

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL

SOFIA MIAN PERCHE

A fidelidade ecológica da malacofauna do Rio Tijuco na localidade Venda
Amarela, Ituiutaba-MG

Ituiutaba - MG
Novembro - 2024

Sofia Mian Perche

A fidelidade ecológica da malacofauna do Rio Tijuco na localidade Venda Amarela, Ituiutaba-MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais do
Pontal da Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Paleobiologia da
Conservação

Orientadora: Profa. Dra. Sabrina Coelho
Rodrigues

Ituiutaba - MG
Novembro - 2024

Sofia Mian Perche

A fidelidade ecológica da malacofauna do Rio Tijuco na localidade Venda Amarela, Ituiutaba-MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Exatas e Naturais do
Pontal da Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Paleobiologia da
Conservação

Ituiutaba, 18 de novembro de 2024.

Banca Examinadora:

Vanessa Suzuki Kataguiri – Mestre (ICENP - UFU)

Tiago Amaral Sales – Doutor (ICENP – UFU)

Sabrina Coelho Rodrigues – Doutora (ICENP – UFU)

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e contribuição de muitas pessoas e instituições, às quais expresso minha mais sincera gratidão.

À minha orientadora, Profa. Dra. Sabrina Coelho Rodrigues, pela dedicação, paciência e orientação durante toda a construção deste trabalho. Agradeço também aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Tiago Amaral Sales e Prof^a. MSc. Vanessa Suzuki Kataguiri, pelas valiosas contribuições e pelo olhar crítico que enriqueceram este estudo.

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos desta jornada. Um agradecimento especial à minha mãe, Roberta Piloto Mian Perche, minha maior fonte de inspiração e força, e ao meu pai, Ricardo Machado Perche, por seu apoio constante. À minha irmã, Beatriz Mian Perche, pelo incentivo e companheirismo, e à minha avó, Marlene Aparecida Piloto Mian, que, mesmo não estando mais entre nós, continua sendo uma força que me guia e motiva.

Aos meus amigos, que tornaram a caminhada da graduação mais leve e significativa. À República Furazoi, minha segunda família, que esteve ao meu lado em cada desafio, e aos colegas que compartilharam comigo momentos de aprendizado e crescimento.

Ao meu namorado, por sua presença constante, apoio inabalável e palavras de encorajamento, que me deram forças para seguir adiante mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço também a Deus, por me dar forças e iluminar meu caminho diariamente, e à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal. Não poderia deixar de expressar minha gratidão ao Laboratório Analítico em Paleontologia do Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal (LABAP-UFU), por fornecer o suporte técnico e estrutural necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto, o meu mais sincero muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho avaliou a fidelidade ecológica da malacofauna no Rio Tijuco, especialmente na localidade da Venda Amarela, Ituiutaba-MG, focando nas espécies invasoras *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata*. A fidelidade ecológica foi analisada com base na proporção entre organismos vivos e mortos, utilizando diferentes frações granulométricas e categorias de preservação. Foram aplicadas técnicas de coleta em quadrantes de 2x2 metros, peneiramento e medição dos espécimes para avaliar padrões de distribuição e suas relações com fatores abióticos, como temperatura, pH e oxigênio dissolvido. Os resultados indicaram predominância de conchas mortas, refletindo a baixa fidelidade ecológica e indicando degradação ambiental no Rio Tijuco, causada por atividades antrópicas como dragagem, poluição e alteração do habitat. *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata* demonstraram alta capacidade adaptativa, colonizando frações maiores e competindo com espécies nativas por espaço e recursos. Essas invasoras são indicadoras de desequilíbrios ambientais, evidenciando a necessidade de conservação e monitoramento contínuo. O estudo reforça a importância da fidelidade ecológica como ferramenta para avaliar a saúde dos ecossistemas aquáticos e orientar políticas públicas de preservação.

Palavras-chave: *Corbicula fluminea*, *Melanoides tuberculata*, fidelidade ecológica, espécies invasoras, Rio Tijuco.

ABSTRACT

This study evaluated the ecological fidelity of the malacofauna in the Tijuco River, particularly in the Venda Amarela region, Ituiutaba-MG, focusing on the invasive species *Corbicula fluminea* and *Melanoides tuberculata*. Ecological fidelity was analyzed based on the proportion of living and dead organisms, using different grain size fractions and preservation categories. Sampling techniques in 2x2 meter quadrants, sieving, and specimen measurements were applied to assess distribution patterns and their relationships with abiotic factors, such as temperature, pH, and dissolved oxygen. The results indicated a predominance of dead shells, reflecting low ecological fidelity and highlighting environmental degradation in the Tijuco River due to human activities such as dredging, pollution, and habitat alteration. *Corbicula fluminea* and *Melanoides tuberculata* demonstrated high adaptive capacity, colonizing larger fractions and competing with native species for space and resources. These invasive species serve as indicators of environmental imbalances, emphasizing the need for conservation and continuous monitoring. The study reinforces the importance of ecological fidelity as a tool for assessing aquatic ecosystem health and guiding public preservation policies.

Keywords: *Corbicula fluminea*, *Melanoides tuberculata*, ecological fidelity, invasive species, Tijuco River.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
OBJETIVO	13
METODOLOGIA	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

INTRODUÇÃO

A malacofauna é representada por um conjunto de moluscos presente em determinada região ou ambiente. A composição de espécies e a densidade de moluscos dependem fundamentalmente da combinação de diferentes fatores bióticos e abióticos, particulares a cada ambiente, sendo que algumas associações podem ser utilizadas como indicadores da qualidade da água e da integridade dos habitats (SURIANI *et al.*, 2007). Essas espécies bioindicadoras podem ser uma ferramenta essencial para monitoramento ambiental, especialmente diante das rápidas transformações que os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo. Essas mudanças são frequentemente associadas à poluição, tanto orgânica, quanto química, bem como à introdução de espécies não-nativas, que afetam negativamente a biodiversidade e o equilíbrio ecológico dos ambientes de água doce, que é o caso do nosso trabalho.

Uma espécie invasora é um organismo que é introduzido em um novo ambiente, fora de sua área de distribuição nativa, e que consegue estabelecer populações estáveis e se dispersar, frequentemente causando impactos ecológicos, econômicos ou até mesmo para a saúde humana. Espécies invasoras são capazes de alterar significativamente os habitats em que se estabelecem, podendo causar a extinção de espécies nativas (ROSA *et al.*, 2011).

Dentre as espécies invasoras mais conhecidas, temos a *Melanoides tuberculata* e *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) que são exemplos de gastrópodes e bivalves invasores que se dispersam rapidamente. Embora todas as espécies invasoras sejam inicialmente introduzidas em um novo ambiente, nem todas as espécies introduzidas desenvolvem comportamentos invasores. O que torna uma espécie verdadeiramente invasora é a capacidade de se adaptar, proliferar e impactar negativamente o ecossistema e a economia local (ROSA *et al.*, 2011).

Nos ecossistemas aquáticos, algumas características permitem que essas espécies tenham sucesso ao se estabelecer em novos ambientes. Entre essas características, destacam-se um ciclo de vida curto, geralmente de 2 a 3 anos, que possibilita uma rápida reprodução e aumento populacional, e a maturidade sexual precoce, que acelera o processo reprodutivo. Essas espécies invasoras apresentam alta fecundidade, o que significa que podem produzir uma grande quantidade de descendentes em um curto período, contribuindo para a sua dispersão (ROSA *et al.*, 2011).

Além disso, essas espécies invasoras possuem a habilidade de colonizar uma variedade de habitats, mostrando elevada tolerância a mudanças nas condições físicas e químicas do ambiente, como temperatura, pH e salinidade. Essa tolerância está associada à alta variabilidade genética e plasticidade fenotípica, permitindo que modifiquem suas características fisiológicas

ou morfológicas para se adaptar às condições ambientais sem alterar sua composição genética. Como elas são espécies invasoras, a falta de predadores ou de competidores naturais também facilita na sua dispersão.

A *Corbicula fluminea* é da classe dos Bivalvia de água doce, pertence ao filo Mollusca e é da família Cyrenidae. É nativa da Ásia, Oceania e África.

As principais características que lhe conferem tal sucesso são a elevada capacidade adaptativa no que diz respeito ao habitat, a elevada tolerância a uma grande gama de condições ambientais, o grande potencial reprodutivo, o crescimento rápido, a maturidade sexual precoce e a grande capacidade de dispersão (ROSA *et al.*, 2011). A presença de *Corbicula fluminea* gera competição com espécies nativas por espaço e recursos. A *C. fluminea* reduz a comunidade fitoplanctônica local devido às altas taxas de filtração, alterando a ciclagem de nutrientes (VAUGHN; HAKENKAMP, 2001). Como a espécie é invasora, ela é capaz de suportar condições adversas, como baixos níveis de oxigênio e poluição, o que a torna particularmente resistente em ecossistemas impactados pela ação humana, como o Rio Tijuco.

De acordo com Rosa *et al* (2011) os bivalves jovens, com até 14 mm de comprimento, são considerados juvenis ou pré-adultos. Durante o início do desenvolvimento, o crescimento é rápido. Por exemplo, os indivíduos que nascem na primavera podem atingir de 15 a 18 mm de comprimento no outono do mesmo ano, o que já indica maturidade sexual. Esses indivíduos estarão aptos a contribuir para a reprodução na estação seguinte. Em contrapartida, aqueles que nascem no outono tendem a crescer mais lentamente e, na primavera seguinte, costumam ter cerca de 10 a 12 mm. Esse crescimento reduzido provavelmente se deve às condições mais rigorosas do inverno, como a diminuição da temperatura da água, que reduz o metabolismo, e a menor disponibilidade de alimentos. Apesar do crescimento mais lento, esse tamanho é próximo ao necessário para a maturidade sexual.

A *Melanoides tuberculata* é um gastrópode de água doce, pertencente à família Thiaridae. Nativa do sudeste asiático e da África, essa espécie tem se espalhado para regiões de clima tropical e subtropical, sendo considerada uma espécie invasora em muitos países, incluindo o Brasil.

A presença de *Melanoides tuberculata* em rios pode ter implicações na saúde ecológica. Esse impacto ecológico é agravado pela capacidade dessa espécie de resistir a condições adversas, como poluição e mudanças na qualidade da água, fatores que podem ser presentes em rios devido às influências antrópicas. Além disso, a *M. tuberculata* hospeda um parasita trematódeo que pode infestar peixes locais (OSCOZ *et al.*, 2010).

O estudo da malacofauna no Rio Tijuco, em Ituiutaba, é relevante por diversos fatores ambientais e ecológicos que afetam diretamente a qualidade da água e a biodiversidade da região. O Rio Tijuco atravessa uma área de uso agrícola intensivo, onde o desmatamento das margens e a descarga de efluentes, tanto agrícolas quanto urbanos, têm um impacto significativo nos ecossistemas aquáticos locais (DOS SANTOS; BACCARO, 2004).

A fidelidade ecológica é uma métrica utilizada para avaliar a qualidade e o equilíbrio do habitat de uma espécie em um determinado ambiente. Para que um habitat seja considerado ecologicamente fiel ou equilibrado, a proporção de organismos vivos e mortos em uma comunidade tende a se aproximar de uma taxa ideal, geralmente próxima de 50% vivos e 50% mortos. Essa proporção indica um ambiente estável e funcional, onde os processos ecológicos de vida e morte acontecem em um ritmo natural. (SURIANI *et al.*, 2007).

Quando ocorre um desequilíbrio significativo entre as proporções de organismos vivos e mortos, isso pode ser um indicativo de perturbações ambientais, como poluição ou mudanças nas condições abióticas. Tais desequilíbrios podem comprometer a integridade do ecossistema, afetando a qualidade da água, do solo e o funcionamento do meio ambiente como um todo. Portanto, avaliar a fidelidade ecológica de uma comunidade é essencial para monitorar a saúde ecológica e identificar impactos negativos que possam comprometer a estabilidade de um ecossistema (SURIANI *et al.*, 2007).

A análise da malacofauna local pode fornecer indicadores sobre o estado atual do ambiente, possibilitando detectar possíveis alterações na composição e estrutura das comunidades bentônicas ao longo do tempo. O monitoramento contínuo e os estudos de fidelidade ecológica são essenciais para fornecer subsídios ao manejo e conservação dos recursos aquáticos, além de permitir intervenções preventivas que garantam a sustentabilidade das espécies e a preservação da integridade ecológica do Rio Tijuco e outros corpos d'água impactados.

A análise da fidelidade ecológica fornecerá indicadores importantes sobre a integridade do ambiente, ajudando a detectar sinais de degradação e a orientar ações de conservação para a mitigação de impactos. Essa abordagem mitigatória de ambientes atuais insere-se no contexto da Paleobiologia da Conservação, área afim da Paleontologia que vem recebendo mais atenção nos últimos 10 anos (veja SIMÕES *et al.* 2009 e LIMEIRA JÚNIOR *et al.* 2024). A Paleobiologia da Conservação é uma disciplina que utiliza dados do passado geológico e biológico para informar práticas e estratégias de conservação no presente. Esse campo integra registros fósseis, estudos de paleoecologia e padrões de extinção ao longo do tempo para compreender como os ecossistemas e as espécies responderam a mudanças ambientais naturais

e antrópicas. Dessa forma, ela fornece uma perspectiva de longo prazo, essencial para prever impactos futuros e orientar políticas que promovam a sustentabilidade e a recuperação de ambientes degradados. Sua aplicação é particularmente relevante em cenários de crise ecológica, como mudanças climáticas e perda de biodiversidade, trazendo insights sobre a resiliência e vulnerabilidade dos sistemas naturais.

OBJETIVO

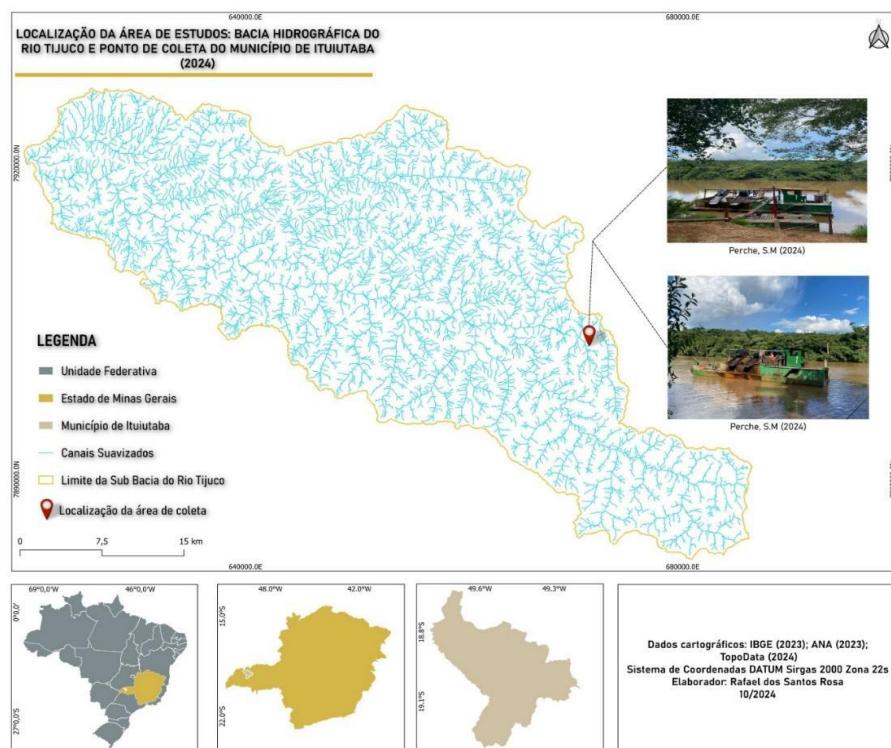
O presente trabalho teve como objetivo avaliar a fidelidade ecológica da malacofauna no Rio Tijuco, especialmente na localidade da Venda Amarela em Ituiutaba-MG, buscando compreender a representatividade entre organismos vivos e mortos, das conchas de moluscos bivalves e gastrópodes coletadas nessa localidade e correlacionar essas observações com parâmetros ambientais, como qualidade da água e condições do habitat.

METODOLOGIA

O Rio Tijuco é um importante rio do Triângulo Mineiro, cortando parte da cidade de Ituiutaba, Minas Gerais. Ele integra a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba e tem grande relevância para o ecossistema e a economia local. Suas águas são fundamentais para a agricultura e a pecuária na região, servindo também como recurso hídrico para diversas atividades. A vegetação ciliar do rio possui áreas remanescentes de cerrado, que desempenham um papel essencial na proteção das margens e na preservação da qualidade da água.

O Rio Tijuco nasce em Uberaba, uma altitude de 950 metros acima do nível do mar, e tem sua foz no Rio Paranaíba. Ao todo são 14.249,05 km² e tem como principais afluentes os rios Prata, Babilônia, Cabaçal, Douradinho, Panga e Estiva. Se situa entre as coordenadas geográficas 18°40' e 19°47' S e 47°53' a 50°13' W, compreendendo partes dos municípios de Uberlândia, Uberaba, Veríssimo, Ituiutaba, Prata, Monte Alegre de Minas e Campina Verde (SANTOS *et al.*, 2004). O ponto de coleta deste estudo (Figura 1) é localmente conhecido como Venda Amarela, no município de Ituiutaba, MG, cuja localização exata da coleta desse trabalho é S 18° 56' 44'', W 49° 22' 17''.

Figura 1. Mapa geográfico do local da coleta – Venda Amarela no município de Ituiutaba-MG



Fonte: Autoria própria. Adaptado de IBGE (2023) e ANA (2023).

Durante a coleta de amostras no Rio Tijuco (04/04/2024), encontramos o rio em processo de dragagem, o que possibilitou o aproveitamento desse cenário para realizar amostragens de sedimento de fundo e acumulações bentônicas. O material dragado foi subamostrado a partir de quadrantes de 2x2 metros, sendo coletados aproximadamente cinco quadrantes em diferentes posições ao longo da área de estudo.

Durante a pesquisa de campo, foram registradas as espécies encontradas nos quadrantes amostrados. A identificação foi realizada utilizando guias taxonômicos e chave de identificação de moluscos

Os dois primeiros quadrantes foram coletados e depositados em sacos plásticos pretos. O material foi peneirado no campo para remover detritos como folhas, pedras, terra e galhos, concentrando a coleta na camada superficial de 15 cm, utilizando uma pá para extrair o sedimento. Cada quadrante representava uma área de 2x2 metros e a profundidade coletada foi de 15 cm, refletindo a penetração da pá no sedimento.

Nos três quadrantes seguintes, aplicamos um método de arrasto superficial nos mesmos quadrados (2x2 metros), com profundidade de 5 cm. Neste caso, o material foi coletado diretamente e depositado em baldes, sem o peneiramento inicial no campo.

Todo o material foi, então, transportado ao laboratório Analítico em Paleontologia do Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, campus Pontal (LABAP-UFU) para as etapas de limpeza e triagem.

Ao chegarmos no laboratório começamos a separar tudo que era indesejável para a pesquisa (gravetos e seixos, por exemplo) e separarmos todos os moluscos coletados.

Utilizamos peneiras granulométricas com malhas de aberturas de 12,50 mm, 8,00 mm, 6,30 mm e 4,00 mm para classificar os sedimentos e facilitar o processo de separação dos bivalves e gastrópodes. Após a triagem, as amostras foram secas e iniciamos a contagem dos indivíduos, além da identificação entre organismos vivos e mortos.

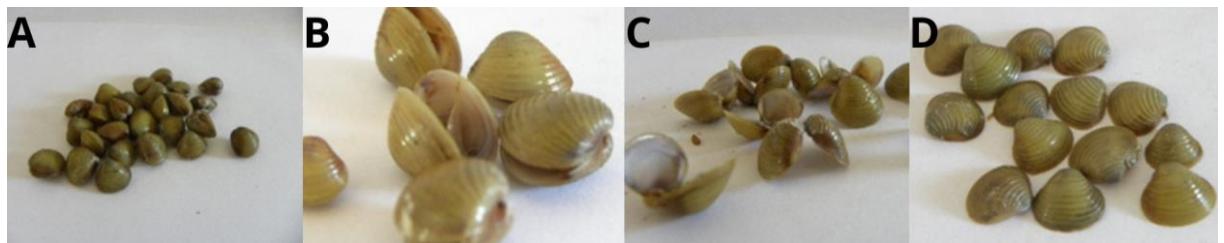
Cada organismo foi individualmente contado e medido, e em seguida foi calculado a média para cada fração granulométrica. Essa análise permite observar tendências dimensionais em função das diferentes granulometrias dos sedimentos, fornecendo uma visão detalhada sobre as características morfológicas das espécies dentro do ambiente de estudo.

Para estimar a biodiversidade da malacofauna local, foi realizada uma análise estatística baseada no número total de conchas em cada ponto de coleta. A fidelidade ecológica das espécies foi avaliada com base nas porcentagens relativas entre as assembleias vivas e mortas,

o que permitiu inferir sobre a representatividade e a preservação das espécies no ambiente amostrado.

Os bivalves foram identificados de acordo com o estado em que se encontravam: vivos com a concha fechada, vivos parcialmente abertos, mortos articulados e mortos desarticulados. Já os gastrópodes foram encontrados todos mortos. Tanto os bivalves quanto os gastrópodes foram classificados como mortos ao se detectar ausências de partes proteicas e moles internas, tais como vísceras e musculatura (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Bivalve *Corbicula fluminea*, vivas fechadas, fração 8,00mm (A); vivas abertas, fração 8,00mm (B); mortos articulados, fração 8,00mm (C); mortos desarticulados, fração 8,00mm (D). Escala gráfica= largura: 11,71mm, comprimento: 12,75mm



Fonte: Autoria própria.

Figura 3. Gastrópodes *Melanoides tuberculata* (A, B e C). Todos coletados mortos, fração 12,5mm. Escala gráfica= largura: 13,10mm, comprimento: 36,18mm



Fonte: Autoria própria.

Todos os espécimes foram armazenados em sacos *zip lock* devidamente rotulados com a data da coleta, fração granulométrica, quantidade de indivíduos, espécie e estado físico (vivo ou morto), sendo incluídos na coleção científica do LABAP-UFU

Depois partimos para a parte de medidas e, com um paquímetro digital, medimos todas as conchas que coletamos e distribuímos nas tabelas, depois fazemos um gráfico para analisar os tamanhos encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata*, espécies conhecidas por suas capacidades de dispersão e adaptação a diferentes condições ambientais, pode estar contribuindo para o declínio de espécies nativas. Essas espécies invasoras competem por recursos e podem alterar o substrato e a composição química da água, afetando a malacofauna nativa e a saúde geral do ecossistema.

A partir desses resultados, pode-se concluir que o Rio Tijuco sofre influências negativas que afetam sua malacofauna, principalmente em áreas próximas a fontes de poluição e atividades antrópicas. As tabelas 1 e 2, compilada da literatura sobre a espécie *C. fluminea*, citam alguns impactos positivos e negativos que a espécie causa.

Tabela 1. Resumo dos impactos ecológicos descritos na literatura para *C. fluminea*. A coluna +/- indica se os impactos são positivos (+) ou negativos (-)

+-	Impactos	Referências
+	Abrigo e substrato para outras espécies	Strayer e Malcom, 2007; Werner e Rothhaupt, 2007
+	Fonte de matéria orgânica disponível no substrato para espécies pelágicas e bentônicas e de nutrientes inorgânicos que estimulam a produção primária	Vaughn e Hakenkamp, 2001; Cantanhede <i>et al.</i> , 2008; Sousa <i>et al.</i> , 2008
+	Através da sua capacidade filtradora, redução da eutrofização e diminuição da turbidez da água permitindo o reaparecimento de vegetação aquática submersa	Phelps, 1994
-	Domínio da biomassa das comunidades bentônicas dos <i>habitats</i> onde está presente por substituição e/ou redução do <i>habitat</i> disponível para outras espécies	Strayer, 1999; Vaughn e Hakenkamp, 2001; Williams <i>et al.</i> , 2001; Schmidlin e Baur, 2007
-	Competição pelo alimento com outras espécies filtradoras e bentônica, devido à sua elevada capacidade de filtração associada à capacidade adicional de se alimentarem de matéria re-suspensa através do pé ¹⁶	Cohen <i>et al.</i> , 1984; Lauritsen, 1986 Strayer, 1999; Hakenkamp <i>et al.</i> , 2001; Williams <i>et al.</i> , 2001; Schmidlin e Baur, 2007
-	Ingestão de grandes quantidades de esperma, gloquídeos ¹⁷ e juvenis de bivalves nativos	Strayer, 1999

-	Aquando de episódios periódicos de mortalidades em massa, produção de amônia e redução de oxigênio capazes de provocar a morte de bivalves nativos	Strayer, 1999; Sousa <i>et al.</i> , 2008b
-	Alteração da concentração de matéria orgânica armazenada nos sedimentos e consequente alteração dos ciclos de nutrientes	Hakenkamp e Palmer, 1999; Vaughn e Hakenkamp, 2001
-	Verores de parasitas e outros agentes patogénicos	Chung <i>et al.</i> , 2001

Fonte: Rosa *et al.* (2011).

Tabela 2. Resumo dos impactos industriais descritos na literatura para *C. fluminea*.

Sector industrial	Impactos	Referências
	Entupimento de condensadores e sistemas de distribuição de água em zonas de pequeno diâmetro e com pouco fluxo	(McMahon, 1977; Isom, 1986; Johnson <i>et al.</i> , 1986; MacPhee, 1986; Page <i>et al.</i> , 1986; Potter e Liden, 1986; Smithson, 1986; Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>)
	Perdas de desempenho e eficiência dos condensadores, devido a elevadas pressões e necessidade de limpeza	(Potter e Liden, 1986)
Centrais eléctricas	Riscos na segurança relacionados com o arrefecimento deficiente e entupimento dos sistemas de protecção contra incêndio	(Isom <i>et al.</i> , 1986; Johnson <i>et al.</i> , 1986)
	Perdas económicas e de desempenho durante a limpeza dos sistemas afectados e a remoção das amêijoas	(McMahon, 1977; Isom, 1986; Isom <i>et al.</i> , 1986; Johnson <i>et al.</i> , 1986; MacPhee, 1986; Page <i>et al.</i> , 1986; Potter e Liden, 1986; Smithson, 1986; Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>)
	Interrupção do fluxo e aumento do desgaste das bombas levando a uma redução da eficiência das operações	(Ingram, 1959; Sinclair, 1964; Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>)
Estações de tratamento de águas para consumo humano	Odor e sabor da água desagradáveis, ou seja, alteração de algumas propriedades organolépticas da água.	(Smithson, 1986)
	Perdas económicas e de desempenho durante a	(Ingram, 1959; Sinclair, 1964; Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>)

	limpeza dos sistemas afetados e a remoção das amêijoas	
Cimenteiras	Perda da qualidade do betão devido à utilização de areia com conchas no processo de produção	(Sinclair, 1964)
	Deposição de amêijoas em locais de baixa velocidade de escoamento e consequente redução do fluxo de água, o que leva ao aumento das taxas de deposição de sedimentos	(Ingram, 1959; Prokopovich e Herbert, 1965; Prokopovich, 1969; Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>)
Sistemas de irrigação	Entupimento de estruturas de apoio à irrigação (p.ex. <i>pivots</i> e hidrantes) e consequente aumento do gasto energético para compensar o decréscimo de fluxo	Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>
	Perdas devido ao desperdício de água durante as operações de remoção de amêijoas e conchas, bem como devido à reparação ou substituição das estruturas afectadas	(Prokopovich e Herbert, 1965; McMahon, 1983; Rosa <i>et al.</i> , <i>in press</i>)

Fonte: Rosa *et al.* (2011).

Entre as espécies identificadas, *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata* foram notadas como as mais prevalentes, representando importantes componentes da comunidade malacofauna do Rio Tijuco.

A análise revelou que a distribuição das espécies variou ao longo do rio, com maior abundância de indivíduos em áreas específicas, provavelmente devido a fatores ambientais e características do habitat. Foi observada uma prevalência de indivíduos mortos, indicando possíveis distúrbios ecológicos, como poluição ou mudanças nas condições abióticas. Esse padrão pode refletir o impacto de fontes de poluição próximas e alterações na qualidade da água.

Observa-se que, em comparação com os bivalves, *Melanoides tuberculata* foi uma espécie menos abundante. A identificação taxonômica foi realizada com base em características morfológicas das conchas, considerando detalhes como tamanho, forma e estrutura das válvulas. As tabelas 3 e 4, a seguir, apresentam os resultados obtidos nas amostras coletadas em um quadrante 2x2, coletamos 15cm (sacola) e outro quadrante 2x2 coletamos 5cm (balde), diferenciando como conchas de bivalves e gastrópodes. A distribuição é organizada conforme as frações granulométricas e as categorias de preservação e condição dos espécimes, opções

em: Vivo-Semi aberto, Vivo-Fechada, Morto-Articulada, Coletada Morta, Morto-Desarticulada e Gastrópodes.

Tabela 3. Valores de *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata* encontradas no Rio Tijuco
(Quadrante 2x2, coletamos 15cm)

Fração granulométrica	Vivo-Semi aberta	Vivo-fechada	Morto-articulada coletada morta	Morto-desarticulada	Gastrópodes mortos
4mm	0	0	0	11	0
6,3mm	0	0	0	8	0
8mm	0	11	138	84	2
12.50 mm	0	4	152	56	5
TOTAL	0	15	290	159	7

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4. Valores de *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata* encontradas no Rio Tijuco
(Quadrante 2x2, coletamos 5cm)

Fração granulométrica	Vivo-Semi aberta	Vivo-fechada	Morto-articulada coletada morta	Morto-desarticulada	Gastrópodes mortos
4mm	0	0	0	66	0
6,3mm	7	7	0	12	0
8mm	205	15	228	129	8
12.50 mm	94	7	127	65	22
TOTAL	306	29	355	272	30

Fonte: Autoria própria.

A análise da distribuição de *C. fluminea* nas diferentes frações granulométricas mostra que a categoria "Morto-Articulada" predomina nas frações maiores, especialmente nas granulometrias de 8,00 mm e 12,50 mm, tanto nas amostras coletadas em "Sacola" quanto em "Balde". Esse padrão pode indicar que conchas de maior tamanho têm uma chance maior de preservação após a morte devido à sua maior resistência.

Além disso, observamos que as categorias "Vivo-Semi Aberta" e "Vivo-Fechada" apontaram uma baixa concentração de indivíduos nas frações menores, indicando uma possível aversão dos organismos vivos de *C. fluminea* a sedimentos finos, que podem ter condições ambientais menos interessantes, como baixa disponibilidade de oxigênio e nutrientes.

Contudo, os dados também mostram uma quantidade muito maior de conchas mortas em comparação com as vivas, refletindo uma baixa fidelidade ecológica no ambiente. Para que o ecossistema seja considerado equilibrado, esperava-se um equilíbrio maior entre conchas vivas

e mortas; entretanto, essa proporção desequilibrada revela um ambiente em situação de estresse. Além disso, a exemplo do que ocorre em ambiente marinho, acumulações de conchas mortas de moluscos persistem no ambiente de água doce por 10^2 a 10^3 anos devido ao fenômeno conhecido como mistura temporal, que está mais relacionada ao fator de resistência das conchas diante dos processos de destruição que ocorrem no ambiente aquático, resultando em mistura de várias gerações em termos ecológicos (RITTER: ERTHAL, 2016)

Duas situações podem explicar essa desproporção. A primeira é a ação de dragagem que foi realizada no rio, o que pode ter reduzido significativamente a população de *C. fluminea* viva, sobrando, portanto, mais conchas mortas. A segunda hipótese é que as conchas maiores apresentam maior resistência em ambientes degradados, podendo sobreviver e reproduzir-se mais facilmente mesmo em condições adversas. Essas observações sugerem que a gestão ambiental no Rio Tijuco impacta diretamente a estrutura populacional e a sobrevivência da *C. a fluminea*, favorecendo a preservação das conchas mortas nas frações granulométricas maiores.

A distribuição dos gastrópodes também apresenta um padrão característico nas diferentes frações granulométricas. Observa-se que esses organismos estão distribuídos em menor quantidade, com maior concentração na fração de 12,50 mm, especialmente nas amostras coletadas através de arrasto superficial no quadrante de 2x2 m, com profundidade de 5 cm, conforme mostrado na tabela 4. Esse padrão ocorre porque os gastrópodes, por serem organismos maiores, tendem a se concentrar na superfície do substrato. Essa diferença se torna evidente quando comparada ao outro método de coleta, representado na tabela 3.

As tendências observadas na distribuição granulométrica dos organismos fornecem insights importantes sobre o habitat e o microhabitat desses organismos bentônicos. No entanto, como *C. fluminea* é uma espécie invasora, sua presença em frações maiores de sedimentos, que parece reter mais matéria orgânica, indica não um ambiente saudável, mas sim um ecossistema em desequilíbrio. Em vez de fornecer um habitat ideal, esse acúmulo de matéria orgânica e a alta concentração de conchas dessa espécie podem reduzir a qualidade do ambiente, gerando competição desvantajosa para espécies nativas e promovendo condições propícias ao aumento de invasores. A predominância de *C. fluminea* em frações maiores, portanto, representa um sinal de alerta para a saúde ecológica da área, pois pode levar a uma diminuição na biodiversidade nativa e aumentar a vulnerabilidade do ecossistema a outros fatores de estresse.

Além disso, a concentração de conchas mortas nas frações maiores sugere que esses locais podem atuar como áreas de deposição final, onde organismos mortos se acumulam. Esse padrão pode ser explicado pelos fluxos de correnteza que transportam e depositam sedimentos mais

grossos, juntamente com os restos de organismos, em zonas de menor turbulência. O acúmulo de conchas mortas nessas áreas pode impactar o ecossistema local, uma vez que o excesso de matéria orgânica e subsequentemente pode alterar a composição química e física do substrato, afetando a biodiversidade e as condições ambientais.

No gráfico abaixo, são apresentados os resultados referentes ao comprimento e à largura dos indivíduos analisados, com base nas medidas de cada bivalve e gastrópode encontrado.

Como observado nas figuras 4 e 5, apresentam os resultados das medidas de comprimento e largura média dos bivalves e gastrópodes coletados, separados por fração granulométrica.

No gráfico da Figura 4, que mostra o comprimento médio dos indivíduos em cada fração granulométrica, observamos algumas tendências importantes. Nas frações de 4,00 mm a 8,00 mm, as categorias de *C. fluminea* — "Vivo-Semi aberta", "Vivo-Fechada", "Morto-Articulada" e "Morto-Desarticulada" — apresentam valores de comprimento médio próximos, variando entre aproximadamente 10 e 15 mm. Isso sugere uma consistência nas medidas de comprimento dos bivalves em frações de sedimento menores, indicando que essas frações granulométricas abrigam principalmente indivíduos de porte similar.

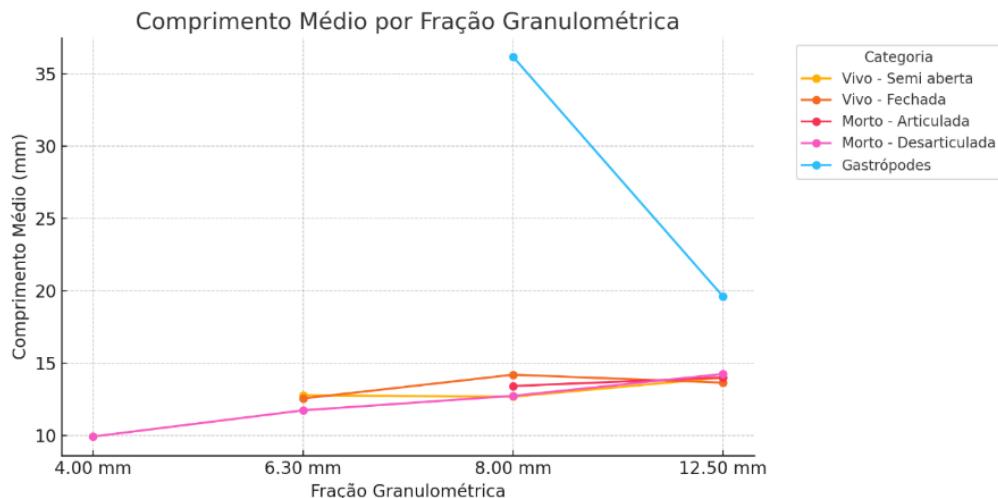
Na fração de 12,50 mm, observa-se um aumento expressivo no comprimento médio dos indivíduos classificados como "Gastrópodes", que atinge cerca de 35 mm. Esse aumento significativo no comprimento dos gastrópodes está relacionado ao fato de que essa espécie possui um tamanho naturalmente maior. Assim, ao passar pelas peneiras de diferentes frações, os gastrópodes acabam se concentrando na fração maior (12,50 mm) devido ao seu porte. Portanto, o tamanho dos gastrópodes faz com que eles permaneçam na fração granulométrica de 12,50 mm, refletindo suas características morfológicas através de sua predominância na superfície. A maioria dos gastrópodes foi encontrada na superfície, no quadrante de 2x2m coletado a 5 cm da superfície (amostras coletadas com o balde), reforçando que essas características morfológicas influenciam sua distribuição em frações maiores de sedimento.

Na Figura 5, que apresenta a largura média dos indivíduos por fração granulométrica, observamos uma variação semelhante à observada no comprimento médio. Nas frações de 4,00 mm a 8,00 mm, as categorias de *C. fluminea* (Vivo-Semi aberta, Vivo-Fechada, Morto-Articulada e Morto-Desarticulada) apresentam largura média entre 10 e 13 mm, com variações sutis entre elas. Esse padrão de consistência em frações menores sugere uma uniformidade nas características morfológicas dos bivalves em relação à largura.

Para os gastrópodes, na fração de 12,50 mm, observa-se uma largura média menor, em torno de 8 mm. Essa diferença na largura não está relacionada ao tipo de sedimento, mas sim à estrutura morfológica dos gastrópodes, que possuem naturalmente uma largura menor em

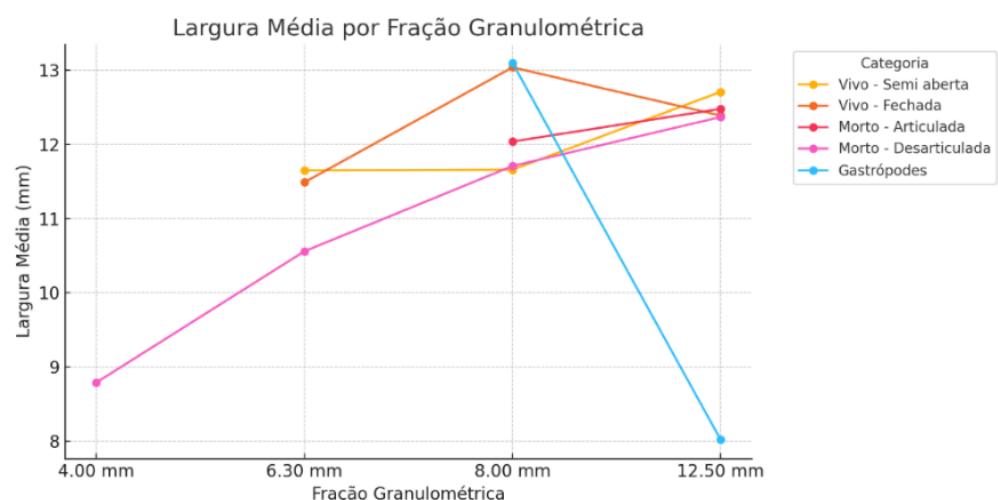
relação ao seu comprimento. Esse aspecto morfológico contribui para que esses organismos sejam encontrados em frações maiores de granulometria, mas com uma largura média menor em comparação aos bivalves.

Figura 4. Relação entre comprimento médio dos espécimes, por fração granulométrica e por categoria estudada.



Fonte: Autoria própria.

Figura 5. Relação entre largura média dos espécimes, por fração granulométrica e por categoria estudada.



Fonte: Autoria própria.

A temperatura é um fator determinante para a fisiologia dos moluscos, afetando suas taxas metabólicas, crescimento e reprodução, temperaturas extremas (muito baixas ou muito altas) podem limitar a sobrevivência e o crescimento (ROSA *et al.*, 2011).

O pH da água influencia a disponibilidade de nutrientes e a solubilidade de substâncias tóxicas, afetando a saúde e a viabilidade das populações de moluscos. *Corbicula fluminea*, por exemplo, tende a preferir ambientes com pH neutro a levemente alcalino (pH entre 7,0 e 8,5), o que é favorável para a manutenção de sua concha calcária. Por outro lado, ambientes muito ácidos podem causar a dissolução das conchas e comprometer a sobrevivência dos moluscos.

Os níveis adequados de oxigênio dissolvido são essenciais para a respiração dos moluscos. Quando os níveis de oxigênio estão baixos, em situações de eutrofização, por exemplo, os moluscos nativos que são mais sensíveis podem ser afetados, enquanto espécies invasoras, como *M. tuberculata*, que apresentam tolerância a condições adversas, podem sobreviver melhor. *C. fluminea* também mostra resiliência a flutuações de oxigênio, podendo aproveitar situações de hipóxia para se estabelecer em habitats onde outras espécies não conseguem sobreviver.

Portanto, a correlação entre a presença dessas espécies e os fatores abióticos reflete a sua capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. Ambientes com temperatura moderadamente elevada, pH neutro a alcalino e oxigênio dissolvido em níveis variáveis tendem a favorecer a presença dessas espécies invasoras. Essas características são comuns em corpos d'água impactados por atividades humanas, onde condições favoráveis para os moluscos nativos podem ser degradadas, resultando em uma dominância das espécies invasoras.

A fidelidade ecológica da malacofauna no Rio Tijuco é influenciada por diversos fatores que afetam a composição e distribuição das espécies de bivalves e gastrópodes, alterando a correspondência entre a fauna e o ambiente natural. A poluição é uma das principais ameaças à biodiversidade aquática, com impactos diretos na qualidade da água. No Rio Tijuco, a presença de poluentes orgânicos e químicos, provenientes do escoamento agrícola, despejo de efluentes urbanos e resíduos industriais, aumenta a concentração de nutrientes como nitrogênio e fósforo, favorecendo a eutrofização. Este processo reduz o oxigênio dissolvido, limitando a sobrevivência de espécies nativas mais sensíveis e criando condições propícias para organismos invasores que toleram ambientes degradados, como *M. tuberculata* e *C. fluminea*.

Outro fator que prejudica são as alterações de habitat, com a dragagem do leito do rio e a construção de barragens, modificam a estrutura física do ambiente, impactando diretamente a malacofauna. A dragagem remove o substrato onde muitos moluscos vivem, perturbando seu habitat natural, enquanto as barragens alteram o fluxo e os ciclos de sedimentação,

influenciando a distribuição de oxigênio e a composição do leito. Essas mudanças tornam o ambiente favorável para espécies oportunistas e invasoras, em detrimento das espécies nativas.

E as espécies como *Melanoides tuberculata* e *Corbicula fluminea* competem por espaço e recursos, alterando a dinâmica das comunidades locais. Elas podem ocupar nichos ecológicos que antes eram dominados por espécies nativas, levando à diminuição da diversidade e ao enfraquecimento das associações naturais entre as espécies.

Portanto, quando a fidelidade ecológica tende a ser alta, significa que a comunidade de moluscos está correspondendo exatamente às condições ‘naturais’ do ambiente, o que sugere a presença de um sistema ecológico saudável e bem controlado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos indicaram que a distribuição e a abundância das espécies de moluscos estão correlacionadas com variáveis ambientais, incluindo temperatura, pH e níveis de oxigênio dissolvido. As áreas com maior poluição ou perturbação física apresentaram uma presença mais acentuada de moluscos invasores. Portanto, as espécies de Moluscos invasoras conseguem coexistir, devido ao fato dessas espécies serem capazes de prosperar em condições em que as nativas encontram dificuldades.

A presença de *Melanoides tuberculata* e *Corbicula fluminea* indicou a presença da degradação ambiental no Rio Tijuco, pois competem com as espécies nativas e alteram a estrutura das comunidades aquáticas.

Além disso, a análise da fidelidade ecológica do Rio Tijuco destaca a necessidade de conservação e coleta de dados contínuos. A manutenção ou recuperação da fidelidade ecológica das espécies estudadas pode contribuir para a preservação das espécies locais, no sentido de promover a recuperação das espécies nativas e a resiliência do ecossistema. Por conseguinte, a urgência de atividades de gestão ambiental que reduzam os impactos antrópicos e incentivem a propagação do ecossistema aquático, proporcionando ao mesmo tempo a preservação da biodiversidade e a sustentabilidade das espécies de moluscos e de todos os demais organismos que a ele estão associados.

Em conclusão, o presente estudo reforça a necessidade de continuarem as investigações da fidelidade ecológica de malacofauna no Rio Tijuco e ressalta os achados, que mostram a influência de vários fatores ambientais e antrópicos na distribuição e abundância de bivalves e gastrópodes. Este estudo identificou a presença de espécies invasoras, como *M. tuberculata* e *C. fluminea*, o que sugere um cenário de degradação ambiental e a urgência de estratégias de manejo que ajudem a minimizar a pressão exercida por essas espécies invasivas no ecossistema.

Dessa maneira, investigações mais abrangentes, detalhando fontes de poluição específicas e impactos antrópicos, poderiam prover uma base para políticas públicas mais eficazes.

Para pesquisas futuras, recomenda-se investir em estudos de longo prazo que considerem não apenas a variação espacial das espécies, mas também os impactos de fatores sazonais e a interação com outras comunidades aquáticas. O aprofundamento na investigação sobre os efeitos das espécies invasoras e o desenvolvimento de programas de educação ambiental para envolver a comunidade

local são caminhos promissores para a conservação do Rio Tijuco e a manutenção da saúde do seu ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE LUCCA, G. M.; KAMADA, M. L.; DE LUCCA, J. V. Ocorrência de *Corbicula Fluminea* e *Melanoides Tuberculata* (moluscos exóticos) no córrego Retiro Saudoso, Ribeirão Preto - SP.

Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 2, 2012. DOI: <https://doi.org/10.17271/19800827822012263>.

LIMEIRA JUNIOR, S. C. M. **A influência dos fatores intrínsecos à concha na fidelidade ecológica de Caenogastropoda da enseada de Ubatuba, São Paulo**. 2024. 138f. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2024.

OSCOZ, J.; TOMDS, P.; DURON, C. Review and new records of non-indigenous freshwater invertebrates in the Ebro River basin (Northeast Spain). **Aquatic Invasions**, v. 5, n. 3, p. 263-284, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3391/AI.2010.5.3.04>.

ROSA, I. C. *et al.* *Corbicula fluminea*: Utilização de uma espécie invasora como organismo experimental. **Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos**, v. 3, n. 1, p. 40-59, 2011. DOI: <https://doi.org/10.34624/captar.v3i1.14479>.

SANTOS, L.; BACCARO, C. A. D. Caracterização geomorfológica da bacia do Rio Tijuco. **Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 11, p. 1-21, 2004. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG51115321>.

SOUSA, R. *et al.* Invasive bivalves in fresh waters: impacts from individuals to ecosystems and possible control strategies. **Hydrobiologia**, v. 735, p. 233-251, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1409-1>.

SOUSA, R.; ANTUNES, C.; GUILHERMINO, L. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**, v. 44, n. 2, p. 85–94, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1051/limn:2008017>.

SURIANI, A. L. **A estrutura da comunidade de macro-invertebrados bentônicos em três represas do médio rio tietê (SP), com ênfase nas espécies exóticas *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) e *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae)**. 2006. 164f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1897>.

SURIANI, A. L.; FRANÇA, R. S.; ROCHA, O. A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, *Melanoides tuberculata* (Müller) e *Corbicula fluminea* (Müller). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 21-32, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000100003>.

VAUGHN, C. C.; HAKENKAMP, C. C. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. **Freshwater Biology**, v. 46, n. 11, p. 1431-1446, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2001.00771.x>.

DOS SANTOS, Luciano; BACCARO, Claudete Aparecida Dallevedove. **Caracterização geomorfológica da bacia do Rio Tijuco.** *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 1, n. 11, p. 1-21, 2004. Disponível em: <https://scholar.google.pt/scholar?hl=pt-BR>. Acesso em: 22 nov. 2024.