícia a ocorrência de moluscos límnicos, e por este motivo não aumentamos o trecho estudado.

Cada ponto de coleta foi dividido em três áreas amostrais, cada uma com um coletor (Figura 4). Foi realizado um esforço amostral de 15 minutos por coletor, totalizando 45 min de busca por ponto. Durante a coleta foi utilizada uma concha de captura de moluscos, assim como a observação dos mesmos em folhas, galhos e pedras dentro do rio. Todos os moluscos coletados foram depositados em frascos plásticos com um pouco de água do ambiente para conservar a umidade e mantê-los vivos até a chegada ao laboratório para curadoria no CEADS (Centro de Estudos e Desenvolvimento Sustentável) e no Laboratório de Malacologia Límnica e Terrestre da UERJ. Vale ressaltar que além da coleta direta, houve também coleta através do amostrador surber, sendo os resultados apresentados por Miyahira (2010).

As coletas ocorreram de julho de 2006 à novembro de 2013, com intervalos bimestrais entre elas (Quadro 2). Quando não foi possível o intervalo a cada dois meses, a coleta foi realizada assim que possível. Isso aconteceu poucas vezes em virtude de problemas logísticos relacionados principalmente ao transporte e disponibilidade de alojamento no CEADS, local que era feita a etapa de curadoria do trabalho.

Quadro 2- Data das expedições de coletas

Expedição de Coleta	**Data**
Expedição 1 (E1)	julho-06
Expedição 2 (E2)	setembro-06
Expedição 3 (E3)	novembro-06
Expedição 4 (E4)	janeiro-07
Expedição 5 (E5)	março-07
Expedição 6 (E6)	maio-07
Expedição 7 (E7)	julho-07
Expedição 8 (E8)	setembro-07
Expedição 9 (E9)	novembro-07
Expedição 10 (E10)	janeiro-08
Expedição 11 (E11)	março-08
Expedição 12 (E12)	maio-08
Expedição 13 (E13)	julho-08
Expedição 14 (E14)	setembro-08
Expedição 15 (E15)	dezembro-08
Expedição 16 (E16)	fevereiro-09
Expedição 17 (E17)	abril-09
Expedição 18 (E18)	junho-09
Expedição 19 (E19)	setembro-09
Expedição 20 (E20)	novembro-09
Expedição 21 (E21)	fevereiro-10
Expedição 22 (E22)	abril-10
Expedição 23 (E23)	junho-10
Expedição 24 (E24)	agosto-10
Expedição 25 (E25)	outubro-10
Expedição 26 (E26)	janeiro-11
Expedição 27 (E27)	março-11
Expedição 28 (E28)	maio-11
Expedição 29 (E29)	julho-11
Expedição 30 (E30)	outubro-11
Expedição 31 (E31)	dezembro -11
Expedição 32 (E32)	fevereiro-12
Expedição 33 (E33)	abril-12
Expedição 34 (E34)	junho-12
Expedição 35 (E35)	agosto-12
Expedição 36 (E36)	outubro-12
Expedição 37 (E37)	dezembro-12
Expedição 38 (E38)	fevereiro-13
Expedição 39 (E39)	abril-13
Expedição 40 (E40)	junho-13
Expedição 41 (E41)	agosto-13
Expedição 42 (E42)	novembro-13

Fonte: Presente trabalho (2015).

1.3 Caracterização ambiental dos pontos de coleta

Para caracterização ambiental dos pontos de coleta, foram mensurados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade, profundidade, temperatura da água, temperatura do ar, umidade relativa do ar, luminosidade (Figura 6), e no último ano houve a medição de oxigênio dissolvido. Com exceção do oxigênio dissolvido, as medições foram realizadas em quase todas as expedições de coleta e em todos os pontos. Foram realizadas três medidas por ponto e uma média resultante do ponto foi calculada. Vale ressaltar, que a salinidade chegou a ser medida, mas o salinômetro, por refração da luz, acabou se mostrando inadequado, por não se mostrar sensível aos baixos valores de salinidade, e por isso as mensurações não foram utilizadas. Em determinadas expedições, ou pontos de coleta, não foi possível realizar as medições ambientais devido à falha nos aparelhos. Nesta situação, a expedição ou ponto de coleta foi suprimido da análise do referido fator abiótico.

Figura 6- Medição dos fatores abióticos no riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

Legenda:. A- pH, condutividade; B- Profundidade; C- Temperatura da água D- Luminosidade e E- Temperatura e umidade ambiente.
Fonte: Fotos ICB Gonçalves.

Além dos fatores abióticos, foram fotografados todos os pontos em todas as coletas para caracterização das mudanças do riacho ao longo do tempo. A partir do registro fotográfico, foi possível identificar secas, cheias e construções que modificaram a dinâmica das espécies que ocorrem no rio. A Figura 7 apresenta as modificações no rio no início e no final do estudo.

Podemos observar as alterações antrópicas no riacho, com modificações em todos os pontos. O P1, onde iniciava o trabalho, já apresentava alteração com espécies exóticas vegetais, como jaqueiras e bananeiras. Além disso, sempre eram encontrados montes de areia extraído do riacho, para a utilização na construção civil. O P2 foi um dos mais modificados, tendo sido construída uma ponte. E como consequência, a vegetação marginal do ponto foi perdida e as espécies que viviam nessas plantas também foram prejudicadas. No P3, havia acima do rio criadouros de patos, galinhas e coelhos. No P4, sempre era encontrado aguapés e muitos exemplares de *P. acuta*, *B. tenagophila*, *F. fragilis* e *G, ticaga* associadas a eles. Neste ponto também foi observada a presença de agrião, possivelmente introduzidos. O P5 era acessado pela entrada em uma residência para então chegarmos ao rio. Neste ponto, havia fossas sépticas que algumas vezes observamos com transbordamentos. O próximo trecho que foi possível ser acessado para a coleta do P6, foi ao lado da ponte na rua Getúlio Vargas. Neste trecho do riacho, a água era mais poluída devido ao acúmulo de detritos dos pontos anteriores e do descarte direto no rio de alimentos por alguns moradores. Os pontos 7 e 8 foram continuação direta do P6. Com o passar do tempo, os pontos ficaram mais assoreados, havendo dificuldade de encontrar as espécies. O P7 e P8, assim como P6, são bem poluídos e apresentam influência salina.

Figura 7- Pontos de coleta do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, no início (imagens a esquerda), e no final do estudo (imagens a direita) (Continua)

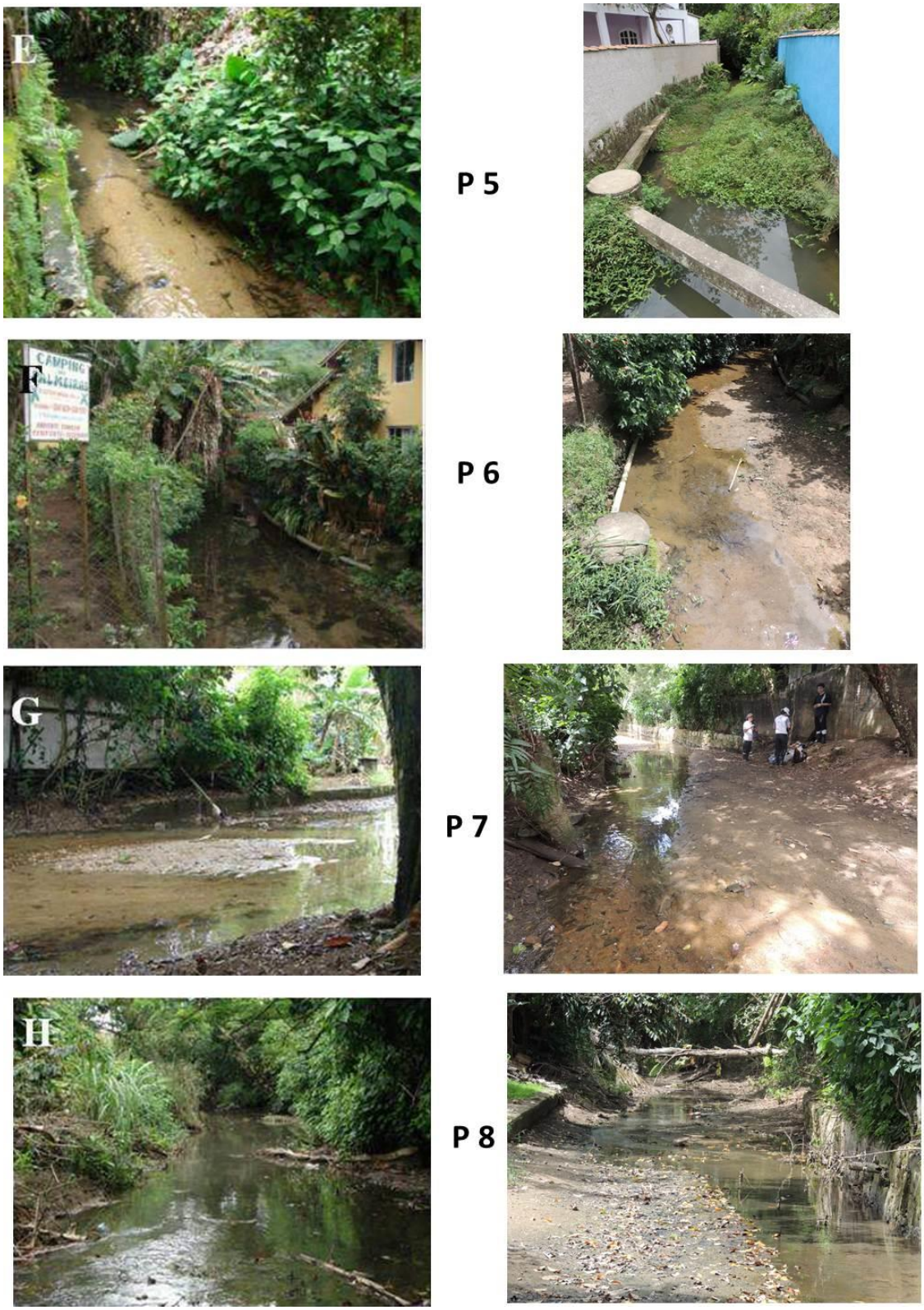
P 1

P 2

P 3

P 4

Figura 7 - Pontos de coleta do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, no início (imagens a esquerda), e no final do estudo (imagens a direita) (Conclusão)

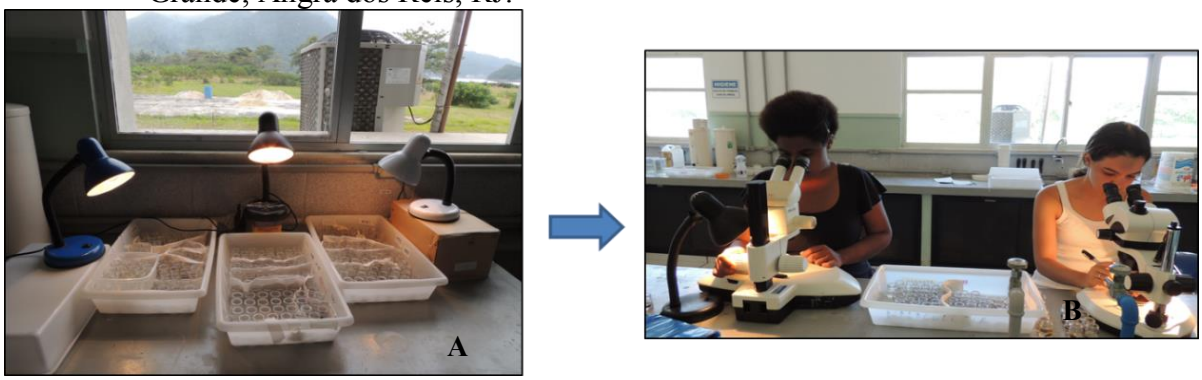


Legenda: Pontos de coleta do Rio Abraão. A-H Pontos de coleta 01 a 08. A esquerda são os pontos no início do estudo, e a direita são os pontos no término do mesmo.
Fonte: Fotos A-H (esquerda) de I.C. Miyahira e A-H (direita) de I.C.B. Gonçalves.

1.4 Investigação da helmintofauna associada aos gastrópodes límnicos

A investigação da helmintofauna teve início em julho/2006 (E1), durante o desenvolvimento da dissertação de mestrado de Igor C. Miyahira e foi realizada no Laboratório Nacional de Referência em Malacologia Médica da Fiocruz até maio/2008 (E12) (Miyahira, 2010). Após a expedição de coleta seguinte, referente ao período de julho/2008 (E13), a análise passou a ser efetuada pela equipe do Laboratório de Malacologia Límnica e Terrestre da UERJ. Para investigação da helmintofauna, foi utilizada a metodologia descrita por Fernandez et al. (2008). Os animais foram transportados até ao laboratório após as coletas (no CEADS ou na UERJ), e colocados individualmente de acordo com seu tamanho em potes de 20 mL contendo 4 mL de água filtrada. Quando os indivíduos eram menores foi possível colocar mais de um indivíduo em um mesmo pote. Após esse procedimento, os potes foram expostos a luz incandescente de 60W (com uma distância aproximada de 30 cm), durante quatro horas (Figura 8A). Fernandez et al. (2008) e Carvalho et al. (2008) afirmaram que esse tempo de exposição fornece uma temperatura capaz de estimular a emissão cercariana. Para visualização das cercárias, os potes foram levados ao estereomicroscópio (Figura 8B). Quando positivos, os animais foram sacrificados e fixados, como descrito abaixo. Quando um pote com mais de um indivíduo se encontrava positivo, os animais eram individualizados e expostos novamente para investigar qual exemplar estava parasitado. Quando negativos, os potes tiveram a água trocada e permaneceram aproximadamente 15 horas no escuro para novamente serem observados em busca de cercárias. Se o resultado permanecia negativo, os animais eram submetidos à etapa de fixação.

Figura 8 - Teste parasitológico realizado nos moluscos límnicos da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ.



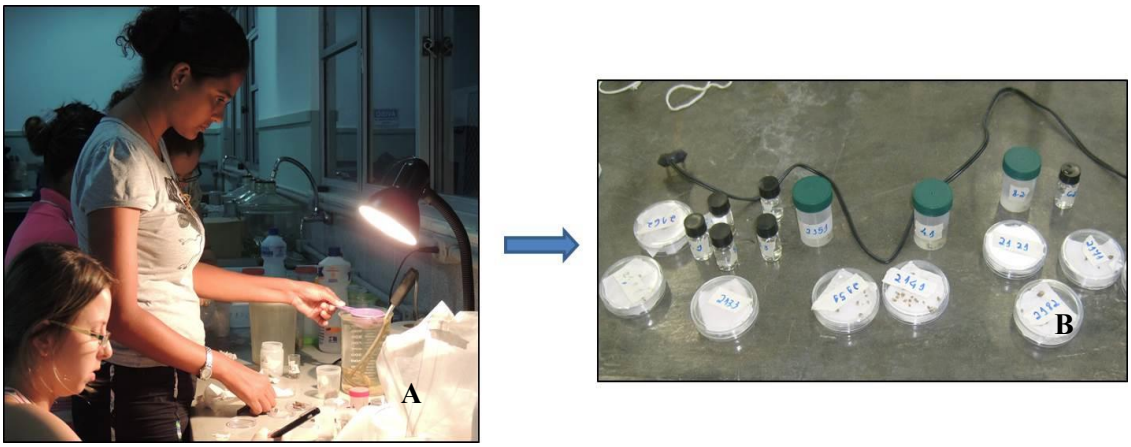
Legenda: Etapas para investigação da helmintofauna. A- Exposição à luz dos gastrópodes de água doce; B- Leitura sob microscópio estereoscópio.
Fotos: ICB Gonçalves.

Para a identificação das cercárias, estas foram analisadas sob microscópio para visualização dos caracteres diagnósticos a partir da chave de identificação fornecida por Schell (1970) e Melo (2008). Para identificação (e confirmação) do parasita a nível especifico, os animais positivos foram enviados vivos para o Laboratório de Taxonomia e Biologia de Invertebrados, do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde foi realizado o fechamento do ciclo com o auxílio dos doutores Alan de Melo e Hudson Pinto. Para essa etapa, 05 exemplares vivos de *M. tuberculata* da E40 (junho/2013), foram transportados para a UFMG a fim da realização da infecção experimental para identificação do parasita.

1.5 **Anestesia e Fixação**

O processo de anestesia dos moluscos foi efetuado de acordo com Fernandez et al. (2008), com exceção do gastrópode *M. tuberculata* em que foi realizada a técnica sugerida por Miyahira (2010), descrita adiante. Para os moluscos em geral, os animais foram anestesiados em mentol (representantes das famílias Ancylidae, Physidae, Sphaeriidae e Succinaeidae) ou Nembutal (representantes das famílias Planorbidae, Cochliopidae e Lithoglyphidae). Após a anestesia, o animal foi mergulhado em água a 70°C por um tempo variável, de acordo com seu tamanho. Em seguida, o animal foi imerso em água fria, e com o choque térmico foi possível realizar a separação da parte mole e da concha com auxílio de uma pinça. Os indivíduos pertencentes à família Sphaeriidae, após o processo de anestesia, foram diretamente fixados diretamente em álcool 70ºGL. Para *M. tuberculata*, não foi realizado o processo de anestesia, devido a dificuldade da espécie ser anestesiada, sendo realizada somente a segunda etapa, como descrito a seguir. Primeiro o ápice do animal foi submerso em água a 70°C por 10 segundos, ou até que projetasse a cabeça para fora da concha e, após este tempo o animal inteiro foi mergulhado por mais 10 segundos. Em seguida, foi submetido à mesma técnica de separação da concha e parte mole (Figura 9).

Figura 9 - Processo de sacrifício e separação de conchas e partes moles dos gastrópodes límnicos coletados na Vila do Abraão, Ilha Grande



Legenda: A Separação da concha e parte mole dos gastrópodes límnicos. B Conchas secando em placas de Petri e partes moles fixadas em potes identificados.
Fonte: A- Fotos de SB Santos. B- Fotos de ICB Gonçalves.

Para todos os moluscos, as partes moles foram fixadas em álcool 70º GL ou Railliet-Henry de acordo com a finalidade. As conchas foram conservadas a seco em potes e/ou sacos plásticos identificados com o mesmo indexador das partes moles. Todo o material se encontra depositado na coleção científica de moluscos da UERJ (Col Mol UERJ). Além disso, uma parte do material foi fixada em álcool absoluto e armazenada sob refrigeração (-10ºC) para futuros estudos moleculares.

1.6 **Obtenção do peso seco para calcular a biomassa de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)**

Com o intuito de comparar os resultados obtidos com os de Dudgeon (1986), e verificar uma possível influência dos fatores bióticos e abióticos, foi estimada a biomassa de *M. tuberculata*.

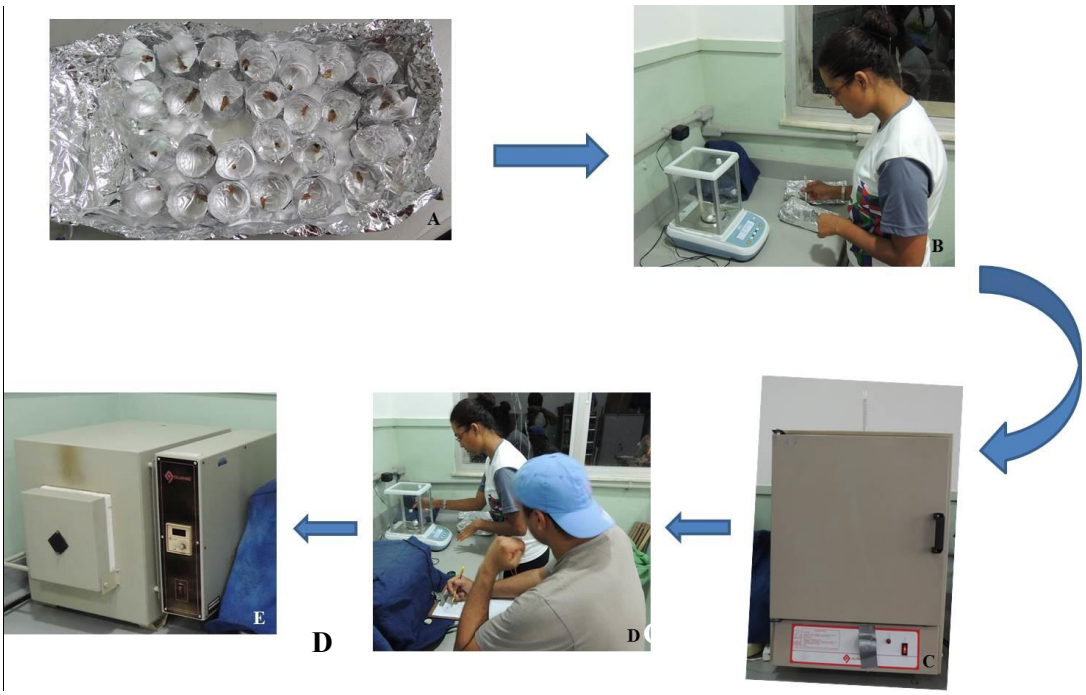
Benke et al (1999) afirmaram que há três formas básicas de se estimar a biomasssa de um organismo: 1) Peso úmido de animais frescos ou preservados; 2) determinação do biovolume; e 3) Relação comprimento - peso seco. O autor afirma que a terceira opção é a mais precisa, pois na avaliação do peso úmido poderia haver perda de massa de acordo com o estado de preservação do organismo. Por isso o peso seco foi estimado através da relação

comprimento-massa, a partir da mensuração dos diâmetros das conchas de 45 indivíduos de *M. tuberculata* oriundos da expedição de coleta 41.

Os animais foram divididos em doze classes de tamanho com intervalos de 1,1 mm entre cada classe para analisar a relação comprimento-massa. É importante salientar que os animais foram divididos de acordo com o diâmetro da concha, já que o ápice do animal é encontrado frequentemente desgastado pela ação do ácido carbônico presente na água (Miyahira 2010, Santos et al 2012).

Após os animais serem levados ao laboratório, foi realizado o procedimento de separação das conchas e partes moles como explicado no item acima. Após essa etapa, conchas e partes moles foram pesadas e levadas em estufa a 60ºC por 24 horas, e depois pesadas novamente em balança de precisão de 0,1 mg para o peso seco. Posteriormente, concha e partes moles foram levadas ao forno mufla a 500ºC para estimativas do peso seco livre de cinzas (parte mole, concha e total) (Benke e Huryn 2007, Benke et al. 1999, Figueredo-Barros et al. 2006) (Figura 10).

Figura 10- Etapas para obtenção de peso seco livre de cinzas de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)



Legenda: Etapas para obtenção do peso seco de *M. tuberculata.* A- Animais individualizados em forminhas de alumínio. B- Pesagem do material úmido. C- Estufa para secagem do material. D- Anotação do peso seco. E- Mufla para queima do material inorgânico.
Fonte: Fotos de IC Miyahira.

Após essa etapa foi realizada uma análise de regressão a fim de observar a relação comprimento-massa seca dos indivíduos. Se a regressão for significativa, o modelo poderá ser aplicado para todos os indivíduos medidos durante o trabalho a fim de obter a biomassa dos mesmos.

1.7 **Análises de dados**

Para caracterizar a dinâmica da comunidade no riacho da Vila do Abraão, foram analisados os seguintes parâmetros: composição, riqueza, diversidade, constância, abundância e abundância relativa da comunidade. As análises foram feitas usando planilha Excel e os programas estatísticos SYSTAT 12 (Systat 2007) e R Dvelopment Core Team (2010).

1.7.1 Acompanhamento da malacofauna límnica e riqueza

Todos os moluscos coletados nas expedições de coleta entre julho/2006 e novembro/2013 foram contabilizados e apresentados em gráficos de linhas para visualização das distribuições das espécies ao longo do tempo. A riqueza foi calculada para todas as expedições de coletas, sendo plotados gráficos de barra para visualização.

1.7.2 Abundância e abundância relativa

As abundâncias das espécies, assim como a abundância relativa foram contabilizadas por ponto e por expedição de coleta. Em cada expedição de coleta, o número total de indivíduos coletados de todas as espécies foi considerado como 100%, e o percentual de cada espécie foi calculado seguindo a fórmula % Spi= n x (100/N), onde % Spi é a percentagem da espécie que se quer calcular, n é o número de indivíduos da espécie, e N é o número total de indivíduos da amostra. Por fim, com base nos dados obtidos, as espécies foram classificadas

em muito abundante (>50%), abundante (50 a >30%), pouco abundante (30 a ≥10%) e esporádica (<10%) (Cavalcanti e Larrazábal, 2004; Fernandez, 2011).

1.7.3 Constância

Representa quantas vezes uma determinada espécie apareceu em cada coleta, tendo em vista os oito pontos do estudo (Dajoz, 1983). Foi calculada por espécie, em cada expedição de coleta. A fórmula utilizada foi C = p x 100/ P, onde "p" corresponde ao número de amostragens em que a espécie ocorreu, e "P" o número total de pontos em cada expedição de coleta. No presente estudo, P= 8. Seguindo Dajoz (1983), as espécies foram classificadas em constante (presente em mais de 50% das amostragens), acessória (≤50% a ≥ 25%) ou acidental (25%).

1.7.4 Diversidade de moluscos límnicos

Para o estudo da diversidade, foi estimada a riqueza (R), a abundância (N), o índice de Simpson (D), a equitabilidade (Ed), o índice de Shannon (H) e o Índice de Uniformidade (J) para cada expedição de coleta. O índice de Simpson (D) foi calculado em cada expedição de coleta através da fórmula: $D=1-\Sigma(ni/N)^2$ em que ni é o número coletado da espécie *i* em uma determinada expedição de coleta; N é o número total de exemplares coletados em uma determinada expedição de coleta . Este índice atribui um peso maior as espécies abundantes. A equitabilidade (Ed) está associada ao índice de Simpson, e permite observar se a distribuição dos indivíduos é uniforme ou não, considerando as espécies coletadas. Foi utilizada a fórmula Ed = D/N, onde D é o valor do índice de Simpson de cada coleta. Ao contrário, o índice de Shannon (H') atribui maior peso para as espécies raras, a partir da fórmula: $H'= - \Sigma [ni / N \times \ln (ni /N)]$. O índice de uniformidade (J) está associado ao índice de Shannon e também permite observar se a distribuição dos indivíduos é uniforme ou não, considerando todas as espécies coletadas. Foi calculado pela fórmula J = H'/ lnS, onde H'= o índice de Shannon para cada expedição de coleta, e S é o número total de exemplares de todas as espécies coletadas em cada coleta.

A equitabilidade, ou índice de Equitabilidade de Pielou varia num intervalo de zero a um, em que 1 indica que todas as espécies são igualmente abundantes, e o 0, em que não há equivalência na abundância das espécies. A equitabilidade não é sensível a riqueza de espécies. Já o índice de uniformidade varia de zero a um, sendo zero (0) nenhuma uniformidade, e um (1), total uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies.

1.7.5 Influência dos fatores abióticos sobre os moluscos

Para avaliar se os fatores abióticos possuem variação semelhante aos dos fatores bióticos, inicialmente foi realizada uma análise descritiva dos fatores abióticos, a partir de gráficos de linhas no EXCEL (2010) para acompanhamento das flutuações dos fatores nos oito pontos de coleta para melhor exploração dos dados. Após essa etapa, foi realizada uma análise de regressão com as espécies *x* valores abióticos, a fim de verificar uma possível relação.

1.7.6 Prevalência Parasitária

Para o cálculo da prevalência parasitária, foi utilizada abundância de indivíduos vivos da espécie parasitada para cada expedição de coleta, e a partir disso, foi verificado o número de exemplares positivos obedecendo a seguinte fórmula (Carvalho et al 2008):

Taxa de infeção (%)= (nº de moluscos positivos/ total de moluscos examinados) x 100.

1.7.8 Biomassa

Para poder haver uma maior representatividade dos dados, os resultados de biomassa representam a média por expedição de coleta, a fim de acompanhar as oscilações dos valores ao longo do tempo. Além disso, também foi apresentado o valor total no final do estudo. A

biomassa de *M. tuberculata*, expressa em peso seco apenas para parte mole, foi obtida usando-se o modelo:

$$Log_{10}(PS) = Log_{10}(a) + b * Log_{10}(D)$$

onde,

PS - peso seco total em gramas da parte mole

D - diâmetro da concha em mm

Log_{10} (a) e b - parâmetros estimados pelo modelo

O valor de a e b foram iguais a 0,00014 e 3,00788 respectivamente.

O modelo foi aplicado para todos os indivíduos medidos em todas as expedições de coleta.

1.7.9 Produção Secundária

Para medir a produção secundária foi seguido o método tamanho - frequência (Hynes e Coleman, 1968), modificado por Benke (1979) e descrito na equação abaixo:

$$P = [\ i \sum (n_i - n_{i+1}) * (w_{i+} w_{i+1})/2\ ] * 12/\ CPI$$

Onde P = produção secundária anual (g m^{-2} anos $^{-1}$); i = número de classes de tamanho; n = média de indivíduos em cada classe de tamanho; $(w_i + w_{i+1})^{1/2}$ = média geométrica do peso em duas classes de tamanho; CPI = intervalo da produção de uma coorte (no presente estudo, CPI= 18, baseada na estimativa da coorte pela análise do histograma de frequência (Figura 25) e na literatura (Dudgeon. 1986)).

Para o cálculo da produção secundária, os valores de abundância foram convertidos para densidade (nº/m^2) seguindo a fórmula:

Densidade: $((2{,}602*\sqrt{(N+1)}-1{,}26)^2)-1$, onde:

N= tamanho populacional corrigido pelo número de indivíduos capturados.

Para conversão da abundância em densidade, foram utilizados os valores obtidos a partir do amostrador *surber* das expedições de coleta 1 a 12, com área conhecida (30 cm^2 x 30 cm^2, malha de 250µm), disponível em Miyahira (2010). Assim como, os valores dos mesmos pontos e períodos de abundância. É importante ressaltar que a metodologia de coleta do surber foi a partir de três réplicas por ponto, com áreas conhecidas.

A fórmula da transformação dos dados de abundância em densidade foi criada a partir dos seguintes passos:

Passo 1: Relação entre raiz quadrada do número de *M. tuberculata* capturados por esforço de coleta constante + 1 (45 minutos em cada ponto, P5-P8) e raiz quadrada da densidade de *Melanoides tuberculata* + 1 (3 *surbers* por ponto P5-P8) em dois anos de expedição e coletas bimestrais (E1 A e12).

Passo 2: Teste da homocesdasticidade das variâncias e teste da linearidade dos pontos no gráfico.

Passo 3: ANCOVA modelo aditivo (Covariável: √(Abundância Col Direta + 1); Variável preditora categórica: Ponto; Variável resposta: √ (Densidade+1)).

Não rejeitamos a hipótese nula de que os valores ajustados da raiz quadrada da densidade sejam diferentes entre os pontos ($F_{3,42}$=0,95, p=0,43). Como o valor de P foi maior que 0,25, retiramos a variável "Ponto" do modelo para ajustarmos uma regressão linear simples aos dados de densidade.

Passo 4: Regressão simples

Fórmula: √(indivíduo m^2 surber +1) *vs* √(Abundância Col direta + 1)

O resultado da análise de regressão encontra-se nos resultados.

A relação entre raiz quadrada do número de *M. tuberculata* capturados por esforço de coleta constante + 1 e raiz quadrada da densidade de *M. tuberculata* + 1 foi significativa ($t_{1,45}$ =5.628, P< 0.0001).

O modelo √(densidade+1) = 2.602 √(abundancia+1) - 1.260, explicou 41% da variação dos dados, e por isso foi escolhido para conversão dos dados.

Para o cálculo de produção secundária anual foi respeitado as seguintes datas:

1º Ano – Expedições de coleta de 1 a 6
2º Ano - Expedições de coleta 7 a 12
3º Ano - Expedições de coleta 13 a 18
4º Ano - Expedições de coleta 19 a 24
5º Ano - Expedições de coleta 25 a 30
6º Ano - Expedições de coleta 31 a 36
7º Ano - Expedições de coleta 37 a 42

Morin e Bourassa (1992) criaram um modelo empírico para vários grupos de macroinvertebrados, incluindo moluscos, para estimar a produção secundária. A fim de comparar os resultados do presente trabalho com a literatura, para verificar se o modelo se adequa no trabalho. O modelo utilizado para molusco foi realizado seguindo a fórmula:

$$\text{Log } 10\ P = a + b \log 10\ B + c \log 10\ M + d*T.$$

Onde:
P - produção secundária em g de matéria seca m^{-2} ano^{-1};
M - biomassa individual média em g de matéria seca;
B – soma da biomassa em g de matéria seca m^{-2};
T – média anual da temperatura em ºC no riacho estudado.
a, b e c – valores fornecidos pelo autor. (a- 3,90; -0,40 Log 10 B +0,89 Log 10 M – 0,120 T

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 **Composição e riqueza da comunidade de moluscos límnicos**

Ao longo do estudo foram encontradas nove espécies que serão brevemente descritas. A posição sistemática dos táxons superiores seguiu Bouchet e Rocroi (2005) para os gastrópodes, e Giribet (2008) para a única espécie de bivalve.

GASTROPODA

Clado Caenogastropoda

Família Thiaridae

***Melanoides* Olivier 1804**

Melanoides tuberculata (Müller, 1774)

Apresenta uma concha moderadamente grossa, alongada e espiralada, turriforme com 12 a 16 voltas nos animais adultos, podendo medir até 40 mm de comprimento e 14 mm de largura (Brandt, 1974) (Figura 11 A). Perióstraco de amarelo a amarronzado, mas existe uma grande variação de cor de acordo com o ambiente (Goodfriend, 1986, Pointier, et al. 1989, Gonçalves et al. 2012) Presença de costelas axiais e estrias longitudinais em toda a concha. Opérculo córneo, paucispiral e marrom. O ápice da concha normalmente está desgastado devido à reação do bicarbonato de cálcio da concha com os ácidos presentes no ambiente. O animal possui uma probóscide alongada e o pé ovalado. Apresenta manto amarelado com manchas escuras (Brandt, 1974).

Clado Littorinimorpha

Família Cochliopidae

***Heleobia* Stimpson, 1865**

Heleobia australis (d'Orbigny, 1835)

Concha cônica-ovalada e alongada (variando de 2,49 a 6,45 mm no comprimento e 1,32 a 2,88 mm de largura) (Figura 11 B). Conchas com 6 a 8 voltas (d'Orbigny 1835; Silva e Davis 1983). Teleoconcha cônica com contorno reto; perióstraco castanho claro; lisa, com

linhas de crescimento fracamente marcadas; voltas aplanadas; depressão umbilical estreita; lábio externo fino e o lábio interno um pouco refletido (Silva e Davis, 1983, Silva, 2003). Opérculo córneo, oval, paucispiral.

Família: Lithoglyphidae

***Potamolithus* Pilsbry 1896**

Potamolithus sp.

Concha sólida, oval ou globosa, lisa ou carenada, coberta com um perióstraco espesso; abertura da concha ovóide ou arredondada, perístoma contínuo; opérculo córneo, oval, marrom-avermelhado (Pilsbry, 1911). Apresenta tamanho variando entre 4,5 e 9 mm de comprimento, e 3 a 7 mm de largura (d'Orbigny, 1835; Silva 2003) (Figura 11 C). Possui um pênis simples, terminando em uma pequena glande rodeada por um prepúcio carnudo (Pilsbry, 1896, 1911).

Clado Hygrophila

Família Physidae

***Physa* Draparnaud 1805**

Physa acuta Draparnaud, 1805

Concha sinistrógira, translúcida, oval-alongada, fina, lisa e moderadamente brilhante, com cinco voltas e espira curta, com 16 mm de comprimento e 9m de largura. Abertura da concha ampla, ocupando aproximadamente ¾ do comprimento total da concha (Paraense e Pontier 2003) (Figura 11 D). Massa cefalopediosa uniforme, de cor cinza escuro, teto da cavidade palial profundamente pigmentado. O aparelho reprodutor apresenta como caráter diagnóstico, uma glândula localizada na metade proximal da parede do prepúcio (Paraense, 2003).

Família Planorbidae

***Biomphalaria* Preston, 1910**

Biomphalaria tenagophila (d'Orbigny, 1835)

Concha com 35 mm de diâmetro nos indivíduos adultos, sete a oito giros com carena, mais acentuada do lado esquerdo, sutura bem marcada. Periferia da concha arredondada

(Figura 11 E). Superfície ventral do tubo renal lisa, sem crista renal. Parede ventral da vagina expandida em uma bolsa bem delimitada (Paraense, 1975).

***Ferrissia* Walker, 1903**

Ferrissia fragilis (Tryon, 1863)

Concha com abertura elíptica, varia 1,38-3,01 mm de comprimento e 0,98-2,85 mm de largura, ápice arredondado, ligeiramente proeminente (Figura 11 F). Protoconcha apresentando uma depressão apical, seguida por uma pequena área lisa e outra de linhas radiais regulares. A teleoconcha possui linhas concêntricas de crescimento. Apresenta uma mancha pigmentada escura concentrada na região anterior do manto, bem como pequenas manchas dispersas sobre a cabeça, tentáculos curtos e arredondados; pé arredondado. (Lacerda et al no prelo, Walther et al., 2010).

***Gundlachia* Pfeiffer, 1849**

Gundlachia ticaga (Marcus e Marcus, 1962)

Concha frágil, translúcida ou opaca com perióstraco marrom, medindo entre 1,25 e 5,7 mm de comprimento e 0,45 e 1,5 mm de altura; abertura oval, moderadamente alongada, (Figura 11 G). Ápice proeminente, arredondado e projetado sobre o quadrante posterior direito (Marcus e Marcus 1962, Lacerda 2010, Lanzer 1996, Santos 2003). Protoconcha apresentando uma depressão apical, seguida por uma pequena área lisa e outra de pontuações irregulares. A teleoconcha possui linhas concêntricas de crescimento. Manto bem pigmentado, com manchas irregulares concentradas do lado direito (Lacerda 2010, 2011).

Clado Eupulmonata

Família Succineidae

***Omalonyx* d'Orbigny, 1835**

Omalonyx matheroni (Potiez e Michaud, 1835)

Concha externa reduzida, achatada e unguiforme, coberta parcialmente pelo manto (Figura 11 H). Parte mole amarelada, com duas linhas longitudinais negras e manchas negras dispersas. Animal medindo aproximadamente 2 cm de comprimento (Arruda et al. 2006).

BIVALVIA

Clado Heteroconcha

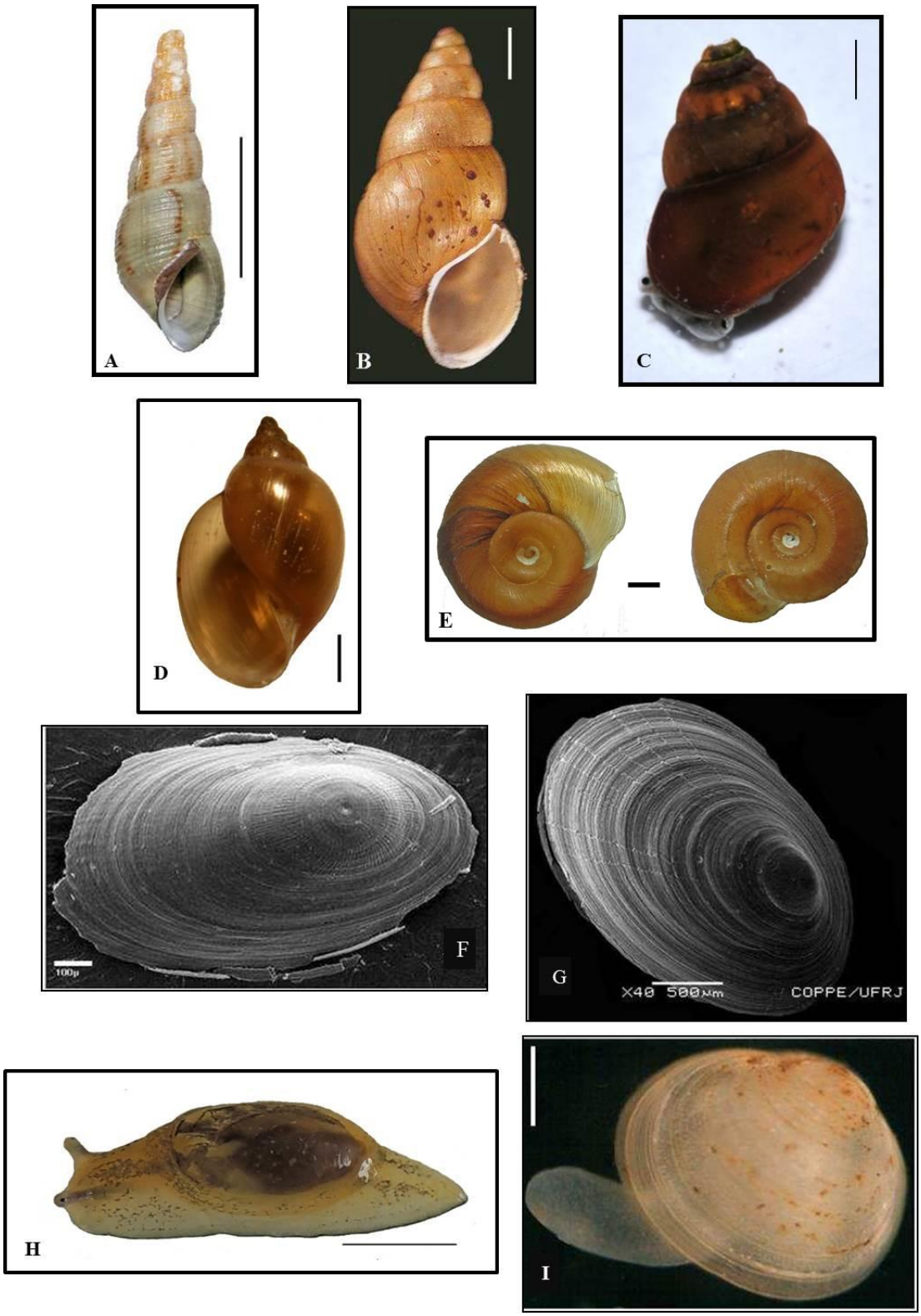
Família Sphaeriidae

***Pisidium* Pfeiffer, 1821**

Pisidium punctiferum (Guppy, 1867)

Concha fina e pequena (<3 mm comprimento), coberto por finas e estreitas estrias pouco marcadas, perióstraco opaco (Figura 11 I). Margem dorsal arredondada e margem ventral bem arredondada. Charneira com dentes cardinais; dentes laterais lisos, com cúspides distintas, de altura moderada, mas não afiados. (Herrington 1962; Burch, 1972).

Figura 11 - Diversidade de moluscos límnicos do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ



Legenda: A- *Melanoides tuberculata* (1cm). B- *Heleobia australis* (1mm). C- *Potamolithus* sp. (1 mm). D- *Physa acuta*.(1 mm) E- *Biomphalaria tenagophil*a (1 mm). F- *Ferrissia fragilis* (100 µm). G- *Gundlachia ticaga* (500 µm). H- *Omalonyx matheroni* (0,5 cm). I- *Pisidium puctiferum* (1mm).

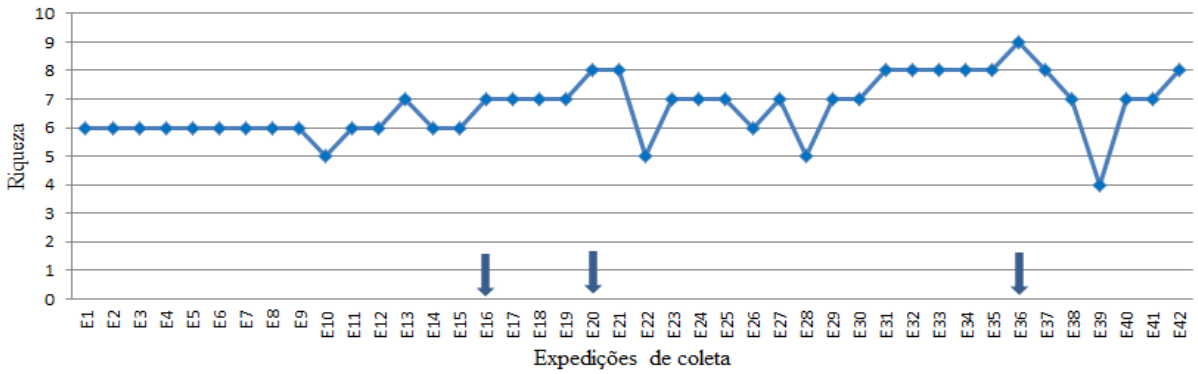
Fotos: A, B, D, H - IC Miyahira. E – ICB Gonçalves. F e G- ACN de Moraes a partir de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). I – SB Santos.

No presente estudo, percebemos que a riqueza de moluscos límnicos variou ao longo do tempo. A partir do acompanhamento de longo prazo no período de sete anos, foi possível observar a ocorrência de algumas introduções acidentais no riacho (Figura 12).

No início do trabalho foram encontradas seis espécies de moluscos límnicos, sendo elas: *M. tuberculata*, *B. tenagophila, F. fragilis, G. ticaga, P. punctiferum* e *H. australis.* Ao término, foram contabilizadas nove espécies, sendo indicadas pelas setas, na Figura 12, as coletas nas quais foram observadas as três novas introduções. A seta na E16 (fevereiro/2009) corresponde à introdução de *P. acuta* no P1 (Miyahira et al. 2009). Na E20 (novembro/2009) foi observada a introdução de *Potamolithus* sp. no P7, e na E36 (outubro/2012), a introdução de *O. matheroni* no P3 (Gonçalves et al. 2014).

A diversidade do rio estudado na Vila do Abraão aumentou de seis para nove espécies, como já reportado anteriormente. Porém, a ampliação dessa diversidade foi ocasionada por introduções acidentais, como reportado por Miyahira et al. (2009) para *P. acuta*, e Gonçalves et al. (2014) para *O. matheroni* após a introdução acidental de agrião (*Nasturtium officinale*) na mesma localidade. Provavelmente o molusco veio aderido na planta e se estabeleceu no riacho. Entre essas espécies, seis espécies são exóticas: *M. tuberculata, P. acuta, O. matheroni, B. tenagophila, Potamolithus* sp. e *F. fragilis*, restando três nativas: *G. ticaga, H. australis* e *P. punctiferum*.

Figura 12-. Variação da riqueza de moluscos límnicos no rio do Abraão durante sete anos de estudo (julho/2006 a novembro/2013).



Legenda: Riqueza encontrada em todas as expedições de coleta (E), com as setas indicando as coletas nas quais as espécies introduzidas durante o estudo foram coletadas pela primeira vez *Physa acuta* (E16), *Potamolithus* sp. (E20) e *Omalonyx matheroni* (E36). Para a correspondência das expedições de coletas com os meses do ano, ver o Quadro 2.

Fonte: Presente trabalho (2015).

Podemos observar na Figura 12 algumas quedas acentuadas na riqueza, como por exemplo, E22 (abril/2010), E28 (maio/2011) e E39 (abril/2013), todas com menos de seis espécies coletadas. Atribuímos essas quedas a alguns fatores como, por exemplo, chuvas intensas que ocorreram entre dezembro e abril de alguns anos, incluindo a tragédia na enseada do Bananal (janeiro/2010), na vertente continental da Ilha Grande, assim como a Vila do Abraão. Outro fator importante são as limpezas que ocorreram periodicamente no riacho, na estação seca, quando era mais fácil de ter acesso ao rio. *Biomphalaria tenagophila*, *P. acuta*, *Ferrissia* sp., *G. ticaga* e *O. matheroni*, dependem muito da vegetação marginal, e a remoção desta influencia diretamente estas espécies. Por exemplo, na E22, *B. tenagohila* e *G. ticaga* estiveram ausentes e as demais espécies supracitadas representadas por poucos exemplares (Apêndice 1), confirmando que a retirada da vegetação marginal influência diretamente na abundância das espécies. Na E28, (maio/2011), moradores afirmaram que na semana anterior havia tido uma chuva muito forte, tendo subido o nível do rio em mais de um metro, além de ter ocorrido no mesmo período uma nova limpeza, justificando a queda acentuada da riqueza. Na E39 (abril/2013) ocorreu a mesma situação da E22, estando o rio limpo e sem vegetação nas margens (Figura 13), afetando novamente as espécies que dependem deste microhabitat.

Figura 13 - Riacho da Vila do Abraão. Aspecto da calha sem e com vegetação

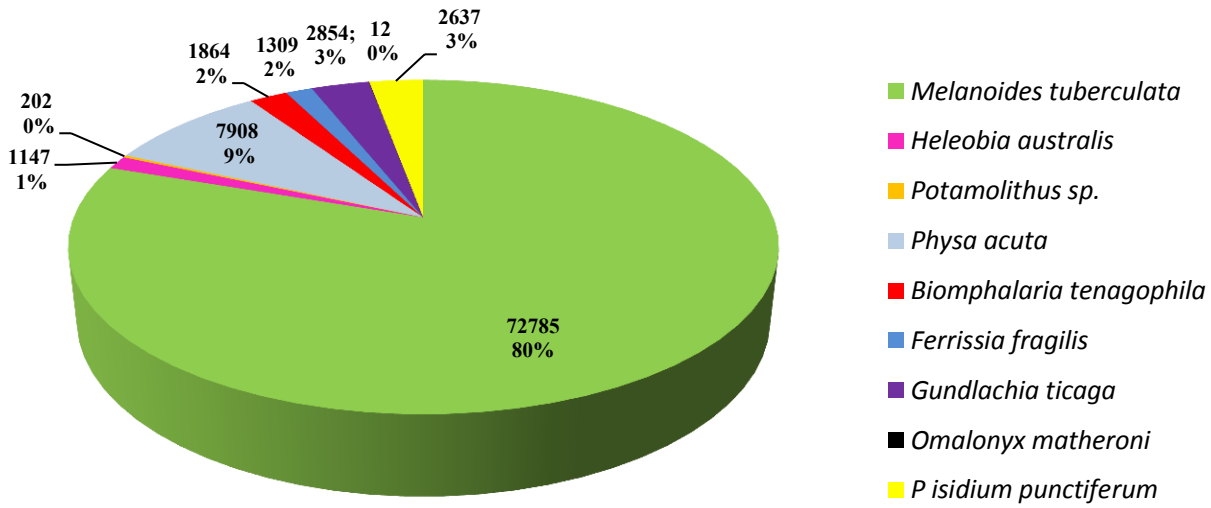
Legenda: Mesmo ponto de coleta em duas situações distinta: A- Sem vegetação aquática e marginal (E33 – abril/ 2012). B - Com vegetação aquática e marginal (E34 – junho/2012).

Fonte: Fotos de ICB Gonçalves.

2.2 **Abundância e abundância relativa**

A comunidade de moluscos límnicos da Vila do Abraão apresenta diferentes padrões de abundâncias. Foi coletado um total de 90.718 indivíduos de moluscos límnicos no trecho estudado durante os sete anos de estudo. A maior abundância, no total do estudo, correspondeu a *M. tuberculata*, com 80% ou 72785 exemplares coletados, enquanto que a segunda maior abundância foi de *P. acuta,* com aproximadamente 9% do total coletado (Figura 14). Ambas são espécies exóticas, cujas introduções ocorreram em momentos diferentes, *M. tuberculata* em 2005 (Santos et al. 2007), mas com o estudo tendo início em 2006, e *P. acuta,* em fevereiro/2009, após três anos do início do estudo, e mesmo assim, apresentou a segunda maior abundância na comunidade, deixando claro seu comportamento invasivo e alto potencial reprodutivo.

Figura 14. Abundância do total do estudo do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil.



Fonte: Presente trabalho (2015).

O valor coletado aparenta ser alto demais para um estudo zoológico, mas os estudos com invertebrados apresentam valores bem altos como veremos a seguir. Magalhães (2002) coletou em três rios, coletando apenas no início da estação seca e no início da estação chuvosa, 27905 indivíduos divididos em 57 táxons. Braun (2005) coletou em sete córregos em apenas uma coleta referente a cada córrego, 5254 moluscos sendo 12 espécies de

gastrópodes e uma de bivalve. Fernandez (2011) em seu trabalho de acompanhamento de um trecho do rio Tocantins, a fim de avaliar as fases de pré e pós enchimenro das represas da região, encontrou em média 1369 exemplares da família Thiaridae coletados por minuto.

Heleobia australis e *Potamolithus* sp. somaram juntos menos de 2% do total coletado. Os representantes da família Planorbidae (*B. tenagophila, F. fragilis* e *G. ticaga*) representaram em torno de 8% da abundância relativa no P1 a P8 no período estudado. *Omalonyx matheroni*, que foi reportado no final do estudo (E36), representou menos de 1% na abundância relativa da comunidade. O bivalve, *P. punctiferum*, representou quase 3% da abundância relativa do trecho estudado nos sete anos de estudo.

O Quadro 03 apresenta as categorias atribuídas para as espécies segundo Cavalcanti e Larrazábal (2004), podendo ser dividida em: muito abundante (>50%), abundante (50 a >30%), pouco abundante (30 a ≥10%) e esporádica (<10%). Analisando todas as espécies, *P. punctiferum* foi considerada uma espécie esporádica em todas as expedições de coleta, representando sempre menos que 10% no total coletado em cada coleta, e somente 2% na abundância relativa do total estudado (Apêndice 1). *Biomphalaria tenagophila* foi considerada esporádica em quase todas as coletas, com exceção da E17 (abril/2009), em que foi categorizada como pouco abundante, representando apenas 2% do total coletado. *Ferrissia fragilis* e *G. ticaga* apresentaram categorias semelhantes, ficando como pouco abundante na E3, E27 e E41, e na E3, E4, E16 e E27 respectivamente. Porém a abundância relativa de todo o estudo foi diferente, tendo *G. ticaga* o dobro de *F. fragilis,* mostrando assim que abundâncias semelhantes podem ter interpretações distintas. *Physa acuta* foi coletada pela primeira vez na E16 (fevereiro/2009), sendo categorizada como esporádica, e permaneceu nesta categoria até a E22 (abril/2010), variando da categoria abundante e pouco abundante no decorrer do estudo, com exceção da E39 (abril/2013), quando foi novamente esporádica. Apesar de ser exótica e ter alto poder reprodutivo, a mesma só apresentou a categoria muito abundante apenas na última coleta do estudo (novembro/2013). *Heleobia australis* assim como *Potamolithus* sp. apresentaram-se na maior parte do tempo como esporádica, e com abundância relativa registrada para todo o estudo em 1.02% e 0.22% respectivamente. *Omalonyx matheroni* foi reportado a partir da E36, e até o final do estudo foi categorizada como esporádica.

Apesar de algumas espécies apresentarem abundância absoluta alta, representadas por centenas de indivíduos, quando analisadas no contexto geral da comunidade, mostraram um índice baixo de abundância relativa, pois a quantidade de *M. tuberculata* foi sempre proporcionalmente muito maior (Figura 14). Em função disto, a maioria das espécies da

comunidade foi categorizada como esporádica. Já *M. tuberculata* foi categorizado até a expedição 26 como muito abundante e em cinco coletas (E27, E31, E32, E33 e E42) como abundante.

Outros autores também reportaram altas abundâncias para *M. tuberculata,* como Magalhães (2002) em seu estudo no Parque Estadual da Pedra Branca, que apontou *M. tuberculata* e *P. acuta* como espécies muito abundantes e resistentes, ocorrendo em rios com muita matéria orgânica provenientes de esgoto doméstico.

Fernandez (2011) em seu estudo nas fases de pré e pós enchimento da bacia rio Tocantins também encontrou na comunidade de moluscos límnicos os representantes da família Thiaridae com maiores abundâncias. Isso também foi observado no presente estudo, com integrante dessa família pertencendo à espécie *Melanoides tuberculata*. Já *Physa acuta*, que no estudo em questão apresentou a segunda maior abundância (8%), Fernandez (2011) encontrou como segunda abundância os exemplares da família Hydrobiidae, como *Heleobia australis* e *Potamolithus* sp. Isso se deve também a estrutura do rio, que na fase pré-enchimento, favoreceu a ocorrência desses animais tendo em vista o ambiente lótico.

É importante salientar que no estudo de Fernandez (2011) a família Thiaridae continuou como muito abundante tanto na fase de pré-enchimento, quanto na fase de pós-enchimento, mostrando o comportamento invasivo dos indivíduos dessa família, em especial *M. tuberculata*, que no riacho da Vila do Abraão a espécie foi categorizada em mais de 90% das coletas como muito abundante.

Braun (2005) também encontrou *M. tuberculata* como mais abundante e *P. acuta* com a segunda maior abundância, durante seu estudo em sete rios do Parque Estadual da Pedra Branca.

Quadro 3 - Espécies ocorrentes no riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, categorizadas de acordo com a abundância relativa em cada expedição de coleta, segundo Cavalcanti e Larrazábal (2004)

Expedição de coleta	*Melanoides tuberculata*	*Heleobia australis*	*Potamolithus* sp.	*Physa acuta*	*Biomphalaria tenagophila*	*Ferrissia fragilis*	*Gundlachia ticaga*	*Omalonyx matheroni*	*Pisidium punctiferum*
1	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
2	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
3	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	pouco abundante	pouco abundante	NA	esporádica
4	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	pouco abundante	NA	esporádica
5	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
6	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
7	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
8	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
9	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
10	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
11	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
12	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
13	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
14	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
15	muito abundante	esporádica	NA	NA	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
16	muito abundante	esporádica	NA	esporádica	esporádica	esporádica	pouco abundante	NA	esporádica
17	muito abundante	esporádica	NA	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	NA	esporádica
18	muito abundante	esporádica	NA	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
19	muito abundante	esporádica	NA	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
20	muito abundante	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
21	muito abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica

Expedição de coleta	*Melanoides tuberculata*	*Heleobia australis*	*Potamolithus* sp.	*Physa acuta*	*Biomphalaria tenagophila*	*Ferrissia fragilis*	*Gundlachia ticaga*	*Omalonyx matheroni*	*Pisidium punctiferum*
22	muito abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
23	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
24	muito abundante	esporádica	esporádica	abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
25	muito abundante	esporádica	esporádica	abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
26	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
27	abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	pouco abundante	pouco abundante	NA	esporádica
28	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
29	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
30	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
31	abundante	esporádica	esporádica	abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
32	abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
33	abundante	esporádica	esporádica	abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
34	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
35	muito abundante	esporádica	esporádica	abundante	esporádica	esporádica	esporádica	NA	esporádica
36	abundante	esporádica	esporádica	abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica
37	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica
38	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica
39	muito abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica
40	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica
41	muito abundante	esporádica	esporádica	pouco abundante	esporádica	pouco abundante	esporádica	esporádica	esporádica
42	abundante	esporádica	esporádica	muito abundante	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica	esporádica

Legenda: De acordo com a abundância relativa, as espécies foram classificadas em muito abundante (>50%), abundante (50 a >30%), pouco abundante (30 a ≥10%) e esporádica (<10%) NA (Não aplicável) – Quando a abundância da espécie foi igual à zero.. Fonte: Presente trabalho (2015).

Segundo o gráfico de abundância relativa das 42 coletas (Figura 14), apenas uma espécie apresenta abundância elevada, e todas as demais apresentam abundância pequena. Notamos que *M. tuberculata* e P. acuta apresentaram a maior abundância, aparecendo como espécies abundantes e as demais como raras dentro da comunidade. Apesar da introdução de *P. acuta* ter ocorrido três anos após o início do estudo, a mesma atingiu um tamanho populacional maior que as demais espécies presentes na comunidade desde o início do estudo.

Este modelo se ajusta à maioria das comunidades já estudadas pelos ecólogos Whittaker (1975), Magurran (1988), Odum (1988), Rocha et al. (2001) e Ricklefs (2002). A maior parte do espaço do ambiente é utilizada por poucas espécies que são bastante abundantes, e consequentemente, uma pequena parte do espaço é utilizada por numerosas espécies que apresentam pequenas abundâncias (Whittaker, 1975; Magurran, 1988; Odum, 1988).

A Figura 15 apresenta como as espécies se distribuem ao longo do riacho. A maioria das espécies está mais distribuída a determinados pontos. No ponto 1, há dominância de *M. tuberculata*, seguida de *P. acuta,* além de ocorrer *G. ticaga, F. fragilis* e *B. tenagophila* em menor quantidade. No Ponto 2, observa-se uma predominância de *P. punctiferum* seguida por *M. tuberculata*, com ocorrência das espécies já citadas no ponto anterior. Já no Ponto 3, *P. acuta* ficou com maior abundância, mas mesmo assim *M. tuberculata* apresentou uma abundância muito similar a ela. No Ponto 4, *P. acuta e M. tuberculata* se aproximaram nas abundâncias, mas novamente *M. tuberculata* predominou. Além disso, observou-se em pequena proporção a presença de *O. matheroni,* que ocorreu apenas nesse ponto. No Ponto 5 há uma predominância de *M. tuberculata*, mas observa-se o aparecimento de *Potamolithus* sp. Nos pontos 6, 7 e 8, *M. tuberculata* aparece predominante, mas é observado o aparecimento de *H. australis* e o desaparecimento de *P. punctiferum,* assim como ocorrências pontuais de *B. tenagophila*, *P. acuta*, *G. ticaga* e *F. fragilis*. Porém, a ocorrência destas quatro espécies nos últimos pontos, possivelmente foi em função da correnteza da água em direção à foz do rio, porque normalmente só eram coletados conchas, ou animais debilitados, sugerindo a ocorrência "acidental" dessas espécies nestes pontos.

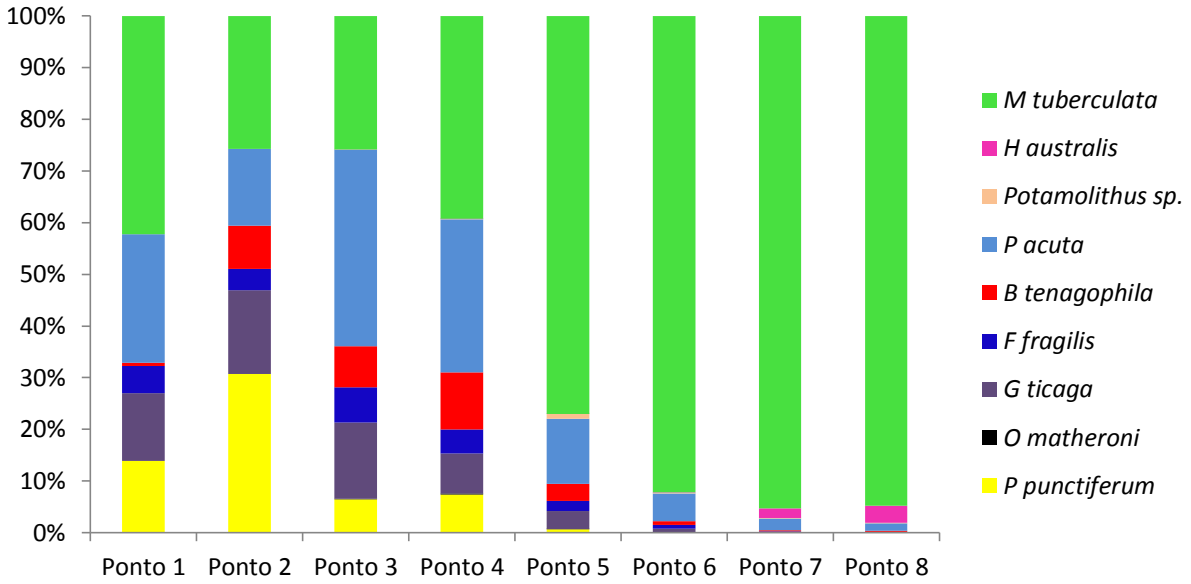
É interessante observar que a família Planorbidae (*B. tenagophila*, *F. fragilis* e *G. ticaga*) sempre apareceram em maiores quantidades nos mesmos pontos (P2 até P4), com predominância de *G. ticaga*, seguida de *B. tenagophila* e por último, *F. fragilis.*

Melanoides tuberculata e *P. acuta* são as espécies que apareceram em todos os pontos do riacho com predominância nos pontos 6,7 e 8 para a primeira espécie, e nos pontos 3 e 4 da segunda. Isso pode ser explicado pela associação de *P. acuta* com as macrófitas aquáticas

(Santos et al. 2012), visto que os pontos 6,7 e 8 são os mais pobres em relação a presença de plantas aquáticas.

Dudgeon (1984) afirmou que *M. tuberculata* é uma espécie oportunista e tolerante à poluição orgânica, excluindo até mesmo as espécies nativas da comunidade. Observamos no presente trabalho, a presença da espécie em todos os pontos, e em grandes quantidades, enquanto que as demais espécies com abundâncias reduzidas. Magalhães (2002) também concluiu que *M. tuberculata* se reproduz rapidamente e provoca diminuição da densidade e riqueza da malacofauna local.

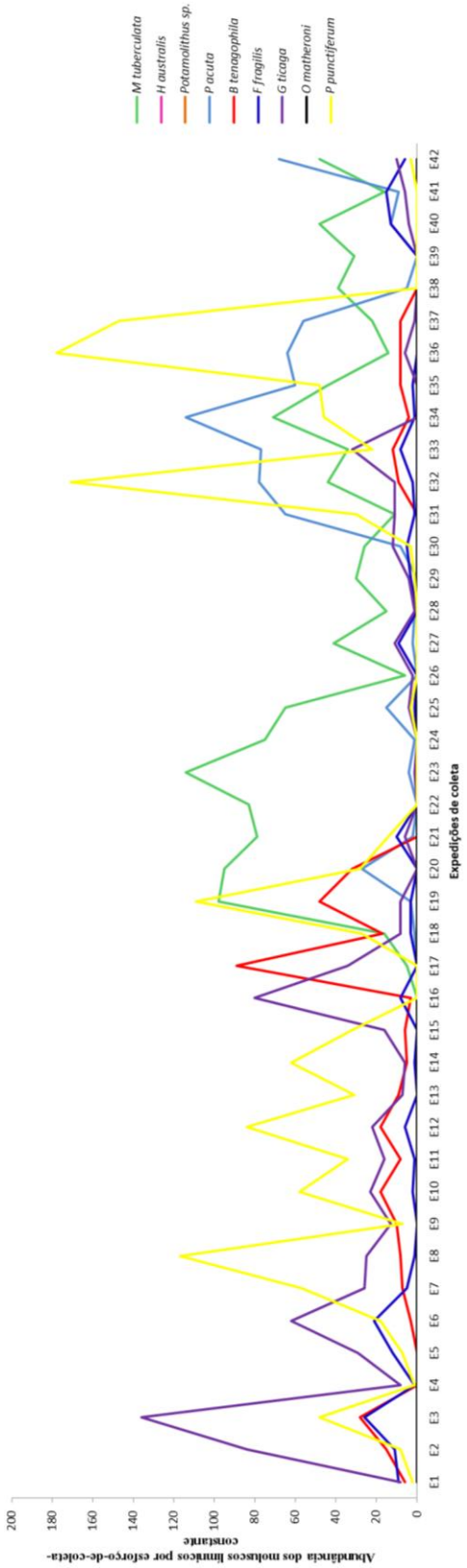
Figura 15. Abundância relativa da comunidade de moluscos límnicos nos oito pontos de coleta durante todo o estudo.



Fonte: Presente trabalho (2015).

A dominância de *P. punctiferum* no ponto de coleta 2 está associada a construção de uma ponte para passagem de moradores de um lado para o outro do riacho. A construção ocorreu entre as expedições 28 e 30 (maio/2011 a outubro/2011). Uma faixa de aproximadamente 20 metros do ponto 2 ficou sem iluminação. Os gastrópodes que ocupavam aquele ambiente ficaram prejudicados devido à diminuição das microalgas que utilizavam na alimentação, pela falta de luminosidade para realização da fotossíntese. Com isso, o bivalve *P. puntiferum,* que é um filtrador, foi favorecido pela ausência dos demais moluscos e aumentou significativamente sua abundância, como apresenta a Figura 16.

Figura 16- Abundância por esforço de coleta considerando somente do ponto 2.



Fonte: Presente trabalho (2015).

A presença *de O. matheroni* somente nos pontos três e quatro pode ser explicada com a presença de agrião no mesmo trecho do riacho, sugerindo a associação das espécies, na qual ela foi frequentemente observada. *Heleobia australis* e *M. tuberculata,* embora com abundâncias diferentes, caracterizaram a fauna nos pontos 7 e 8 (Figura 15). Estes pontos apresentam os maiores valores de condutividade devido ao impacto antrópico, e presentaram efeito de maré. Estas espécies se mostraram bem adaptadas a este tipo de ambiente, já que *H. australis* é uma espécie típica de estuário (Rios, 2009) e *M. tuberculata* resiste à influência salina (Benthem-Jutting, 1956, Santos et al. 2007, Barroso e Matthews-Cascon, 2009). *Pototamolithus* sp, presente principalmente no ponto 5, está associado com o fato deste ponto ser o mais pedregoso de todos, havendo substratos duros que ficam próximo a lâmina d'água, local de preferência destes moluscos, como observado por Fernandez (2011) e Mansur et al. (2008).

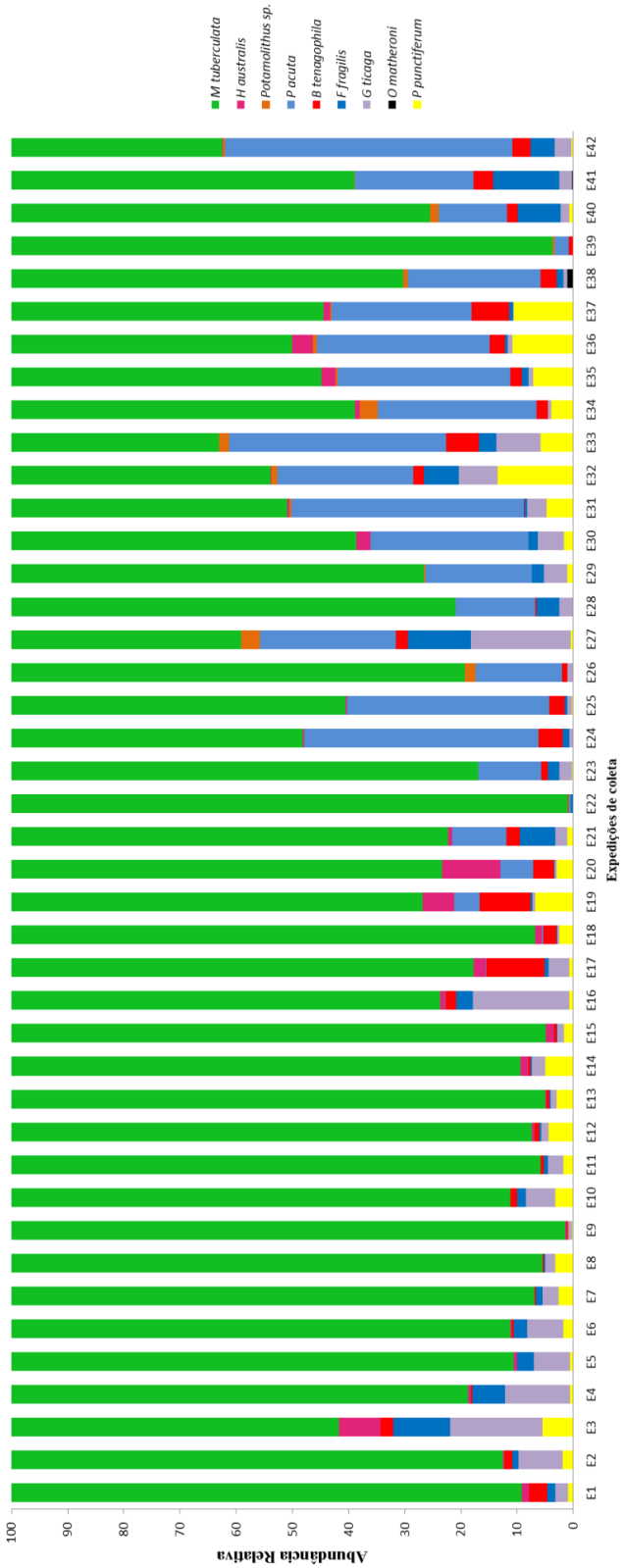
Observamos que a maior diversidade está presente nos pontos de coleta 1 a 5 (Figura 15), pontos estes que se concentram as macrófitas presentes no riacho. Isso foi observado por Pereira et al. (2011) que relataram uma maior riqueza em áreas com a maior presença de macrófitas. Na Vila do Abraão a maioria dos gastrópodes límnicos são raspadores e detritívoros, justificando assim a associação da riqueza com a presença de plantas aquáticas.

No início do estudo havia dominância de *M. tuberculata* em todos os pontos e uma baixa abundância das demais espécies presentes na comunidade. Após a chegada de *P. acuta*, na E16 (fevereiro/2009), a abundância de *M. tuberculata* continuou alta até a E26, e foi diminuindo nas coletas posteriores (Figura 17), equanto que a abundância de *P. acuta* foi aumentando significativamente, até ultrapassar a de *M. tuberculata* na E33 e na E42.

Braun (2005) estudou a malacofauna límnica de sete córregos do Parque Estadual da Pedra Branca e reportou a maior abundância da comunidade para *M. tuberculata* em trechos impactados, observando a expansão da espécie para os pontos não impactados, afirmando que a dominância da espécie pode causar um declínio nos moluscos nativos. *Physa acuta*, no trabalho de Braun (2005) identificada como *P. cubensis*, também foi encontrada em grande quantidade, com a segunda maior abundância, assim como ocorreu no presente estudo.

Diante da Figura 17, percebemos que não há equivalência entre as abundâncias das espécies. Todas, as espécies apresentam abundância variada ao longo das expedições, enquanto que *M. tuberculata* apresentou constantemente uma abundância alta frente à comunidade. Na última expedição de coleta, a diversidade já estava reduzida, sendo reportadas seis espécies, das nove conhecidas para o riacho.

Figura 17- Abundância relativa da comunidade de moluscos límnicos em um trecho do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, entre julho/2006 e novembro/2013



Fonte: Presente trabalho (2015).

2.3 Constância

A constância nos permite observar como as espécies estão distribuídas ao longo do riacho. Se for considerada acidental, significa que ocorre em poucos pontos do rio estudado. Contrariamente, se for categorizada como constante, podemos afirmar que a espécie ocorre em muitos pontos de coleta do trecho estudado. O Quadro 4 apresenta a constância de cada espécie nas 42 expedições de coleta.

Podemos observar que *M. tuberculata* se mostrou constante após a E6 (maio/2007), permanecendo assim até o final do estudo. *Heleobia australis* apareceu na maior parte do tempo como acessória, alternando com expedições de coleta na qual foi acidental e outras onde não foi encontrada. *Potamolithus* sp. foi identificado no trabalho após a E20 (novembro/2009) e na maior parte do trabalho foi considerada acidental, assim como *O. matheroni. Physa acuta* se mostrou acidental apenas nas duas primeiras coletas que foi reportada (fevereiro e abril/2009), tendo sido na maioria do estudo classificada como constante. *Pisidium punctiferum* foi em 22 coletas classificada como acessória, e em 21 como constante, principalmente no meio do estudo. *Ferrissia fragilis* foi constante em apenas 16 coletas, enquanto que *G. ticaga* foi em 24 coletas. Isso mostra que *G. ticaga* ocorre em mais pontos de coleta do que *F. fragilis*, se mostrando mais resistente as mudanças químicas e físicas entre os pontos.

Na E21 (fevereiro/2010) quase todas as espécies foram constantes, com exceção de *H. australis* e *Potamolithus* sp. Na coleta seguinte, E22 (abril/2010) devido aos motivos já mencionados (ver discussão acima no tópico sobre abundância relativa – Figura 19), a única espécie que foi constante, ou seja, que foi coletada em mais da metade dos pontos, foi *M. tuberculata*, mostrando mais uma vez sua resistência a estresses no ambiente e a sua alta capacidade reprodutiva.

A partir da constância podemos observar a dinâmica de invasão das espécies exóticas *M. tuberculata* e *P. acuta* ao longo do rio estudado, havendo uma categoria de constância menor no início da invasão, mostrando a ocorrência em alguns trechos do rio, e depois de um tempo a dominância das espécies em todo o trecho estudado. A partir da E6 (maio/2007), *M. tuberculata* ocorreu em mais de 50% dos pontos, ou seja, passou a ser constante e permaneceu assim praticamente até o final do estudo. Pode-se afirmar que a espécie levou menos de um ano para ocupar a metade do riacho. Em relação a *P. acuta*, ela foi categorizada como constante sete meses depois de sua primeira ocorrência.

Quadro 4. Constância da comunidade de moluscos límnicos do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ no período de julho/2006 a novembro/2013.

Expedição de coleta	*M. tuberculata*	*H. australis*	*Potamolithus* sp.	*P. acuta*	*B. tenagophila*	*F. fragilis*	*G. ticaga*	*O. matheroni*	*P. punctiferum*
E1 (jul/2006)	Acessória	Acessória	NA	NA	Acessória	Acessória	Acessória	NA	Acessória
E2 (set/2006)	Acessória	Acidental	NA	NA	Acidental	Acidental	Acidental	NA	Acessória
E3 (nov/2006)	Acessória	Acessória	NA	NA	Acidental	Constante	Constante	NA	Acessória
E4 (jan/2007)	Acessória	Acidental	NA	NA	Acidental	Acessória	Constante	NA	Acessória
E5 (mar/2007)	Acessória	Acessória	NA	NA	Acidental	Acessória	Constante	NA	Acessória
E6 (maio/2007)	Constante	Acessória	NA	NA	Acessória	Constante	Constante	NA	Acessória
E7 (jul/2007)	Constante	Acessória	NA	NA	Acidental	Acessória	Constante	NA	Acessória
E8 (set/2007)	Constante	Acidental	NA	NA	Acessória	Acessória	Acessória	NA	Acessória
E9 (nov/2007)	Constante	Acessória	NA	NA	Constante	Acessória	Acessória	NA	Constante
E10 (jan/2008)	Constante	NA	NA	NA	Acessória	Acessória	Constante	NA	Acessória
E11 (mar/2008)	Constante	Acidental	NA	NA	Acessória	Acessória	Constante	NA	Acessória
E12 (mai/2008)	Constante	Acessória	NA	NA	Acessória	Acessória	Acessória	NA	Acessória
E13 (jul/2008)	Constante	Acidental	NA	NA	Constante	Acessória	Acessória	NA	Constante
E14 (set/2008)	Constante	Acessória	NA	NA	Acessória	Acessória	Acessória	NA	Acessória
E15 (dez/2008)	Constante	Acessória	NA	NA	Constante	Acessória	Constante	NA	Acessória
E16 (fev/2009)	Constante	Acessória	NA	Acidental	Constante	Constante	Constante	NA	Constante
E17 (abr/2009)	Constante	Acessória	NA	Acidental	Constante	Constante	Constante	NA	Constante
E18 (jun/2009)	Constante	Acessória	NA	Acessória	Constante	Acessória	Acessória	NA	Constante
E19 (set/2009)	Constante	Acessória	NA	Constante	Constante	Constante	Acessória	NA	Constante
E20 (nov/2009)	Constante	Acessória	Acidental	Constante	Constante	Acessória	Acessória	NA	Constante
E21 (fev/2010)	Constante	Acidental	Acidental	Constante	Constante	Constante	Constante	NA	Constante
E22 (abr/2010)	Constante	Acidental	Acidental	Acessória	NA	Acessória	NA	NA	NA
E23 (jun/2010)	Constante	Acidental	NA	Constante	Acessória	Constante	Constante	NA	Acessória
E24 (agos/2010)	Constante	Acessória	NA	Constante	Constante	Acessória	Acessória	NA	Acidental
E25 (out/2010)	Constante	Acidental	NA	Constante	Constante	Constante	Constante	NA	Acessória

	M. tuberculata	*H. australis*	*Potamolithus* sp.	*P. acuta*	*B. tenagophila*	*F. fragilis*	*G. ticaga*	*O. matheroni*	*P. punctiferum*
E26 (jan/2011)	Constante	NA	Acessória	Constante	Acessória	NA	Acessória	NA	Acidental
E27 (mar/2011)	Constante	NA	Acessória	Constante	Acessória	Constante	Constante	NA	Acessória
E28 (mai/2011)	Constante	NA	NA	Constante	Acidental	Constante	Constante	NA	NA
E29 (jul/2011)	Constante	Acidental	Acidental	Constante	NA	Constante	Constante	NA	Acessória
E30 (out/2011)	Constante	Acessória	Acidental	Constante	NA	Constante	Constante	NA	Acessória
E31(dez/2011)	Constante	Acessória	Acidental	Constante	Acessória	Acessória	Constante	NA	Acessória
E32 (fev/2012)	Constante	Acidental	Acidental	Constante	Acessória	Constante	Constante	NA	Acessória
E33 (abr/2012)	Constante	Acidental	Acessória	Constante	Constante	Acessória	Constante	NA	Constante
E34 (jun/2012)	Constante	Acidental	Acessória	Constante	Constante	Acidental	Acessória	NA	Acessória
E35 (ago/2012)	Constante	Acessória	Acessória	Constante	Constante	Constante	Constante	NA	Constante
E36 (out/2012)	Constante	Acessória	Acessória	Constante	Constante	Acessória	Constante	Acidental	Constante
E37 (dez/2012)	Constante	Acessória	Acidental	Constante	Constante	Acessória	Acessória	NA	Constante
E38 (fev/2013)	Constante	NA	Acidental	Constante	Acessória	Acessória	Acessória	Acessória	NA
E39 (abr/2013)	Constante	NA	Acidental	Acessória	Acessória	NA	NA	NA	NA
E40 (jun/2013)	Constante	NA	Acessória	Constante	Acessória	Constante	Acessória	NA	Acidental
E41 (ago/2013)	Constante	NA	Acidental	Constante	Constante	Acessória	Constante	Acidental	NA
E42 (nov/2013)	Constante	Acidental	Acessória	Constante	Acessória	Constante	Constante	NA	Acessória
NA	0	8	23	15	3	2	2	39	5
Acidental	0	14	11	2	6	2	1	2	3
Acessória	5	20	8	3	16	22	15	1	22
Constante	37	0	0	22	17	16	24	0	12

Legenda: Com base nos oito pontos de coleta do estudo, as espécies foram categorizadas em: constante (presente em mais de 50% das amostragens), acessória (≤50% a ≥ 25%), acidental (25%) ou NA (Não Aplicável) quando a espécie não era encontrada.

Fonte: Presente estudo.

Observando a Figura 15 e o Quadro 4, percebemos que *M tuberculata*, sempre se manteve como constante, ou seja, ocorrendo em mais de 50% dos pontos de coleta. Já *H. australis* e *Potamolithus* sp. foram categorizadas como acessória e acidental, entre (≤50% a ≥ 25%) e menos que 25%, respectivamente. Este resultado pode ser explicado pelo fato das espécies estarem sempre restritas aos P5, P6 e P7 para *H. australis* e o P5 para *Potamolithus* sp. Essa restrição por pontos influencia diretamente na categoria da constância, e indica alguma preferência de hábitat. A mesma situação se repetiu com *O. matheroni* apresentando ocorrência restrita nos P3 e P4, sendo portanto considerados como acidentais. Nestes pontos observamos a espécie associada com agrião dentro do riacho. Em relação a família Planorbidae, *G ticaga* se mostrou mais constante durante o estudo, seguida de *B. tenagophila. Ferrissia fragilis*, uma espécie exótica, se mostrou mais acessória, sendo mais encontrada nos pontos mais a montante. *Physa acuta* foi categorizada mais como constante, enquanto que *P. punctiferum* se apresentou na maior parte do estudo como acessória.

Em relação à constância, Fernandez (2011) observou como constante a família Hydrobiidae, principalmente na fase de pré enchimento. Porém, após a formação dos reservatórios, a família Thiaridae se mostrou mais constante, com exemplares pertencendo a *M. tuberculata*, ressaltando mais uma vez o poder invasivo da espécie.

É importante destacar que a constância destaca quando uma espécie ocorre em poucos pontos do rio ou do trecho estudado. Quando foi apresentado o gráfico da abundância por ponto (Figura 15), foram reveladas quais são as espécies e em qual ponto elas estão mais associadas.

2.4 **Índices de Diversidade**

Foram calculados para cada expedição de coleta os índices de diversidade de Simpson e Shannon, assim como a equitabilidade e a uniformidade (Tabela 1).

Podemos acompanhar na Tabela 1 e na Figura 18, a variação dos índices ao longo dos sete anos de estudo. Sabemos que o índice de Shannon é mais sensível para espécies raras, e devido a isso o valor foi baixo, indicando uma baixa diversidade, assim como uma baixa uniformidade, ou seja, as abundâncias das espécies na comunidade não são equivalentes. A partir desse resultado, podemos interpretar que há uma espécie muito mais abundante do que as outras, confirmando o que foi observado neste trabalho.

Tabela 1 - Índices de diversidade do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ

	Simpson (D')	Equitabilidade (Ed)	Shannon (H')	Uniformidade (J)
E1 (jul/2006)	0,17	0,00	0,44	0,07
E2 (set/2006)	0,23	0,00	0,51	0,07
E3 (nov/2006)	0,61	0,00	1,28	0,18
E4 (jan/2007)	0,32	0,00	0,65	0,10
E5 (mar/2007)	0,19	0,00	0,44	0,06
E6 (mai/2007)	0,21	0,00	0,48	0,06
E7 (jul/2007)	0,13	0,00	0,33	0,04
E8 (set/2007)	0,11	0,00	0,27	0,03
E9 (nov/2007)	0,03	0,00	0,09	0,01
E10 (jan/2008)	0,21	0,00	0,48	0,06
E11 (mar/2008)	0,11	0,00	0,30	0,04
E12 (mai/2008)	0,14	0,00	0,35	0,04
E13 (jul/2008)	0,10	0,00	0,26	0,03
E14 (set/2008)	0,17	0,00	0,42	0,05
E15 (dez/2008)	0,09	0,00	0,26	0,03
E16 (fev/2009)	0,39	0,00	0,77	0,09
E17 (abr/2009)	0,31	0,00	0,67	0,08
E18 (jun/2009)	0,13	0,00	0,34	0,04
E19 (set/2009)	0,45	0,00	0,97	0,12
E20 (nov/2009)	0,40	0,00	0,86	0,11
E21 (fev/2010)	0,38	0,00	0,85	0,11
E22 (abr/2010)	0,02	0,00	0,06	0,01
E23 (jun/2010)	0,30	0,00	0,64	0,09
E24 (ago/2010)	0,56	0,00	0,95	0,14
E25 (out/2010)	0,52	0,00	0,87	0,12
E26 (jan/2011)	0,32	0,00	0,63	0,10
E27 (mar/2011)	0,73	0,00	1,48	0,25
E28 (mai/2011)	0,35	0,00	0,70	0,11
E29 (jul/2011)	0,42	0,00	0,82	0,12
E30 (out/2011)	0,54	0,00	1,03	0,14
E31(dez/2011)	0,59	0,00	1,05	0,15
E32 (fev/2012)	0,70	0,00	1,46	0,20
E33 (abr/2012)	0,70	0,00	1,45	0,19
E34 (jun/2012)	0,54	0,00	1,05	0,14
E35 (ago/2012)	0,59	0,00	1,16	0,15
E36 (out/2012)	0,64	0,00	1,28	0,16
E37 (dez/2012)	0,61	0,00	1,21	0,15
E38 (fev/2013)	0,46	0,00	0,87	0,13
E39 (abr/2013)	0,07	0,00	0,19	0,03
E40 (jun/2013)	0,42	0,00	0,91	0,14
E41 (ago/2013)	0,57	0,00	1,11	0,17
E42 (nov/2013)	0,59	0,00	1,11	0,16

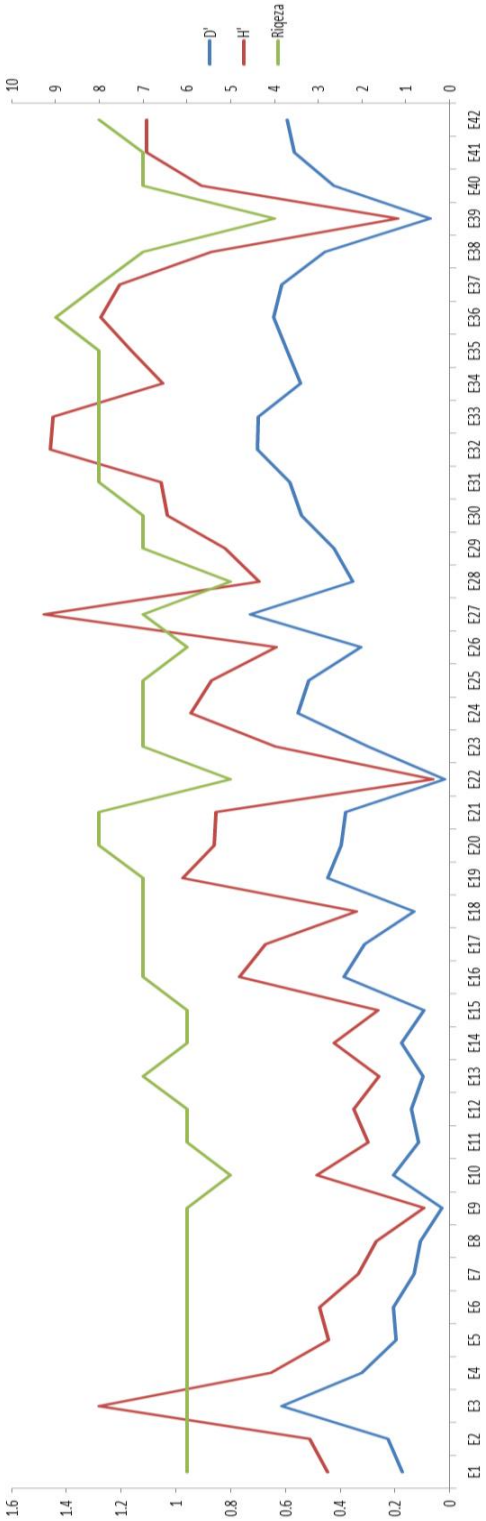
Legenda: Índices de diversidade: D- Índice de Simpson; Ed- Equitabilidade; H' – Índice de Shannon; J - Uniformidade.

Fonte: Presente trabalho (2015).

O índice de Simpson atribui um peso maior as espécies abundantes, ou seja, se na comunidade há muitas espécies com altas abundâncias significa que a diversidade será alta. O índice calcula a probabilidade de 2 indivíduos sorteados de uma comunidade pertencerem à mesma espécie. Logo, quanto menor o valor do índice, maior a diversidade, da comunidade. Os valores baixos de Simpson indicam o oposto do índice de Shannon, ou seja, uma maior diversidade. Porém, a equitabilidade (Ed), que está associada ao índice de Simpson se mostrou muito baixa assim como uniformidade (Es) associada ao de Shannon, apresentando uma heterogeneidade na distribuição das espécies na comunidade.

Podemos observar na Figura 18 que os índices se comportam de maneira semelhante, porém, o índice de Simpson com valores menores que os de Shannon. Apesar do comportamento entre os dois índices serem semelhantes, o índice de Simpson, se mostrou mais semelhante com a riqueza, embora o mesmo não apresente um peso à riqueza, e sim à abundância (Figura 19). Porém, observando as flutuações da riqueza, a distribuição de Simpson não se mostrou tão acentuada como no índice de Shannon. Os valores de equitabilidade (Ed) e uniformidade (J) apresentados na Tabela 1 se mostraram semelhantes durante o estudo, pois ambos estão muito baixos, principalmente os valores de equitabilidade, indicando uma distribuição desigual na abundância de cada espécie da comunidade. Os valores de uniformidade e equitabilidade altos indicariam uma equivalência entre a distribuição das espécies, situação que não ocorreu no presente estudo.

Figura 18- Comparação entre os índices de diversidade de Simpson (D) Shannon (H') e riqueza de moluscos límnicos da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ.

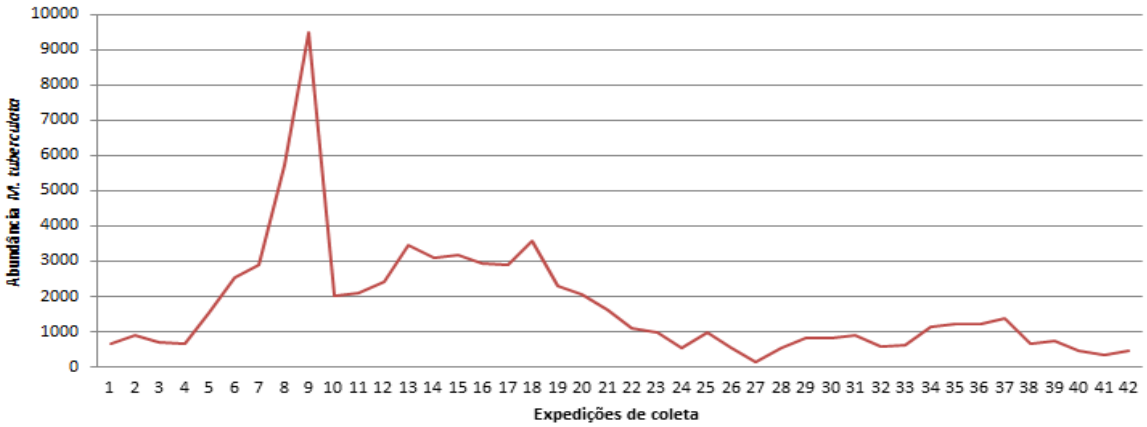


Fonte: Presente trabalho (2015).

Na Figura 18 observamos algumas quedas nos valores dos índices nas E4, E9, E18, E22, E28 e E39. Essas quedas coincidem o aumento significativo da abundância de *M. tuberculata* como observado na Figura 19, já que os índices utilizam os dados de abundância para o cálculo do mesmo. Na E18 ocorreu a mesma situação em relação a queda da diversidade e o aumento de *M. tuberculata*. Na E22 (abril/2010), atribuímos a queda de todos os indivíduos devido a limpeza que foi realizada pelos moradores na mesma época da coleta, reduzindo assim a riqueza e abundância de algumas espécies. Da mesma forma, o contrário também foi observado, por exemplo, na E27 a diversidade aumentou de acordo com os índices de Shannon e Simpson, devido a diminuição da população de *M. tuberculata*.

Os índices de diversidade apesar de serem sensíveis para determinados tipo de espécies (raras ou abundantes), ambos apresentaram uma curva semelhante, em relação às modificações na riqueza e abundância das espécies presentes na comunidade da Vila do Abraão. Analisando com a riqueza, o índice que melhor descreveu a diversidade da comunidade parece ser o de Simpson.

Figura 19 – Valores de abundância absoluta de *M. tuberculata* na Vila do Abraão, Angra dos Reis, RJ

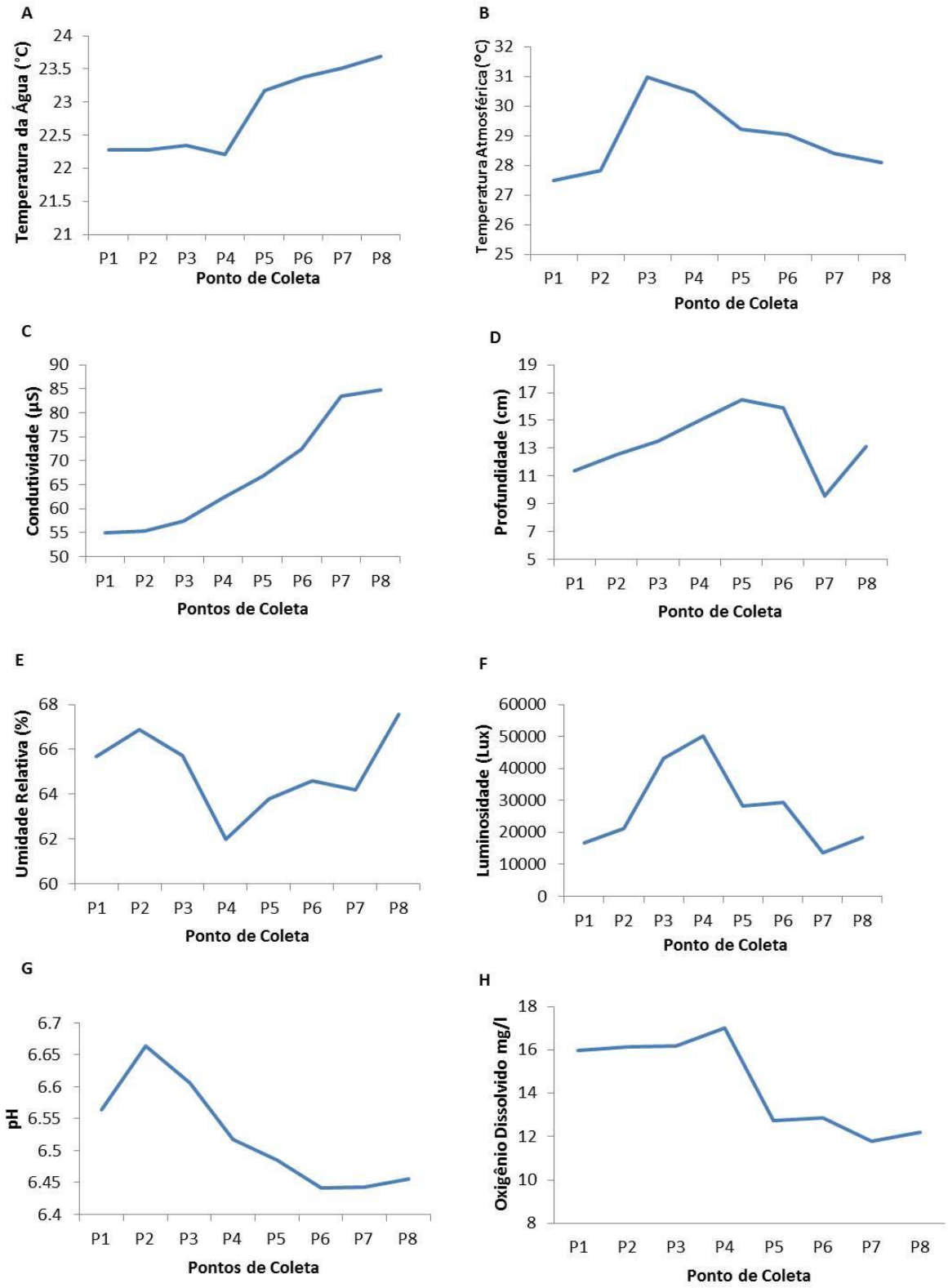


Fonte: Presente trabalho (2015)

2.5 **Fatores abióticos**

Na Figura 20, são apresentados os valores dos fatores abióticos de cada ponto de coleta durante o estudo.

Figura 20- Valores dos fatores abióticos por ponto de coleta no riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, em todas as expedições de coleta



Legenda: A- Temperatura da água; B- Temperatura atmosférica; C- Condutividade; D- Profundidade; E- Umidade relativa; F- Luminosidade; G- pH. H- oxigênio dissolvido.
Fonte: Presente trabalho (2015).

Em relação à temperatura da água (Figura 20A), percebe-se um aumento no gradiente do rio, com temperaturas mais altas nos pontos mais a jusante, P7 e P8. Isto pode ser explicado pelo represamento da água devido à proximidade com o mar. A Figura 23B apresenta os valores de temperatura atmosférica, e observamos que as maiores temperaturas foram no P3. Isto pode ser explicado pelo fato deste ponto ser um dos mais abertos, ou seja, com pouca vegetação marginal, juntamente com o P4, que apresenta as mesmas características.

Já a condutividade (Figura 20C), apresentou os maiores valores nos pontos mais a jusante, P7 e P8. Esses valores são esperados, visto que todos os resíduos descartados no riacho vão sendo carreados para esses pontos, e o acúmulo deste material provoca o aumento da condutividade.

Magalhães (2002) também observou valores mais altos de condutividade e temperatura da água nos trechos do rio mais impactados, como observado no presente estudo.

Na Figura 20D observamos a profundidade de cada ponto, na qual o P7 apresenta menor profundidade em relação aos demais. As Figuras 20E e 20F apresentam os valores de umidade relativa e luminosidade respectivamente, apontando para o P4 os maiores valores de luminosidade e consequentemente com menores valores de umidade relativa do ar. Os valores de pH apresentados na Figura 23G, praticamente não variaram entre os pontos, apresentando uma tendência entre 6,3 e 6,7.

Na Figura 20H são apresentados os valores de oxigênio dissolvido. Observamos que nos pontos mais a montante, ou seja, (P1 a P4) os valores foram maiores que nos pontos a jusante. Magalhães (2002) também observou os valores maiores de oxigênio dissolvido nos pontos menos impactados. Podemos fazer uma associação deste fator abiótico com a maior diversidade nos pontos a montante.

Hawer e Hill (2005) afirmaram que as concentrações de oxigênio dissolvido não são uniformes dentro de riachos, e quase todos os organismos são sensíveis às diferenças de concentração. Com a poluição orgânica, como o descarte de esgoto doméstico, essa concentração é reduzida significativamente, pois esses resíduos aceleram processos microbianos que consomem o oxigênio disponível na água, eutrofizando o ambiente e afetando diretamente as espécies aeróbicas.

Braun (2005) observou que as espécies mais resistentes à poluição são *M. tuberculata* e *P. acuta*, encontradas em todos os pontos do estudo.

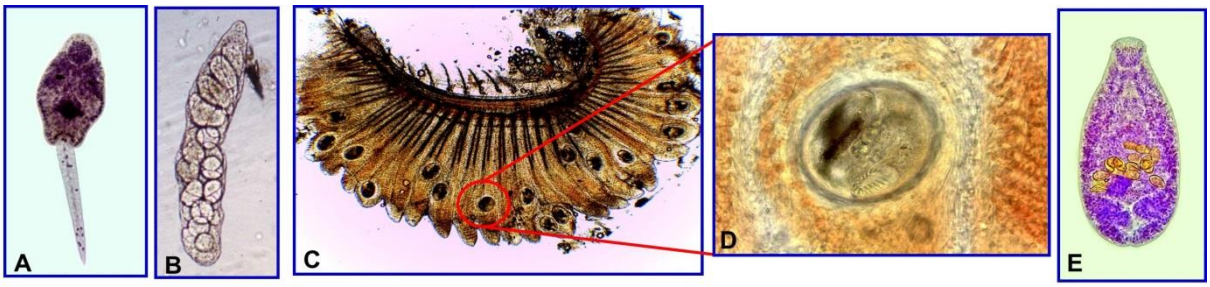
2.6 Parasitismo, prevalência parasitária e influência destes fatores na comunidade

Todas as espécies, com exceção dos bivalves, foram submetidas ao teste de exposição à luz, mas somente *M. tuberculata* se mostrou parasitado. Desta forma, os resultados a seguir são relativos somente a *M. tuberculata*.

O parasitismo da espécie foi identificado na E8 (setembro/2007), sendo encontradas cercárias preliminarmente caracterizadas como pertencentes ao tipo pleurolofocerca, como apresentado em Ximenes (2010), a partir de material fixado. Com esse resultado, foi verificada a importância de voltar a expor os animais à luz, visto que Miyahira (2010) não havia encontrado animais parasitados no período de 2006 a 2008 pela técnica de exposição a luz. Com isso, foi realizada a exposição a partir de outubro de 2011, encontrando-se os exemplares de *M. tuberculata* bastante parasitados.

O parasita foi identificado como *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) a partir da infecção experimental de outros estágios evolutivos como metacercárias nas brânquias de peixes *Poecilia reticulata* Peters, 1859, e adultos obtidos do intestino delgado de camundongos. A confirmação a partir da análise das características morfológicas, em especial a presença de dupla coroa com 16 espinhos aciculares cada, e vesícula excretora em formato de X, confirmaram a identificação do parasita (Ximenes et al. em preparo). A Figura 21 apresenta os estágios de desenvolvimento de *C. formosanus*.

Figura 21- Estágios de desenvolvimento de *Centrocestus formosanus*



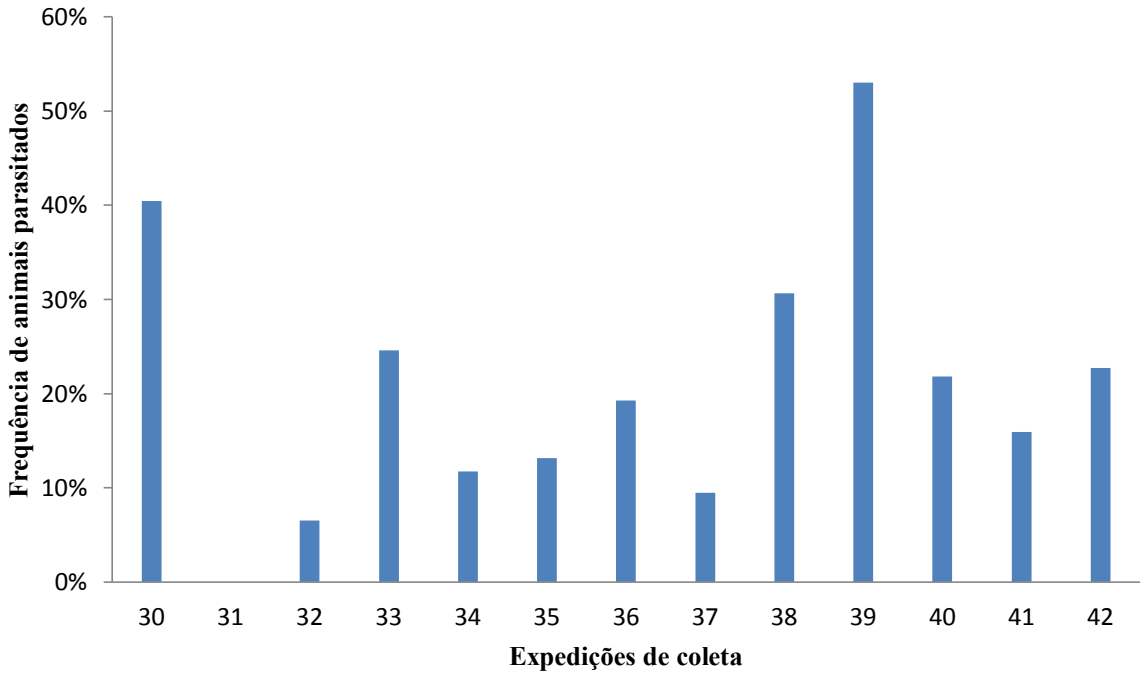
Legenda: Estágios de desenvolvimento de *Centrocestus fosrmosanus:*
A- Cercária. B- Rédia C- Brânquia de *P. reticulata* com grande quantidade de metacercárias destacadas. D - Observação da vesícula excretora nas metacercárias em forma de "X", e a ventosa oral com dupla coroa de 16 espinhos cada. E- Verme adulto de *Centrocestus. formosanus.*
Fonte: Fotos de H.A.Pinto.

O teste parasitário revelou a presença de *C. formosanus* após um ano de introdução de *M. tuberculata*. Outros autores também relataram a presença do parasita nesta espécie, sendo

o primeiro registro para o Brasil realizado por Pinto e Melo (2010a), na lagoa da Pampulha, MG. Santos et al (2013), na lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, também reportaram o parasita em *M. tuberculata*. Fernandez (2011) também reportou a presença de cercárias do tipo Pleurolofocerca em *M. tuberculata*, além de outras espécies de moluscos com a mesma interação, como *Potamolithus* sp. e *Drepanotrema lucidum* (Pfeiffer, 1839).

A prevalência parasitária foi calculada com base nas E30 a E42, (outubro/2011 a novembro/2013), totalizando dois anos de acompanhamento. A Figura 22 apresenta a prevalência de *C. formosanus* na população de *M. tuberculata*.

Figura 22 - Prevalência parasitária de *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) em *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) oriundos do riacho na Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ



Fonte: Presente trabalho (2015).

A prevalência do parasitismo em *M. tuberculata*, apresentou a maior taxa de infecção na E39 (abril/2013). Na E31 (dezembro/2011) observa-se que a prevalência do parasito foi zero, contudo certamente se trata de um artefato, pois nesta expedição tivemos poucos exemplares vivos disponíveis para a realização dos testes parasitológicos, impossibilitando a quantificação da real carga parasitária de *M. tuberculata* nessa coleta.

Algumas expedições de coleta se mostraram com altos valores de prevalência parasitária, como a E30 (outubro/2011), com mais de 40% dos animais coletados parasitados,

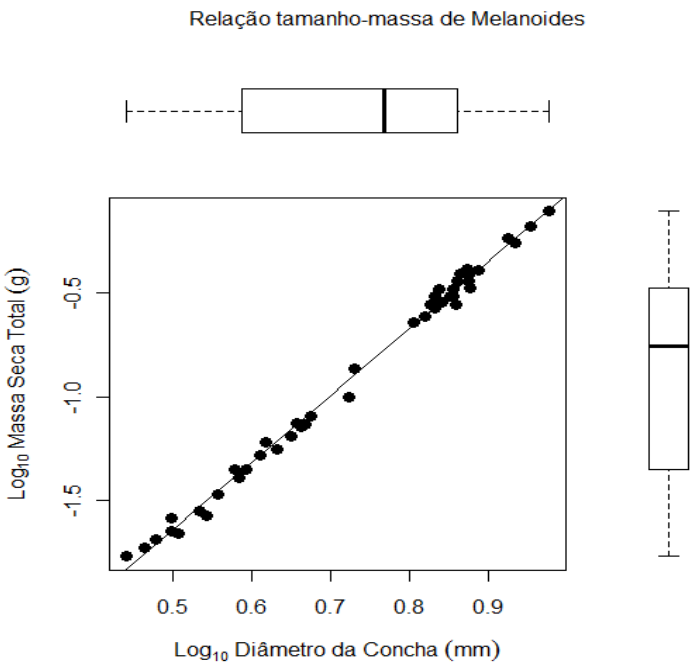
e E39 (abril/2013), com mais de 50% dos exemplares coletados parasitados. O estudo não acompanhou a prevalência dos anos anteriores, mas observamos que este fato foi crucial para a queda da população, sendo observada a maior taxa de prevalência na E39, tendo sido coletados na E40, apenas 483 exemplares de *M. tuberculata*. Isso nos mostra a importância do monitoramento da comunidade, tornando possível a investigação e acompanhamento da interação parasita-hospedeiro. Ressaltamos que Gonçalves et al (2012) já reportou a presença *de M. tuberculata* também na Praia Vermelha, vertente continental da Ilha Grande (Figura 1), necessitando de testes parasitológicos a fim de investigar o parasitismo na região. Além disso, a queda populacional de *M. tuberculata,* aparentemente favoreceu o aumento da abundância de *P. acuta*, espécie exótica que foi observada a partir da E16 (fevereiro/2009) e ainda assim ficou no final do estudo com a segunda maior abundância.

A interação do parasitismo com a espécie também foi relatada por Ximenes (2014) que verificou que os animais parasitados são muito prejudicados quanto à reprodução, tendo observado até mesmo indivíduos sem gônadas quando muito parasitados, justificando assim a queda populacional. Contudo, mesmo estando parasitada, a espécie apresentou as maiores abundâncias ao longo de todo o estudo e permaneceu presente até o final do mesmo. Desta forma, apesar dos parasitos estarem exercendo algum controle sobre a população de *M. tuberculata*, estes não estão impedindo da espécie se expandir e continuar a reproduzir, mesmo reduzidamente.

2.7. **Biomassa de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)**

A relação comprimento – massa seca foi positiva com o valor de r= 0.99 (Figura 23). Isso nos mostra que conforme o animal vai crescendo (diâmetro), maior vai sendo a sua biomassa. O valor de r foi bem alto, explicando 99% da variação dos dados. É importante lembrar que foi utilizado o diâmetro da concha do animal pela corrosão do ápice de sua concha, conforme já descrito no trabalho.

Figura 23. Relação comprimento-massa seca de *Melanoides tuberculata* de um riacho da Vila do Abraão, Angra dos Reis, RJ



Fonte: Presente trabalho (2015).

A biomassa de *M. tuberculata* para todo o estudo (E1 a E42) foi estimada em 8155 g m^2, e os valores de biomassa obtidos em cada coleta podem ser visualizados na Figura 24.

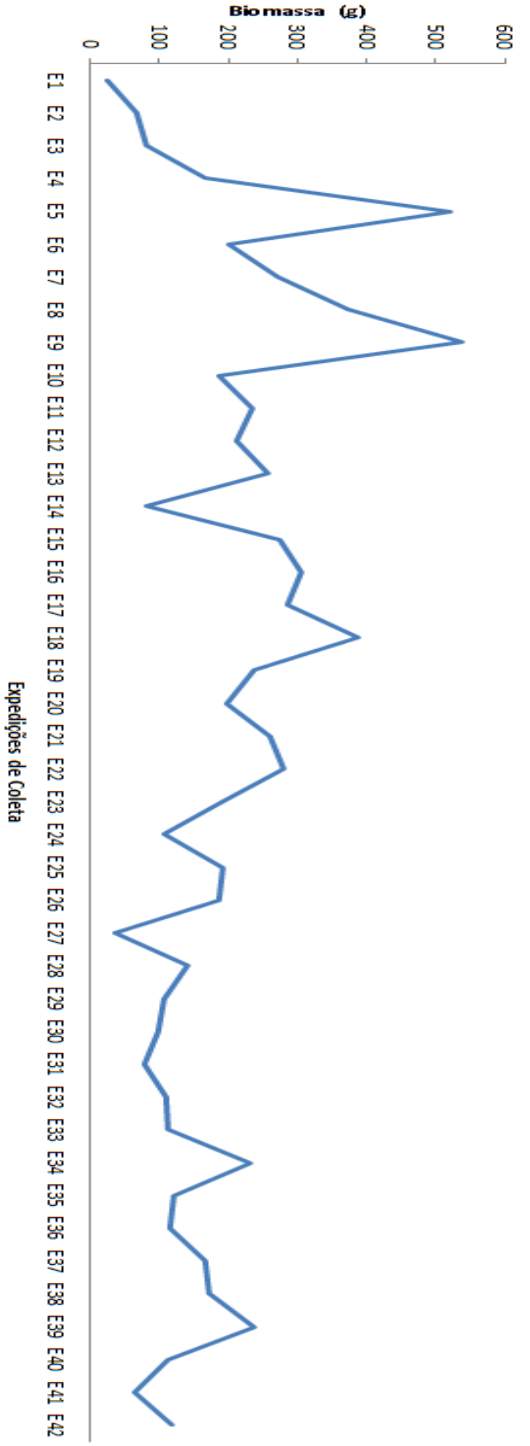
Podemos observar na Figura 28 que ocorreram dois picos de biomassa de *M. tuberculata*, em expedições de coletas próximas, E5 e E9 (março/2007 e novembro/2007, respectivamente), cujos picos de biomassa ultrapassaram 3000 g para cada coleta. Após essa data, a biomassa apresentou valores mais baixos, sendo registrada com menor valor de 206,06g na E27 (março/2011).

A biomassa de *M. tuberculata* apresentou seu maior valor E9 (novembro/2007), sendo encontrados 3089g. Porém, o parasitismo na espécie, como já foi citado no item anterior, foi reportado por Ximenes (2014) a partir da E7. Esta relação fica evidenciada quando os valores de biomassa das coletas seguintes não atingiram valores tão altos como na expedição nove. A maior prevalência parasitária ocorreu na E39, quando mais de 50% dos indivíduos coletados, estavam parasitados. Já a biomassa, apresentou um aumento na E39 com valor igual a 1363.3g, mas depois a biomassa diminuiu consideravelmente, chegando a 377.44g na E41.

Se compararmos a Figura 24 com a Figura 19, percebemos que os valores da abundância de *M. tuberculata* nem sempre coincide com os valores de biomassa da mesma coleta. Isso pode ser explicado pela classe de tamanho dos indivíduos que estão em maior proporção naquela expedição. Podemos observar estes valores detalhadamente na Figura 30 com o histograma de tamanho-frequência de cada expedição de coleta.

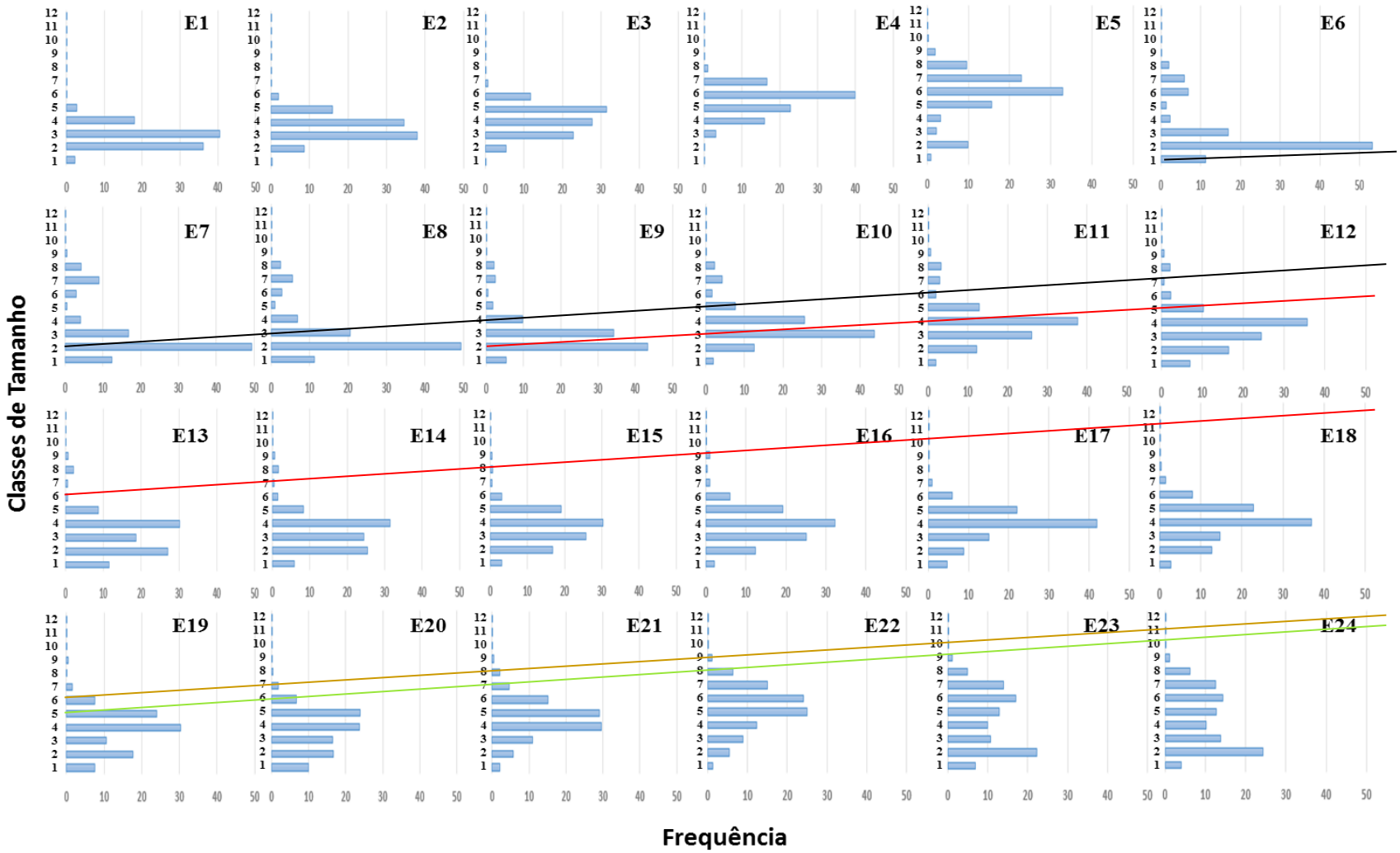
Quando analisamos os três gráficos juntos (Fig.18, 24 e 25), percebemos que os altos valores de biomassa estão associados a dois fatores: o primeiro é a relação de biomassa *x* abundância, quando a abundância da população de *M. tuberculata* foi relativamente alta, a biomassa também foi, como pode ser visto na E9 e E18. Ou na relação de biomassa *x* comprimento, quando os valores de biomassa são altos, e a abundância é baixa, mas pode ser explicada pela maior abundância de indivíduos mais velhos (maiores) na população. Um exemplo ocorreu na E5, quando a biomassa estava bem alta, mas a abundância foi baixa. Quando olhamos para E5 no histograma de frequência, podemos perceber que a maior parte dos indivíduos coletados nessa coleta foram da classe 6 (6.1-7 mm), ou seja, indivíduos maiores. E como apresentamos uma relação positiva na Figura 27, indivíduos de tamanhos maiores apresentam altos valores de biomassa. Outro exemplo foi na E13, que mesmo a abundância tendo sido semelhante da E18, a mesma apresentou valores de biomassa menor que na E18. Isso pode novamente ser explicado se olharmos o histograma de frequência, visto que na E18 tínhamos coletado mais indivíduos da classe 4 e 5. Já na E13, coletamos mais da classe 2 e 4, diminuindo assim sua abundância e consequentemente sua biomassa.

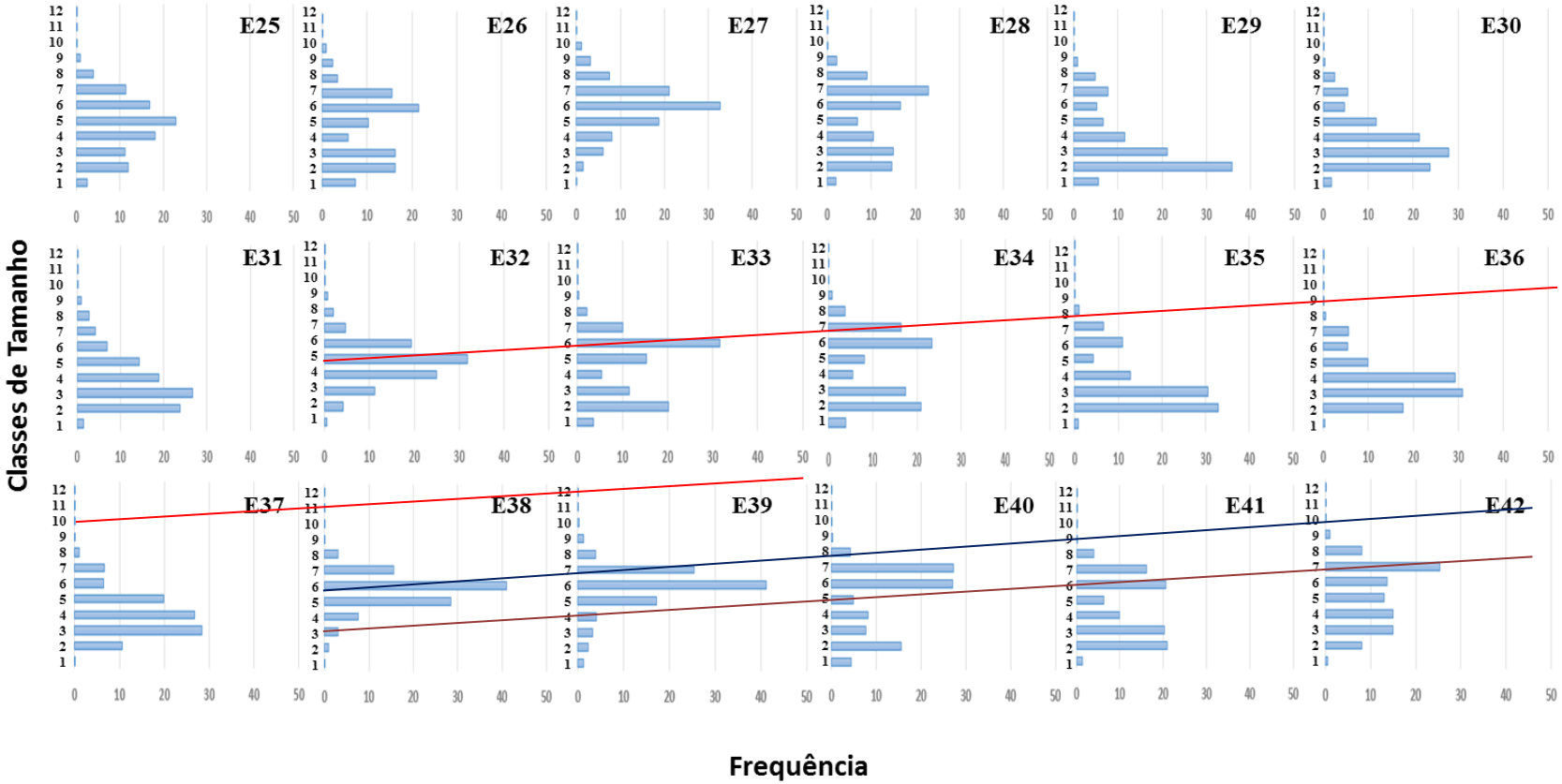
Figura 24 - Biomassa de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro por expedição de coleta



Fonte: Presente trabalho (2015).

Figura 25 - Histograma de frequência de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) de um trecho de um riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ nas 42 expedições de coleta, e vias de ligação vias de ligação entre os histogramas mensais em cada coleta indicando crescimento por representante das coortes





Legenda: Classes de tamanho baseadas no diâmetro da concha de *M. tuberculata* em milímetros. CL1: 0.6-1.7; CL2: 1.7 -2.8; CL3: 2.8-3.9; CL4: 3.9-5.0; CL5: 5.0-6.1; CL6: 6.1-7.2; CL:7 7.2-8.3; CL8: 8.3-9.4; CL9: 9.4-10.5; CL10: 10.5- 1.6; CL11: 11.6-12.7; CL12:12.7-13.8.

Fonte: Presente estudo (2015).

A partir da Figura 25, observamos a curva de crescimento pelo acompanhamento de uma coorte na população. Há coortes que duram 10 meses, como é o caso da E6 a E12, como apontada na linha preta (Figura 25). Outras de duração de 19 meses, como é o caso E9 a E18. No Quadro 05, é apresentado um quadro com algumas coortes acompanhadas e destacadas na Figura 25.

Quadro 05 - Duração de coorte acompanhada pelo histograma de frequência.

Expedições de coleta	Duração da Coorte
E6 a E12	maio/2007 e maio/2008 (12 meses)
E9 a E18	novembro/2007 a junho/2009 (19 meses)
E19 a E24	setembro/2009 a agosto/2010 (11 meses)
E32 a E39	fevereiro/2012 a abril/2013 (14 meses)
E38 a E42	fevereiro/2013 a novembro/2013 (9 meses)

Fonte: Presente trabalho.

Também observamos um período de recrutamento preferencialmente no período de Junho a Outubro, sendo possível acompanhar pelo menos três vezes, os meses citados com muitos indivíduos da classe dois e três (Figura 25).

A Figura 25 também é importante para analisarmos o crescimento de *M. tuberculata*, pois, por exemplo, a coorte que foi acompanhada da E38 a E42 foi iniciada com indivíduos da classe seis. Logo, se da classe seis a doze durou nove meses, podemos estimar uma expectativa de vida 18 meses.

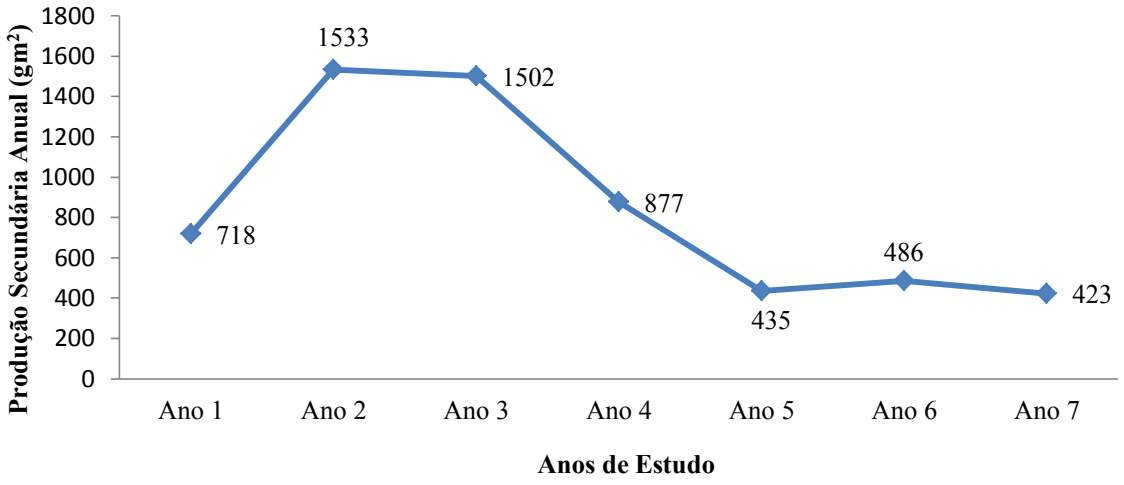
Dudgeon (1986) estimou a expectativa de vida de *M. tuberculata* entre 18 e 24 meses, através de histograma de frequência. Mas é importante destacar que os indivíduos da Vila do Abraão se encontravam parasitados, e este período poderia estar subestimado.

2.8 **Produção secundária de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774)**

A produção secundária de *M. tuberculata* foi calculada por ano, de acordo com as datas apresentadas na metodologia. A Figura 26 apresenta a produção secundária em cada um dos sete anos de estudo. Observamos dois valores muito altos que ocorreram nos anos dois e três, equivalentes a E7 a E18, havendo uma queda gradativa nos anos seguintes, e a partir do

quinto ano (E25 a E30), uma estabilização nos valores de produção. O menor valor foi observado no Ano 7 (E37 a E42), quando foi registrado 423g m^2 ano^1.

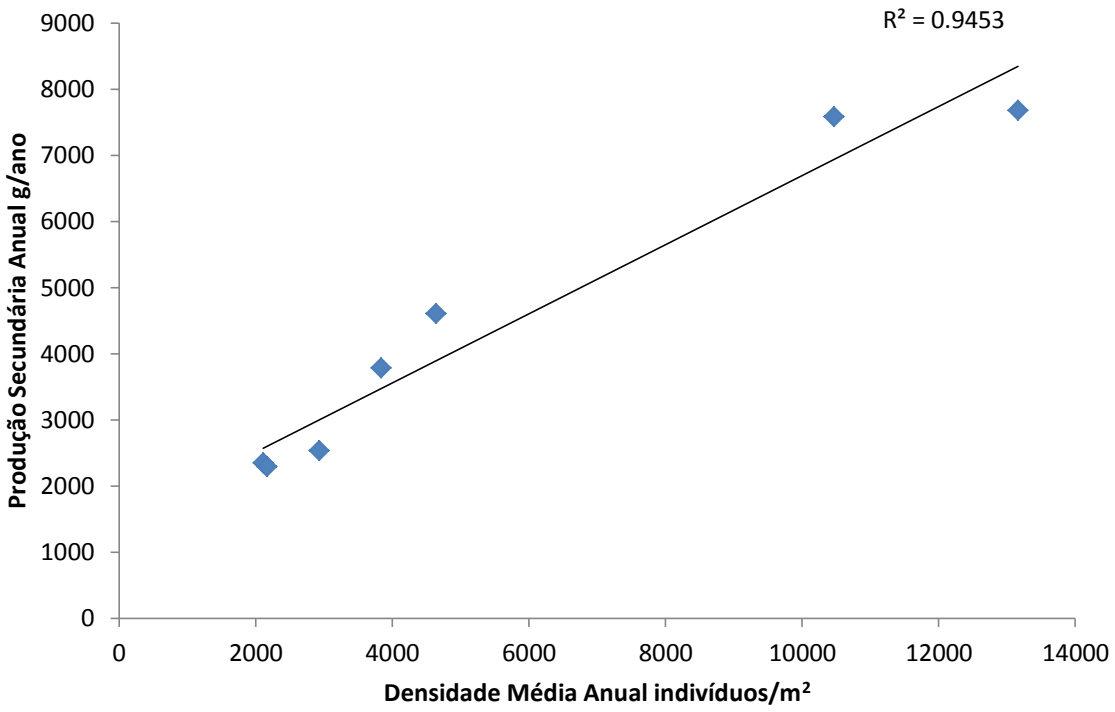
Figura 26 - Produção secundária de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) no trecho do rio da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ



Legenda: Ano 1 – (E1 a E6), Ano 2 –(E7 a E12), Ano 3 (E13 a E18), Ano 4 (E19 a E24), Ano 5 (E25 a E30), Ano 6 (E31 a E36) e Ano 7 (Exp 37 a 42).
Fonte: Presente trabalho (2015).

A Figura 27 apresenta a relação da produção secundária com a densidade média anual, em que observamos uma forte relação com $r^2 = 0,94$ a partir do modelo linear. Podemos então perceber que a queda da produção secundária está associada a queda da densidade média. A queda da densidade média por sua vez, pode está associada ao parasitismo de *C. formosanus* em *M. tuberculata*. Isso é importante, pois podemos afirmar que a classe de tamanho que mais contribui na produção secundária da população, também foi afetada no parasitismo. Estudos avaliando a produção secundária de *M. tuberculata* sendo afetada por parasitismo não foram encontrados para complementar a discussão do trabalho.

Figura 27 – Regressão linear da produção secundária anual com a densidade média anual de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) em um trecho do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ



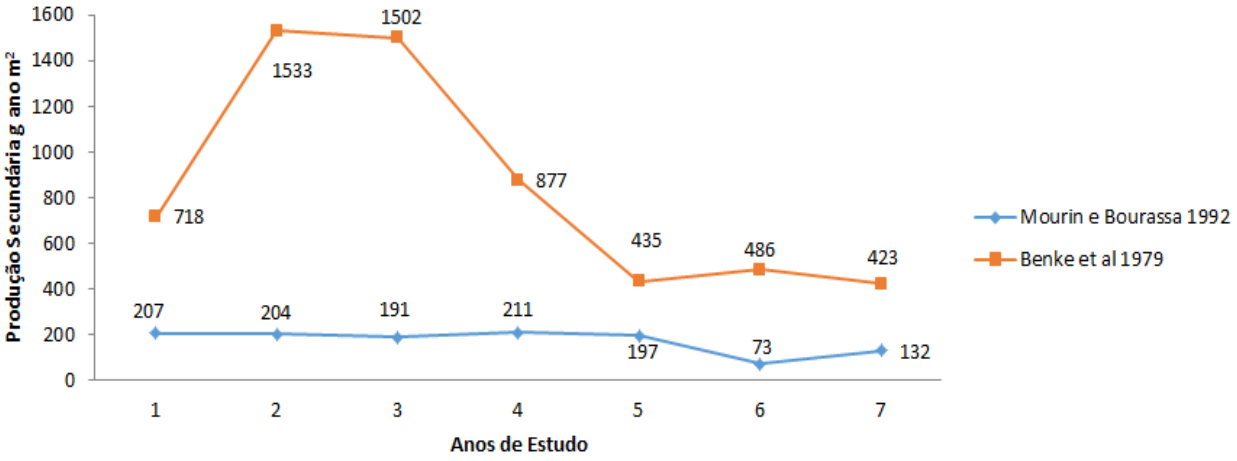
Legenda: Relação entre produção secundária e densidade média. As expedições de coleta foram separadas em ano como explicitado no Material e Método na parte sobre produção secundária.
Fonte: Presente trabalho (2015).

Isso nos revela que à medida que a produção secundária diminuiu, a densidade seguiu a mesma tendência. Essa queda pode estar sendo influenciada pelo parasitismo, mas estudos de dinâmica populacional com tabela de vida são necessários a fim de confirmar os resultados aqui presentes.

Aplicando o modelo estimado por Morin e Bourassa (1992) na Figura 28, percebemos que os valores obtidos através do modelo empírico foram menores que o cálculo direto da produção secundária. O menor valor pelo modelo empírico foi estimado para o ano 6 em 73 g m^2ano, enquanto que no presente trabalho foi para o ano 7 com 423 g m^2ano.

Contudo, os autores ressaltaram que os valores encontrados pelo modelo podem variar aproximadamente duas vezes para mais ou para menos a partir do valor esperado.

Figura 28 - Produção secundária de *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) de um trecho do riacho da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, a partir do modelo fornecido por Morin e Bourassa (1992)



Fonte: Presente trabalho (2015).

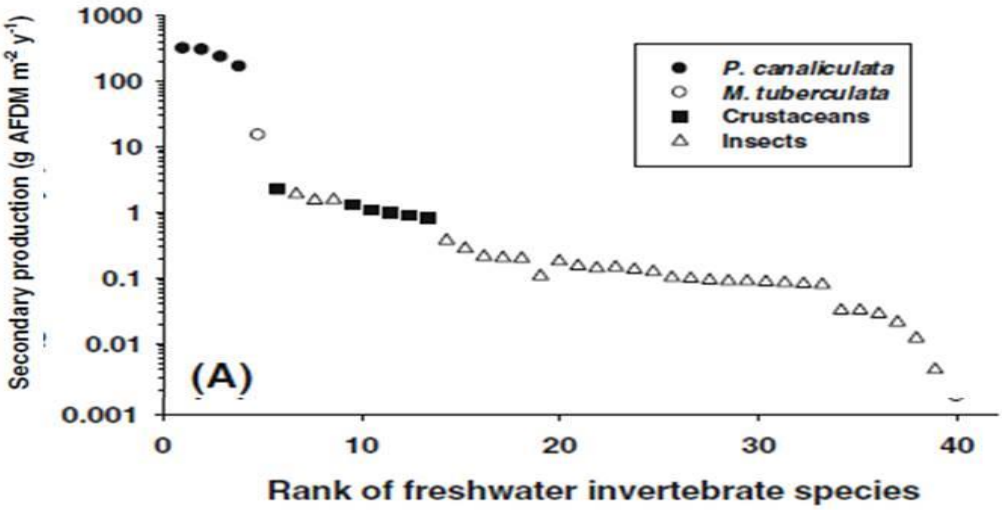
Brown e Lydeard (2010) ressaltam que gastrópodes de água doce são herbívoros ou detritívoros, mas ocasionalmente podem ingerir também areia, ou pequenos invertebrados associados ao perifiton. O perifiton é facilmente retirado do substrato e contém altas concentrações de nitrogênio. Contudo, os gastrópodes com altas densidades, como por exemplo, *M. tuberculata*, consomem exaustivamente perifiton, além de consumirem macrófitas, suprimindo a riqueza da mesma no riacho. No estudo, não foi realizado um levantamento de todas as macrófitas encontradas no riacho. Acreditamos que o valor de produção secundária apresentado por *M. tuberculata* é resultante da alimentação de perifiton e detritos do riacho. Para confirmação de tal afirmação, são necessários estudos de assimilação com assinaturas para confirmação de sua dieta. Porém, a espécie só está apresentando altos valores de produção, pela alta oferta de alimentos no riacho. Porém, se considerarmos apenas o perifiton na alimentação, seria necessária uma quantidade muito alta para suprir a população de *M. tuberculata*. Esses altos valores se tornam possíveis pela alimentação de detritos do riacho descartados principalmente pelos moradores da margem do rio.

Figueredo-Barros (2010) calcularam a produção secundária para *H. australis* da lagoa de Imboassica em duas estações de coleta, uma com descarte de esgoto doméstico e a outra com menos influência. Na primeira estação, houve uma produção de 28.33g m^{-2} ano^{-1}, e na segunda foi de 49.36 g m^{-2} ano^{-1}, apresentando uma relação da produção com a concentração de nutrientes no ambiente. Outros estudos com *H. australis* reportaram altas taxas de produção como Cardoso et al. (2002) que estimaram 202.5 g (AFDW)m^{-2} ano^{-1}.

Dudgeon (1986) também calculou a biomassa e a produção secundária anual para *M. tuberculata* entre os anos de 1982 e 1983 em Hong Kong, onde a espécie é considerada nativa. A biomassa média foi estimada em 3,02 g m^{-2} e a produção secundária anual em 14,55g m^2ano. Este valor está bem abaixo do encontrado no presente estudo, onde a produção secundária de *M. tuberculata* da Vila do Abraão variou entre 1533 a 423 g $m^{-2}$$ano^{-1}$.Mas é importante salientar que o estudo ocorreu na Ásia, local em que a espécie estava em sua área de distribuição original, com densidades estimadas em 63 indivíduos/m^2, enquanto na Vila do Abraão, foi calculada em até 45000 indivíduos/m^2 no início do estudo (Miyahira, 2010) e 2870 indivíduos/m^2 no final do mesmo.

Kwong et al. (2010), apresentaram a produção secundária de um gastrópode exótico de água doce em quatro localidades de Hong Kong, *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), abordando as implicações na utilização do recurso e a competição com as espécies nativas. O trabalho apresentou uma produção secundária que variou de 165,9 a 312,7g AFDM m^2 ano^{-1}. Na Figura 29 é apresentado o gráfico de produção secundária de *P. canaliculata* com outras espécies, incluindo *M. tuberculata*, que no estudo, estava na sua área de distribuição natural. Percebemos que a produção secundária de *P. canaliculata* foi superior a de *M. tuberculata*, que na Ásia é uma espécie nativa, diferente de *P. canaliculata*, que na região é considerada exótica (Estebenet e Martin, 2002). Os autores destacaram que a produção secundária de uma espécie exótica pode ser até dez vezes maior na comunidade quando comparado com as espécies nativas.

Figura 29 - Produção secundária de quatro populações de *Pomacea canaliculata*, uma de *Melanoides tuberculata* e outras espécies em Hong Kong



Fonte: Adaptado de Kwong et al. (2010).

CONCLUSÕES

A comunidade da Vila do Abraão ampliou sua diversidade de sete para nove espécies, sendo destas seis espécies exóticas e três nativas.

A população de *M. tuberculata* apresentou um crescimento exponencial, mas em seguida decaiu até atingir a abundância atual com aproximadamente 500 indivíduos ou 2800 indivíduos/m^2 na última coleta.

A abundância relativa apresentou *M. tuberculata* como uma espécie muito abundante, *P. acuta* como pouco abundante, e as demais espécies como esporádica para a maior parte do estudo.

A abundância relativa por ponto apresentou *M. tuberculata* ocorrendo em todos os pontos, enquanto as outras espécies apresentando alguma preferência por determinados pontos.

A constância revelou que *M. tuberculata* e *P. acuta* se mostraram constante. *Potamolithus* sp. e *O. matheroni* acidentais, e as demais espécies como acessórias.

Os índices de diversidade de Simpson e Shannon tiveram variações semelhantes, mas o índice de Simpsom acompanhou melhor as flutuações de riqueza, em relação ao índice de Shannon.

A equitabilidade e a uniformidade foram muito baixas representando heterogeneidade na abundância das espécies de moluscos límnicos na comunidade.

Os fatores abióticos variaram ao longo dos pontos de coleta, apresentando valores de condutividade e temperatura maiores nos pontos mais a jusante do riacho, enquanto que oxigênio dissolvido se mostrou maior nos pontos mais a montante.

O teste parasitológico revelou a presença de *Centrocestus formosanus* parasitando *M. tuberculata*, com prevalência variando de 8 a 55%, e possivelmente controlando a sua abundância.

O histograma tamanho-frequência revelou que as coortes de *Melanoides tuberculata* duram em média de 12 a 20 meses, e que o período preferencial de recrutamento da espécie ocorre entre os meses de Junho e Outubro.

A biomassa de *M. tuberculata* foi calculada em 8155g m^2 durante os sete anos de estudo, e a produção secundária foi estimada em 423g $m^{-2}ano^{-1}$ no último ano estudado, sofrendo diminuição de acordo com a queda populacional de *M. tuberculata.*

REFERÊNCIAS

Aguilar-Aguilar R, Martínez-Aquino A, Pérez-Rodríguez R, Pérez-Ponce-De-León G. 2009. Digenea, Heterophyidae, *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) metacercariae: Distribution extension for Mexico, new state record, and geographic distribution map. Check List. 5(2): 357–359.

Arruda JO, Gomes SR, Ramírez R, Thomé JW. 2006. Morfoanatomia de duas espécies do gênero *Omalonyx* (Mollusca, Pulmonata, Succineidae) com novo registro para Minas Gerais, Brasil. Biociências. 14(1): 61-70.

Aktipis SW, Giribet G, Lindberg DR, Ponder WF. 2008. Gastropoda: an overview and analysis. In: Ponder WF, Lindberg DR (editors). Phylogeny and evolution of the Mollusca. University of California Press, Berkeley. p. 201-237.

Barbosa, FS (Organizador).1995. Tópicos em Malacologia Médica. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz. 314p.

Barroso CX, Matthews-Cascon H. 2009. Distribuição especial e temporal da malacofauna no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil. Pan-American Journal of Aquatics Sciences 4 (1): 79-86.

Benke AC. 1979. A modification of the Hynes method for estimating secondary production with particular significance for multivoltine populations. Limnology and Oceanography. 24: 168-171.

Benke AC, Huryn AD. 2007. Secondary Production of Macroinvertebrates. In: In: Hauer FR, Lamberti GA. (Eds.). Methods in stream ecology. Second Edition. Academic Press. San Diego. 691-710.

Benke AC, Huryn AD, Smock LA, Wallace Jb. 1999. Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. J. N. Am. Benthol. Soc., 1999, 18(3):308-343.

Benthem-Jutting WSS. 1956. Systematic studies on the non-marine Mollusca of the Indo-Australian archipelago. V – Critical revision of the Javanese freshwater gastropods. Treubia 23: 259-477.

Bick A, Zettler M. 1994. The distribution of Hydrobiids and the effects of sediment characteristics on the population dynamics of *Hydrobia ventrosa* in a coastal region of the southern Baltic. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie. 79(3): 325-336.

Bogan AE, Roe KJ. 2008. Freshwater bivalve (Unioniformes) diversity, systematics, and evolution: status and future directions. Journal of the North American Benthological Society. 27(2):349-369.

Boaventura MF, Fernandez MA, Thiengo SC, Silva RE, Melo AL. 2002. Formas larvais de Trematoda provenientes de gastrópodes límnicos da microrregião Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. Lundiana. 3(1): 45-49.

Bogéa T, Cordeiro FM, Gouveia JS. 2005. *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) as intermediate host of Heterophyidae (Trematoda: Digenea) in Rio de Janeiro metropolitan area, Brazil. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo. 47: 87-90.

Bouchet P, Rocroi JP. 2005. Classification and nomenclator of gastropods families. Malacologia. 47 (1-2): 1-396.

Brandt RA. 1974. The non-marine aquatic Mollusca of Thailand. Archiv für Molluskenkunde. 105(1-4): 1-423.

Braun BS. 2005. Comunidade de moluscos em córregos impactados da microbacia das lagoas costeiras de Jacarepaguá, RJ. Dissertação de Mestrado em Biociências Nucleares. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 84pp.

Brown KM, Lydeard C. 2010. Mollusca: Gastropoda. In: Thorp JH, Covich AP, editors. Ecology and Classification of North American Freswater Invertebrates. 3ªedition.. Elsevier, Canadá. p 277-308.

Brusca RC, Brusca GJ. 2007. Invertebrados. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 968pp.

Burch JB. 1972. "Freshwater Sphaeriacean clams (Mollusca: Pelecypoda) of North America" In Biota of freshwater ecosystems. Identification Manual No.3,. Museum of Zoology. Michigan: University of Michigan.

Cadei MS, Pereira JBM, Moura NC. 2009. Educação Ambiental. In: Bastos M, Callado CH, editores. O Ambiente da Ilha Grande. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável. p. 471-537.

Cardoso PG, Lillebo AI, Pardal MA, Ferreira SM, Marques JC, 2002. The effect of different primary producers on Hydrobia ulvae population dynamics: a case study in a temperate intertidal estuary. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 277, 173-195.

Carvalho O S, Passos LKJ, Mendonça CLGF, Cardoso PCM, Caldeira RL. 2008 Moluscos Brasileiros de Importância Médica no Brasil. Belo Horizonte Fiocruz/Centro de Pesquisa René Rachou, 96p. (Série Esquistossomose; 10).

Cavalcanti EAH, Larrazábal MEL. 2004. Macrozoplâncton da zona econômica exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). Revista Brasileira de Zoologia. 21: 467-75.

CBD (Convention on Biological Diversity, CPO 6, Decision VI/23). 2014. Alien Species that threaten ecosystems, habitats or species. 2002. Disponível em: <http: //www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-06&id=7197&Ig=0>. Acesso em: 05 julho 2014.

CEADS (Centro De Estudos Ambientais E Desenvolvimento Sustentável). 2014 Ilha Grande. Disponível em: http://www.sr2.uerj.br/sr2/ilhagrande/ilha.htm. Acesso em: 04 Abril 2014.

Coelho PMZ 1995. Ciclo Biológico do Parasita no Molusco. In: BARBOSA, F S (Org.). Tópicos em malacologia médica. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 1995. 203-206 p.

Cressa C. 1986. Variacion estacional, distribucion espacial y balance energetico de *Campsurus notatus* (Ephemeroptera, Polymitarcidae) en el lago de Valencia, Venezuela. Acta Cientifica Venezolana. 37: 572-579.

Crooks JA. 2005. Lag times and exotic species: The ecology and management of biological invasions in slow-motion. Ecoscience. 12(3): 316-329.

Dajoz R. 1983. Ecologia Geral. Editora Vozes, Petrópolis. 472p.

Darrigran G. 2002. Potential impacto of filterfeeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological Invasions. 4: 145-156.

Darrigran G, Damborenea C. 2006. Bio-invasión. In: Darrigran G, Damborenea C., editores. Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata. p.15-41.

Dechruksa W, Krailas D, Ukong S, Inkapatanakul W, Koonchornboon T. 2007. Trematode infections of the freshwater snail family Thiaridae in the Khek River, Thailand. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine e Public Health. 38(6): 1016-1028.

Dillon, R.T. 2000. The ecology of freshwater molluscs. Cambridge University Press, Cambridge, 524p.

Dudgeon, D. (1984). Seasonal and long-term changes in the hydrobiology of the Lam Tsuen River, New Territories, Hong Kong, with special reference to benthic macroinvertebrate distribution and abundance. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 69: 55-129.

Dudgeon, D. 1986. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in Hong Kong. Journal of Zoology 208: 37-53.

Espínola LA, Junior HFJ. 2007 Espécies Invasoras: Conceitos, Modelos E Atributos. Interciencia, V.32 n.9.

Estebenet AL, Martı´n PR (2002) Pomacea canaliculata (Gastropoda: Ampullariidae): life-history traits and their plasticity. Biocell 26:83–89.

Fernandez, MLA. 2011. Variação espaço-temporal da malacofauna límnica em dois reservatórios no Rio Tocantins, com ênfase na transmissão da esquistossomose, no período entre junho de 2004 e outubro de 2010. Tese de Doutorado. Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 201p.

Fernandez MA, Thiengo SC, Amaral RS. 2008. Técnicas Malacológicas. In: Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica - Diretrizes e Técnicas. Editora do Ministério da Saúde, Brasília. p.54-58.

Fernandez MA, Santos SB, Miyahira IC, Gonçalves ICB, Ximenes RF, Thiengo SC. 2012.Gástropodes límnicos invasores: morfologia comparada. In: Mansur MCD, Santos CP, Pereira D, Paz ICP, Zurita, MLL, Rodriguez MTR, Neherke MV, Bergonci PEA (editores).

Moluscos Límnicos Invasores no Brasil: biologia prevenção, controle. Redes Editora, Porto Alegre. p.125-136.

Fernandez MA, Mattos AC, Feitosa da Silva E, Santos SB, Thiengo SC. 2014. A malacological survey in the Manso Power Plant, State of Mato Grosso, Brazil: new records of freshwater snails, including transmitters of schistosomiasis and exotic species. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 47(4):498-506.

Figueiredo-Barros MP, Leal JJF, Esteves FA, Rocha AM, Bozelli RL. 2006. Life cycle, secondary production and nutrient stock in *Heleobia australis* (d´Orbigny, 1835) (Gastropoda: Hydrobiidae) in a tropical coastal lagoon. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 69: 87-95.

Franklin JF. 1989. Importance and justification of long-term studies in ecology. In: Likens GE, organizador. Long term studies in Ecology: aproaches and alternatives. Spring-Verlag, New York. p.3-19.

Freitas JR, Bedê LC, Marco Jr P, Rocha LA, Santos MBL. 1987. Population dynamics of aquatic snails in Pampulha reservoir. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 8(Suppl. IV): 299-305.

Giribet G. 2008. Bivalvia. 105-141p. In: Ponder WF, Lindberg DR, editores. Phylogeny and evolution of the Mollusca. Londres, University of Carolina Press. 469p.

Goodfriend GA. 1986. Variation in land-snail shell form and size and its causes: a review. Systematic Zoology. 35(2): 204- 223.

Gonçalves ICB, Miyahira IC, Santos SB. 2012. Range extension of the alien freshwater snail *Melanoides tuberculata* in Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. Tentacle. 20: 11-13.

Gonçalves ICB, Miyahira IC, Santos SB. 2014. Accidental introductions of freshwater snails in an insular environment: a case study in Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Tentacle. 22: 13-15.

Grubaugh JW, Wallace JB, Houston ES. 1997. Production of benthic macroinvertebrate communities along a southern Appalachian river continuum. Freshwater Biology. 37: 581-596.

Guimarães CT, Souza CP, Soares DM. 2001. Possible competitive displacement of planorbids by *Melanoides tuberculatus* in Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 96(Suppl.): 173-176.

Gutiérrez Y, Grosniklaus HE, Annable WL. 1987. Human conjuntivitis caused by the bird parasite *Philophthalmu*s. American Journal of Ophthalmology. 104: 417-419.

Haas F. 1953. Mollusks from Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. Fieldiana, Zoology. 34: 203-209.

Hauer FR, Hill WR. 2007. Temperature, Light, and Oxygen. In: Hauer FR, Lamberti GA. (Eds.). Methods in stream ecology. Second Edition. Academic Press. San Diego. 103-118p.

Herrington, H.B. 1962. A revision of the Sphaeriidae of North America (Mollusca:Pelecypoda). Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan 118: 1-74.

Hynes HB, Coleman MJ. 1968. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. Limnology and Oceanography 13: 569-573.

Kwong KL, Dudgeon D, Wong EPK, Qiu JW. 2010. Secondary production and diet of an invasive snail in freshwater wetlands: implications for resource utilization and competition. Biological Invasions (2010) 12:1153–1164.

Krebs CJ. 2001. Ecology. Benjamin Cummings, New York. 608pp.

Lacerda LEM.2010. Diversidade e distribuição geográfica dos ancilídeos (Mollusca, Gastropoda, Ancylidae) da Ilha Grande, Angra dos Reis, Brasil. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 58p.

Lacerda LEM, Miyahira IC, Santos SB. 2011. Shell morphology of the freshwater snail *Gundlachia ticaga* (Gastropoda, Ancylidae) from four sites in Ilha Grande, southeastern Brazil. Zoologia 28(3): 334-342.

Lacerda LEM, Richau CS, Amaral CRL,Carvalho EF, Silva DA, Santos SB. no prelo. *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863): a freshwater snail cryptic invader in Brazil revealed by morphological and molecular data. Aquatic Invasions.

Lanzer R. 1996. Ancylidae (Gastropoda, Basommatophora) na América do Sul: sistemática e distribuição. Revista Brasileira de Zoologia. 13(1): 175-210.

Lanzer RM, Schäfer A. 1988. Fatores determinantes da distribuição de moluscos dulceaquıicolas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. Acta Limnologica Brasiliensia. 2: 649-675.

Lindenmayer DB, Likens GE, Andersen A, Bowman D, Bull CM, Burns E, Wardle GM. 2012. Value of long-term ecological studies. Austral Ecology, 37(7), 745-757.

Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. University Press, Cambridge. 179pp.

Manly BJF. 2008. Métodos estatísticos multivariados. Artmed, Porto Alegre. 229pp.

Magalhães SAP. 2002. Efeitos do Impacto por Esgoto Doméstico na Decomposição e Fauna Associada, em três rios do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 103p.

Mansur MCD, Santos CP, Richinitti LMZ, Pereira D, Batista CB, Silveira MB, Silva MCP. 2008. Ocorrência de moluscos límnicos e crustáceo em macroaglomerados do mexilhão dourado, Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) sobre sarandi no lago Guaíba (RS, Brasil). Biotemas, 21(4), 179-182.

Magalhães-Fraga AS. 2007. Moluscos límnicos e funcionamento de ecossistemas lóticos: uma abordagem ecológica. In: Santos SB, Pimenta AD, Thiengo SC, Fernandez MA, Absalão RS, organizadores. Tópicos em Malacologia - Ecos do XVIII Encontro Brasileiro de Malacologia. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Malacologia. p.21-29.

McMahon RF. 2004. A 15-Year study of interannual shell shape variation in a population of freshwater limpets (Pulmonata: Basommatophora: Ancylidae). Am Malacol Bull 19: 101-109.

Mack R.N, Simberloff D, Lonsdale WM, Evans H, Clout M, Bazzaz F. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences and control. Issues in Ecology 5: 2-19.

Marcus E, Marcus E. 1962. On *Uncancylus ticagus*. Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Zoologia. 24: 217-245.

Margalef R. 1983. Limnologia. Editora Omega, Barcelona. p.479-550.

Martin S, Darrigran G. 1994. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en el Balneario Bagliardi, Rio de la Plata. Alteración en la composición de la malacofauna litoral. Tankay. 1:164-166.

Melo, AL. 2008. Formas larvais de trematódeos encontradas em moluscos límnicos. In: Amaral RS, Thiengo SC, Pieri OS. (Editores) Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica : diretrizes técnicas : Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). Brasília. p. 71-80.

Microsoft Office Excel (2010).

Miyahira IC. 2009. Moluscos de água doce da Ilha Grande: Diversidade e distribuição. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 71p.

Miyahira IC. 2010. Dinâmica populacional de *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) em um riacho impactado da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Evolução. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 110p.

Miyahira IC, Lacerda LEM, Santos SB. 2010. How many species are introduced everyday? Some insights from a tropical insular stream in Brasil. Tentacle. 18: 30-32.

Miyahira IC, Lacerda LEM, Santos SB. 2009. Dispersão ativa de *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) e sua influência no processo de invasão. Informativo SBMa 167: 3-5.

Miyahira IC, Lacerda LEM, Gonçalves ICB, Ximenes RF, Santos SB. (no prelo). Moluscos Gastrópodes (caracóis). In: Espécies Exóticas na Ilha Grande, RJ – Inicativas de Educação Ambiental, Manejo e Controle. Faperj. Rio de Janeiro.

Morin A, Bourassa N. 1992. Modèles empiriques de la production annuelle et du rapport P/B d'invertébrés benthiques d'eau courante. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49(3), 532-539.

Odum EP. 1988. Ecologia. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 434p.

d'Orbigny A. 1835. Synopsis terrestrium et fluviatilium molluscorum, in suo per Americam Meridionalem itinere. Magasin de Zoologie. 5: 1-44.

Paraense WL. 1975. Estado atual da sistemática dos planorbídeos brasileiros (Mollusca, Gastropoda). Arquivos do Museu Nacional. 55: 105-126.

Paraense WL. 2003. A bird's eye survey of central american planorbid molluscs. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 98: 51-67.

Paraense WL, Pointier JP. 2003. *Physa acuta* Draparnaud, 1805 (Gastropoda: Physidae): a study of topotypic specimens. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 98: 513-517.

Pereira D, Arruda JO, Menega R, Porto, ML, Schwarzbold A, Hartz SM. 2011. Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. Biotemas, 24 (1): 21-36.

Pinto HA. 2009. Infecção natural de *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) por *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) e por *Philophthalmus gralli* (Trematoda: Philophthalmidae) no Brasil. Dissertação de Mestrado em Parasitologia. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 100p.

Pinto HA, Melo AL. 2010. *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) as an intermediate host of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in Brazil. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo. 52(4):207-210.

Pilsbry, H.A. 1896. Notes on new species of Amnicolidae collected by Dr. Rush in Uruguay. Nautilus, 10 (8): 86-89.

Pilsbry HA. 1911. Non-marine Mollusca of Patagonia. Reports of the Princeton University expeditions to Patagonia, 1896-1899. 3(5): 513-633.

Pointier JP. 2001. Invading freshwater snails and biological control in Martinique island, French West Indies. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 96(Suppl.): 67-74.

Pointier JP, Guyard A, Mosser A. 1989. Biological control of *Biomphalaria glabrata* and *B. straminea* by the competitor *Thiara tuberculata* in a transmission site of schistomiasis in Martinique, French West Indies. Annals of Tropical Medicine and Parasitology. 83(3): 263-269.

Ponder WF, Lindberg DR. 2008. Molluscan evolution and phylogeny: an introduction. In: Ponder WF, Lindberg DR (editors). Phylogeny and evolution of the Mollusca. University of California Press, Berkeley. p. 1-17.

R Development Core Team (2010). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.r-project.org/

Ricklefs RE. 2010. A economia da natureza. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 503p.
Rios, E.C. 1994. Sea shells of Brazil. Editora da FURG, Rio Grande. 492p.

Rocha CFD, Sluys MV, Alves MAS, Bergallo HG, Vrcibradic D. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. Austral Ecology. 26: 14-21.

Rumi A, Gregoric DEG, Núñez V, Darrigran GA. 2008. Malacología Latinoamericana: Moluscos de agua dulce de Argentina. Revista de Biología Tropical. 56(1): 77-111.

Santos, EGN; Costa, VS; Santos, CP. 2013. Does the trematode *Centrocestus formosanus* affect the locomotory activity of the mollusk *Melanoides tuberculatus*? Parasites & Vectors. 6:92.

Santos SB. 2003. Estado atual do conhecimento dos ancilídeos na América do Sul. (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Basommatophora). Revista de Biologia Tropical. 50 (Suppl. 1): 1-33.

Santos SB, Monteiro DP, Fernandez MA, Thiengo SC. 1999. Primeiro registro de *Antillorbis nordestensis* (Lucena) (Mollusca, Gastropoda, Planorbidae) para a Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Zoologia. 16(Suppl. 2): 257-259.

Santos SB, Miyahira IC, Lacerda LEM. 2007. First record of *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) and *Biomphalaria tenagophila* (d´Orbigny, 1835) on Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. Biota Neotropica. 7: 361-364.

Santos SB, Lacerda LEM, Miyahira IC. 2009. *Uncancylus concentricus* (Mollusca, Gastropoda, Ancylidae): new occurrence in Rio de Janeiro state, Brazil. Checklist. 9(3): 513-517.

Santos SB, Rodrigues, CR, Nunes GKM, Barbosa AB, Lacerda LEM, Miyahira IC, Viana TA, Oliveira JL, Fonseca FC, Silva PSC. 2010. Estado do Conhecimento da Fauna de Invertebrados Não-Marinhos da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ). Oecologia Australis. 14(2): 504-549.

Santos SB, Thiengo SC, Fernandez MA, Miyahira IC, Gonçalves ICB, Ximenes RF, Mansur MCD, Pereira D. 2012. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: Mansur MCD, Santos CP, Pereira D, Paz ICP, Zurita, MLL, Rodriguez MTR, Neherke MV, Bergonci PEA (editores). Moluscos Límnicos Invasores no Brasil: biologia prevenção, controle. *Redes Editora, Porto Alegre. p.25-49.*

Schell S. 1970. How to Know the Trematodes. William C. Brown Company Publishers, Iowa. 355p.

Scholz T, Salgado-Maldonado G. 2000.The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. The American Midland Naturalist. 143(1): 185-200.

Silva MCP. 2003. Hydrobiidae (Gastropoda, Neotaenioglossa, Rissoidea) da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado em Biologia Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 382p.
Silva MCP, Davis GM. 1983. d'Orbigny's type specimens of *Paludestrina* (Gastropoda: Prosobranchia) from Southern South America. Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia. 135:128-146.

Simone LRL. 1999. Moluscos Gastrópodos. In: Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T, Rocha O (editores). Biodiversidade do Estado de São Paulo - 4 Invertebrados de Água Doce. Editora FAPESP, São Paulo. p.69-72.

Simone LRL. 2006. Land and freshwater molluscs of Brazil. FAPESP, São Paulo. 390p.

Strong EE, Gargominy O, Ponder WF, Bouchet P. 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. Hydrobiologia 595: 149-166.

Systat. 2007. Versão 12. Systat Software. California: Richmond. Systat Software, Inc. 2007.

Takeda AM, Lansac-Tôha FA, Agostinho AA. 2002. Estudos ecológicos de longa duração: reservatório de Itaipu e planície alagável do alto Paraná. Cadernos de Biodiversidade. 3(2): 51-63.

Thiengo SC, Fernandez MA, Boaventura MF, Grault CE, Silva HFR, Mattos AC, Santos SB. 2001. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: I – Metropolitan mesoregion. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 96 (Suppl.): 177-184.

Thiengo SC, Mattos AC, Boaventura MF, Fernandez M.A. 2004. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: IV - Sul Fluminense mesoregion. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 99: 275-280.

Thiengo SC, Fenandez MA. 2008. Moluscos In: Amaral RS, Thiengo SC, Pieri OS (organizadores) Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica. Editora MS. Brasília. p.13-36.

Ueta MT. 1980. Ocorrência de infecção natural de *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 em *Lymnaea columella* Say, 1817 no Vale do Paraíba, SP, Brasil. Revista de Saúde Pública de São Paulo. 14: 230- 233.

Umadevi K, Madhavi R. 2006. The life cycle of *Haplorchis pumilio* (Trematoda: Heterophyidae) from the Indian region. Journal of Helminthology. 80: 327–332.

Vaz JF, Teles HMS, Correa MA, Leite SPS. 1986. Ocorrência no Brasil de *Thiara* (*Melanoides*) *tuberculata* (O.F. Müller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de *Clonorchis sinensis* (Cobbold, 1875) (Trematoda, Plathyhelmintes). Revista de Saúde Pública. 20: 318-322.

Walker I. 1992. The benthic litter habitat with its sediments load in the inundation forest of the central Amazonian blackwater river Tarum~a Mirim. Amazoniana 12 (2), 143e153.

Walther AC, Burch JB, Foighil ÓD. 2010. Molecular phylogenetic revision of the freshwater limpet genus *Ferrissia* (Planorbidae: Ancylinae) in North America yields two species: *Ferrissia* (*Ferrissia*) *rivularis* and *Ferrissia* (*Kincaidilla*) *fragilis*. Malacologia. 53(1): 25-45.

Whittaker RH. 1975. Communities and ecossystems. Macmilian Publishing Co. New York. 375p.

Wright CA. 1960. The crowding phenomenon in laboratory colonies of fresh-water snails. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 54: 224-232. apud Coelho PMZ 1995. Ciclo Biológico do Parasita no Molusco. In: BARBOSA, F S (Org.). Tópicos em malacologia médica. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 1995. 203-206 p.

Ximenes RF. 2011. Tamanho, parasitismo e maturidade reprodutiva em *Melanoides tuberculatus* (Müller,1774) (Gastropoda, Thiaridae) da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 60p.

Ximenes RF. 2014. Reprodução e parasitismo em *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae) da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. Dissertação de mestrado em Ecologia e Evolução. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 67p.

Ximenes RF, Gonçalves ICB Miyahira IC, Pinto HA, Melo AL, Santos SB. Em Preparo. *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) from Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil.

Zenni RD, Ziller SR. 2010. Invasões Biológicas. In: Fischer ML, Costa LC. (organizadores) O Caramujo Gigante Africano *Achatina fulica* no Brasil. Editora Champagnat, Curitiba. p.175-188.

APÊNDICE: Abundância por esforço de coleta constante dos moluscos límnicos no trecho de um riacho da Vila do Abraão entre o período julho/2006 e novembro/2013. Para verificação das datas, consultar o Quadro 2.

Expedições de Coletas	*Melanoides tuberculata*	*Heleobia australis*	*Potamolithus sp.*	*Physa acuta*	*Biomphalaria tenagophila*	*Ferrissia fragilis*	*Gundlachia ticaga*	*Omalonyx matheroni*	*P isidium punctiferum*	**TOTAL**
1	694	10	0	0	25	11	17	0	7	764
2	929	2	0	0	15	11	84	0	20	1061
3	724	92	0	0	28	127	204	0	68	1243
4	685	4	0	0	2	49	97	0	5	842
5	1568	9	0	0	1	52	113	0	10	1753
6	2550	7	0	0	9	70	183	0	51	2870
7	2708	2	0	0	7	32	84	0	76	2909
8	5288	3	0	0	15	14	98	0	178	5596
9	9470	30	0	0	18	3	63	0	23	9607
10	2043	0	0	0	26	35	121	0	74	2299
11	2115	2	0	0	12	16	62	0	40	2247
12	2437	13	0	0	20	10	35	0	115	2630
13	3480	10	0	0	16	8	39	0	109	3662
14	3104	46	0	0	13	10	82	0	169	3424
15	3175	49	0	0	14	3	41	0	55	3337
16	2934	33	0	2	73	118	660	0	26	3846
17	2894	74	0	2	368	23	130	0	25	3516
18	3595	46	0	8	90	7	13	0	96	3855
19	2307	174	0	142	286	11	15	0	215	3150
20	2068	279	1	158	98	3	11	0	79	2697
21	1627	14	1	201	51	132	44	0	23	2093
22	1116	1	1	3	0	5	0	0	0	1126
23	985	1	0	132	14	25	26	0	3	1186
24	569	3	0	457	47	14	6	0	1	1097
25	990	4	0	600	46	8	14	0	4	1666
26	557	0	13	106	7	0	6	0	1	690
27	171	0	14	101	9	47	74	0	2	418
28	539	0	0	97	1	28	17	0	0	682
29	847	1	2	219	0	24	49	0	12	1154
30	905	36	1	414	0	25	67	0	25	1473
31	699	6	5	589	2	7	49	0	68	1425
32	642	1	15	337	27	87	95	0	188	1392
33	630	1	30	659	99	54	134	0	99	1706
34	1158	17	61	536	37	1	10	0	75	1895
35	1223	55	7	681	45	28	19	0	157	2215
36	1219	90	19	749	68	12	19	1	264	2441
37	1401	31	6	628	167	18	5	0	266	2522
38	672	0	8	228	28	11	7	10	0	964
39	773	0	3	20	7	0	0	0	0	803
40	463	0	9	76	12	47	10	0	4	621
41	364	0	1	126	21	70	14	1	0	597
42	467	1	5	637	40	53	37	0	4	1244
TOTAL	72785	1147	202	7908	1864	1309	2854	12	2637	**90718**