



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS**

MARA RÚBIA FERREIRA BARROS

**Aspectos populacionais do bivalve perlífero *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791)
(Bivalvia: Hyriidae) no rio Maratauíra, Pará, Amazônia Oriental**

**BELÉM – PA
2019**

MARA RÚBIA FERREIRA BARROS

**Aspectos populacionais do bivalve perlífero *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791)
(Bivalvia: Hyriidae) no rio Maratauíra, Pará, Amazônia Oriental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) como requisito a obtenção de título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de concentração:
Biologia, pesca e manejo de organismos aquáticos

Professor orientador: Dr. rer. nat. Marko Herrmann

**BELÉM – PA
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B277a Barros, Mara Rúbia Ferreira
Aspectos populacionais do bivalve perlífero *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Hyriidae) no rio Maratauíra, Pará, Amazônia Oriental / Mara Rúbia Ferreira Barros. - 2019.
140 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Marko Herrmann
1. Moluscos. 2. Parâmetros de crescimento. 3. Bivalve límnico. I. Herrmann, Marko, *orient.* II. Título

CDD 594.4098115

MARA RÚBIA FERREIRA BARROS

**Aspectos populacionais do bivalve perlífero *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791)
(Bivalvia: Hyriidae) no rio Maratauíra, Pará, Amazônia Oriental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de concentração: Biologia, pesca e manejo de organismos aquáticos

Data de aprovação: 03 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. rer. nat. Marko Herrmann (Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr^a. Viviana Lisboa da Cunha
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr. Marcelo Costa Andrade
Universidade Federal do Pará – UFPA

Prof. Dr. Guilherme da Cruz Santos Neto
Instituto Federal do Pará – IFPA (*Campus Bragança*)

Aos meus filhos Camyla Sampaio e Elton Sampaio.
A minha mãe Aldanira Barros e irmãos.
Ao Rafael Chagas, namorado, amigo, companheiro e futuro esposo.
A minha querida ex-patroa e amiga Italzira Bittencourt (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, ser supremo que me inspira e me conduz nessa eterna caminhada, sendo essencial em minha vida.

A agradeço também a minha ex-patroa e amiga Vossa Meritíssima Juíza Italzira Bittencourt Rodrigues, que me incentivou e me deu todo o suporte que precisava desde quando pensei em entrar na graduação. Nunca saberei como lhe agradecer.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela bolsa, sempre necessária, e também a FAPESPA - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará - que financiou partes dos experimentos.

A UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, ISARH - Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos e ao PPGAqRAT - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, pelo uso de suas estruturas e equipamentos que auxiliaram no desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus professores e em especial ao meu professor e orientador Dr. Marko Herrmann, companheiro de caminhada, presente em toda minha trajetória acadêmica.

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e estar ao meu lado em todos os momentos. Em especial a minha mãe Aldanira Barros, meus filhos Camyla Sampaio e Elton Sampaio, pois são a razão da minha vida, sem eles eu nada seria. E aos meus irmãos pelo carinho, compreensão estando sempre ao meu lado.

Rafael Anaisce, meu eterno namorado, que me apoiou em todos os momentos deste trabalho, sendo responsável com todo seu amor, por eu ainda seguir em frente. Obrigado pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de sempre. Sem esquecer também da minha sogra e cunhada Dolores e Renata Anaisce, que sempre se mostraram muito prestativa desde quando as conheci.

Aos meus amigos Wagner César e Valdo Sena que sempre me ajudaram desde o início do projeto, dispondo de seu tempo e força física para assim desenvolver o presente trabalho. Sem esquecer também dos meus queridos amigos Gabriel, Lucas e Samira que dedicaram de seu tempo em laboratório para ajudar a processar as amostras. Gratidão sempre!!

Ao Dr. Nuno Melo e a Dr^a Maria Auxiliadora Pantoja, pela concessão do microscópio de fluorescência, que possibilitaram a execução de minhas análises.

Por fim, agradeço a Dr^a. Viviana Lisboa da Cunha, ao Dr. Marcelo Costa Andrade e ao Dr. Guilherme da Cruz Santos Neto por compor a banca de avaliação deste trabalho de dissertação.

Obrigada!!

RESUMO

Paxyodon syrmatorphorus (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Hyriidae) é um molusco de água doce, abundante em fundos areno-lamoso de corpos hídricos na região Amazônica. O presente trabalho visa estudar aspectos da dinâmica populacional (e.g., densidade, biomorfometria, crescimento e longevidade) de *P. syrmatorphorus*, presente em banco natural no rio Maratauíra (Abaetetuba - Pará), coletados no período de setembro de 2016 a setembro de 2017. Adicionalmente, estimou-se a composição centesimal (julho de 2018) e eficiência perlífera da espécie. Os indivíduos encontrados apresentaram comprimento anteroposterior modal de 53 a 68,9 mm, variando entre 7,71 a 104,63 mm, com densidades populacionais de 15 ind./m². As funções de crescimento (K e L_{∞}) de Von Bertalanffy foram estabelecidas a partir de distribuições de frequência de comprimento e pelo método de marcação-recaptura utilizando fluorocromo calceína. Deste modo, verifica-se que *P. syrmatorphorus* apresenta baixa taxa de crescimento ($K=0,10$) e crescimento longo ($L_{\infty}=83,62$). Com isso, assume-se que um indivíduo com comprimento de 83,62 mm apresenta idade equivalente a 98 anos, evidenciando a eficácia do método utilizando o marcador fluorocromo calceína. Adicionalmente, este trabalho registra a utilização de *P. syrmatorphorus* como fonte de alimento complementar pelos moradores locais que, por meio de análises específicas, apresenta alta taxa de umidade e proteínas em sua composição, bem como, baixo teor de lipídio e calorias, apresentando média de rendimento da carne comestível em 16,2%. Evidenciou-se ainda que, *P. syrmatorphorus* apresenta-se como uma espécie com potencial para futuros cultivos de pérolas na região. Em suma, este trabalho apresenta inúmeras informações inovadoras (e únicas na literatura científica) que possibilitam futuros trabalhos (e.g., biologia reprodutiva, dispersão de larvas, etc.) com *P. syrmatorphorus* e outros bivalves de água doce. Consequentemente, favorecendo um possível manejo sustentável e/ou medidas protecionistas para a espécie.

Palavras-chave: Moluscos, Parâmetros de crescimento, Bivalve límnico.

ABSTRACT

Paxyodon syrmatophorus (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Hyriidae) is a freshwater mollusk, abundant in sandy-loamy bottoms of water bodies in the Amazon region. The present work aims to study aspects of population dynamics (eg, density, biomorphometry, growth and longevity) of *P. syrmatophorus*, present in a natural bank in the Maratauíra river (Abaetetuba - Pará), collected from September 2016 to September 2017. Additionally, the centesimal composition and periferous efficiency of the species were estimated. The individuals presented a modal anteroposterior length of 53 to 68,9 mm, ranging from 7,71 to 104,63 mm, with population densities of 15 ind./m². The growth functions (K and L_{∞}) of Von Bertalanffy were established from length frequency distributions and by the mark-recapture method using fluorochrome calcein. Thus, *P. syrmatophorus* has low growth rate ($K = 0,10$) and long-lived growth ($L_{\infty} = 83,62$). With this, it is assumed that an individual with a length of 83,62 mm presents an age equivalent to 98 years, it is evident the efficacy of the method using the marker fluorochrome calcein. In addition, this work reports the use of *P. syrmatophorus* as a complementary food source by local residents who, through specific analyzes, present a high moisture and protein content in their composition, as well as low lipids and calories, presenting a mean of edible meat yield by 16.2%. It was also evidenced that, *P. syrmatophorus* presents as a species with potential for future pearl cultures in the region. In short, this study presents innumerable innovative information (and unique in the scientific literature) that enables future studies (e.g., reproductive biology, larval dispersal, etc.) with *P. syrmatophorus* and other freshwater bivalves. Consequently, favoring a possible sustainable management and / or protectionist measures of the species.

Keywords: Molluscs, Growth parameters, Freshwater mussel.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1:** Localização da área de estudo, destacando o banco natural (ponto laranja) de *Paxyodon syrmatophorus*..... 34
- Figura 2:** Morfometria da concha de *Paxyodon syrmatophorus* indicando as medidas externas da concha (linhas pontilhadas): comprimento anteroposterior (cor branca), largura (cor amarela) e altura (cor azul). Escala 10 mm. 35
- Figura 3:** Comparação sazonal entre as médias de comprimento anteroposterior de *Paxyodon syrmatophorus* no período amostrado..... 39
- Figura 4:** Abundância total mensal de *Paxyodon syrmatophorus* (barras) e pluviosidade (linhas) durante o período amostrado, setembro de 2016 a setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará..... 41
- Figura 5:** Densidade populacional de *Paxyodon syrmatophorus* m⁻² em barras e temperatura (°C) em linhas, entre setembro de 2016 e setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará..... 41
- Figura 6:** Variação mensal na estrutura populacional de *Paxyodon syrmatophorus* por classe de comprimento (mm). Durante o período amostrado, setembro de 2016 a setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará..... 42

CAPÍTULO 3

- Figura 1:** Área de estudo, destacando o local de cultivo experimental dos bivalves de água doce (ponto em verde)..... 56
- Figura 2:** Morfometria da concha do bivalve de água doce *Paxyodon syrmatophorus*. Comprimento anteroposterior (linha tracejada), largura e altura da concha. Escala 10 mm..... 57
- Figura 3:** Lanterna utilizada no cultivo de bivalves no estado do Pará. Morfometria dos bivalves acondicionados dentro das lanternas sobre os pratos..... 58
- Figura 4:** Processo de emblocamento dos bivalves límnicos do rio Maratauíra, ilha de Tabatinga, Abaetetuba: (A) Adição do catalizador na resina cristal e espera da reação do catalizador e resina cristal, (B) imersão da valva do bivalve límnico na solução de resina, (C) valvas dos bivalves submersas na mistura de resina antes que a mesma endureça e (D) secagem das valvas em resina cristal para a retirada do bloco pronto para ser cortado... 59
- Figura 5:** Processo de corte e polimento das secções: (A) corte em secções de 5mm de espessura já pré-definida, cortadas no sentido do comprimento anteroposterior, (B) secções cortadas e codificadas prontas para serem polidas e (C) placa de vidro com carboneto de silício e óxido de alumínio para polimento..... 60
- Figura 6:** Microfotografia da valva evidenciando a eficiência da marcação de calceína indicado com seta amarela. Esta valva refere-se a amostra de fevereiro de 2017..... 61
- Figura 7:** Microfotografias tiradas do bivalve límnico (linha tracejada preta) indicando o comprimento anteroposterior e ampliação da parte posterior e anterior da concha, evidenciando a marcação de calceína (linha tracejada). (A) lado anterior da valva e (B) lado posterior da valva, com seus respectivos incrementos..... 62

Figura 8:	Eficiência da marcação de fluorcromo calceína segundo as classificações de excelentes, insuficientes e não marcadas.....	64
Figura 9:	Eficiência da marcação com fluorcromo calceína para os dias de cultivo de bivalves <i>Paxyodon syrmatophorus</i>	65
Figura 10:	Eficiência da marcação de fluorcromo calceína com o comprimento anteroposterior dos bivalves marcados.....	65
Figura 11:	Sobrevivência dos indivíduos marcados com fluorcromo calceína ao longo de um ano de estudo.....	66
Figura 12:	Curvas de crescimento em tamanho segundo modelo von Bertalanffy, estabelecida para o crescimento de sexo agrupado do bivalve <i>Paxyodon syrmatophorus</i> do rio Maratauíra, Amazônia Oriental. Parâmetros encontrados através da análise de incremento valvar- IFM, utilizando o método modificado por Appeldoorn's.....	67
Figura 13:	Grade auximétrica desenvolvida através dos parâmetros phi-prime, calculados pelo autor que se encontram na tabela 2, onde relaciona-se os parâmetros de crescimento (K e L_{∞}), sendo possível verifica a influência dos diferentes métodos para estimativa de crescimento para três famílias de bivalves límnicos (cada código corresponde a uma espécie).....	68
CAPÍTULO 4		
Figura 1:	Localização da área de estudo, destacando o banco natural (ponto laranja) da espécie estudada.....	86
Figura 2:	Morfometria da concha do bivalve límnico <i>Paxyodon syrmatophorus</i> . Comprimento da concha Anteroposterior (linha tracejada branca), largura da concha e altura da concha, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Escala 10 mm.....	87
Figura 3:	(A) Histograma de frequência de ocorrência de classes de comprimento da espécie estudada <i>Paxyodon syrmatophorus</i> . (B) Gráficos do IEF de <i>P. syrmatophorus</i> , apresentando as razões morfométricas entre largura e comprimento anteroposterior (L/C), altura e largura (A/L) e altura e comprimento anteroposterior (A/C)	90
Figura 4:	Regressões morfométricas efetuadas entre as medidas externas da concha de <i>P. syrmatophorus</i> . (A) Comprimento anteroposterior e largura da concha. (B) Comprimento anteroposterior e altura da concha e (C) Largura e altura da concha.....	91
Figura 5:	Regressões biomorfométricas efetuadas entre as medidas externas da concha e massas. (A) Comprimento anteroposterior e massa total. (B) Comprimento anteroposterior e massa visceral. (C) Comprimento anteroposterior e rendimento.....	93
CAPÍTULO 5		
Figura 1:	Localização da área de coleta, destacando a ilha de Tabatinga a direita com a localização do banco natural de bivalves de água doce (ponto laranja). Local de preparo e consumo dos bivalves (ponto verde).....	100
Figura 2:	Bivalves cobertos pelo substrato inconsolidado (A) e por esponjas provenientes (B) do rio Maratauíra. Setas azuis indicando dois bivalves totalmente cobertos por esponjas de água doce.....	103
CAPÍTULO 6		
Figura 1:	Localização da área de estudo, destacando o banco natural (ponto laranja) da espécie estudada.....	111

Figura 2:	Registros de pérola nas três espécies de bivalves límnicos: (A) <i>Castalia ambigua</i> (escala: 1 cm), (B) <i>Paxyodon syrmatophorus</i> e (C) <i>Triplodon corrugatus</i> (escala: 2 cm). Indicação das morfometrias das pérolas ampola (comprimento indicado na seta em preto), utilizando software ImageJ.....	113
Figura 3:	Pérolas do tipo “encistadas” encontradas nos bivalves, <i>Paxyodon syrmatophorus</i> (A), <i>Triplodon corrugatus</i> (B) e (C). Escala 1 mm (A e B) e 1,5 mm (C).....	114
Figura 4:	Correlações entre as variáveis de abundância pelo comprimento e abundância pela área da concha.....	115

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	
Tabela 1: Diversidade de bivalves límnicos a nível mundial. Legenda: (*) ordens com organismos, geralmente, de ambientes marinhos com alguns representantes em água doce; (†) Registros fosseis.....	15
CAPÍTULO 2	
Tabela 1: Caracterização dos parâmetros físico-químico dos dados abióticos da área de estudo, durante as coletas.....	38
Tabela 2: Coeficientes de correlações entre as variáveis durante o período amostrado, setembro de 2016 a setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará.....	38
CAPÍTULO 3	
Tabela 1: Análise descritiva dos bivalves coletados para dar início ao experimento com fluorocromo calceína.....	57
Tabela 2: Lista de estudos sobre crescimento dos bivalves límnicos que apresentam parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} e K), indicando área e país correspondente ao estudo, a região climática (Arti.: Ártico; Temp.: temperada; Trop.: tropical) e a metodologia de análise de crescimento (CR: captura e recaptura; LFD: frequência de comprimento; e AC: anéis de crescimento). Além disso, indica-se os parâmetros de crescimento: constante de crescimento (K), estimada em anos; o comprimento máximo (L_{∞}), o índice de crescimento phi-prime (Φ') e o índice de desempenho de crescimento (OGP). São indicados, também, as referências aos estudos citados.....	69
CAPÍTULO 5	
Tabela 1: Descrição dos ingredientes utilizados na cocção da carne de bivalve de água doce.....	101
Tabela 2: Composição centesimal (%) e calorias da espécie <i>Paxyodon syrmatophorus</i> oriundo do rio Maratauíra, Abaetetuba comparada a outros bivalves consumidos pela população humana.....	104
CAPÍTULO 6	
Tabela 1: Análise descritiva das variáveis estudadas para as três espécies.....	115
Tabela 2: Análise descritiva das pérolas tipo “ampolada” encontradas nas valvas das três espécies estudadas. Com valores de comprimento anteroposterior máximo e mínimo representados em milímetros (mm).....	115

Sumário

CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.1 Referencial teórico	15
1.1.1 Características gerais e diversidade dos bivalves límnicos no mundo	15
1.1.2 <i>Status</i> da diversidade dos bivalves límnicos no Brasil	17
1.1.3 Estudos com bivalves límnicos na região amazônica brasileira	20
1.1.4 <i>Paxyodon syrmatophorus</i> (Gmelin, 1791).....	21
1.2 Justificativas e objetivos	22
REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO 2. ASPECTOS POPULACIONAIS DE <i>Paxyodon syrmatophorus</i> (Gmelin, 1791) (BIVALVIA: HYRIIDAE) EM UM BANCO NATURAL NA BAÍA DO CAPIM, AMAZÔNIA ORIENTAL, NORTE DO BRASIL	32
RESUMO	32
ABSTRACT	32
2.1 Introdução	33
2.2 Material e Métodos	34
2.3 Resultados	39
2.4 Discussão	44
2.5 Agradecimentos	46
REFERÊNCIAS	47
CAPÍTULO 3. USO DE FLUOROCROMO CALCEINA NA DETERMINAÇÃO DE CRESCIMENTO DO BIVALVE DE ÁGUA DOCE <i>Paxyodon syrmatophorus</i> (Gmelin, 1791) NA REGIÃO AMAZÔNICA	54
RESUMO	54
ABSTRACT	54
3.1 Introdução	55
3.2 Material e Métodos	56
3.3 Resultados	65
3.4 Discussão	76
3.5 Conclusão	79
3.6 Agradecimentos	79
REFERÊNCIAS	80
CAPÍTULO 4. CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOMÉTRICA DA CONCHA DE <i>Paxyodon syrmatophorus</i> (Gmelin, 1791) (BIVALVIA: HYRIIDAE)	85
RESUMO	85
ABSTRACT	85

4.1	Introdução	86
4.2	Material e Métodos	87
4.3	Resultados e discussão	90
4.4	Conclusão	93
4.4	Agradecimentos	95
	REFERÊNCIAS	95
CAPÍTULO 5. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO MOLUSCO <i>Paxyodon syrmatophorus</i>		
(Gmelin, 1791) (BIVALVIA: HYRIIDAE) CONSUMIDOS NA ILHA DE TABATINGA, AMAZÔNIA ORIENTAL.....		
	RESUMO:	99
	ABSTRACT	99
5.1	Introdução	100
5.2	Material e Métodos	101
5.3	Resultados e Discussão	103
5.4	Conclusão.....	105
5.5	Agradecimentos	106
CAPÍTULO 6. OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE PÉROLAS EM BIVALVES DE		
ÁGUA DOCE NA REGIÃO AMAZÔNICA		
	RESUMO	110
	ABSTRACT	110
6.1	Introdução	111
6.2	Material e Métodos	112
6.3	Resultados e discussão	113
6.5	Conclusão.....	117
6.6	Agradecimentos	118
	REFERÊNCIAS	118
7	CONCLUSÕES GERAIS.....	120
8	RECOMENDAÇÕES.....	122
	APÊNDICES	123
	APÊNDICE A: Resumos simples apresentados em eventos científicos no Brasil	124
	APÊNDICE B: Resumos expandidos apresentados em eventos científicos no Brasil	130
	APÊNDICE C: Resumos simples apresentados em eventos científicos internacionais	134
	APÊNDICE D: Resumos expandidos apresentados em eventos científicos internacionais	135
	APÊNDICE E: Capítulo de livro publicado.....	137
	APÊNDICE F: Publicação em plataformas digitais.	138

CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Referencial teórico

1.1.1 Características gerais e diversidade dos bivalves límnicos no mundo

O filo Mollusca apresenta a segunda maior diversidade dentro do grupo dos invertebrados, sendo superado apenas pelo filo Arthropoda (RUPPERT, BARNES, 1996; RUPPERT, FOX, BARNES, 2004). Esta classificação se dá devido ao sucesso de sua evolução durante toda sua existência (BRUSCA, BRUSCA, 2007), proporcionando uma elevada diversidade morfológica. Parte desse sucesso evolutivo apresenta-se atrelado a sua forma de distribuição, que em grande maioria ocorre de forma passiva, conferindo-lhe uma extensa amplitude (GAMA, 2004; AMARAL et al., 2008). Atualmente, os moluscos agrupam-se em nove classes: Bivalvia, Caudofoveata, Cephalopoda, Gastropoda, Monoplacophora, Polyplacophora, Rostroconchia, Scaphopoda e Solenogastres (HORTON et al., 2017), com destaque aos bivalves, gastrópodes e cefalópodes devido sua importância econômica. Destes, somente as classes Bivalvia e Gastropoda apresentam espécies presentes em ambientes aquáticos dulcícolas (ou límnicos) (AVELAR, 1999).

No contexto geral, os moluscos bivalves, apresentam corpo comprimido lateralmente, com conchas divididas em duas metades articuladas dorsalmente pela charneira (elástico quitinoso) (LEAL, 2003), sendo, os moluscos bivalves que são restritos a ambientes de água doce encontrados em rios, lagos, córregos, açudes dentre outros (MANSUR et al., 2008b).

Atualmente, os bivalves límnicos, apresentam-se distribuídos em cinco ordens, 201 gêneros e 1283 espécies existentes (GRAF; CUMMINGS, 2007; LIMA, 2010; GRAF, 2013; GRAF; CUMMINGS, 2018). Estes bivalves estão distribuídos em quase todos os continentes, exceto na Antártida. Contudo, aproximadamente 27% dos gêneros e 21% das espécies de bivalves já se encontram em estado de extinção (Tabela 1), e por conta disso, representam o grupo de animais de água doce em maior risco de extinção (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005b).

A ordem mais diversa dentro deste grupo é a ordem Unionoida, chamada também de Unioniformes (BOGAN, ROE, 2008), conhecida popularmente por “náíades” (AGOSTINHO, THOMAZ; GOMES, 2005b; GRAF; CUMMINGS, 2007). Estes bivalves constituem-se como objeto de estudo desde os tempos de Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.), porém seus primeiros volumes impressos foram publicados aproximadamente no ano de 1500 d.C., ilustrados por Konrad Gesner em 1553 e Olaus Magnus em 1555 (BOGAN, ROE, 2008).

A segunda ordem mais diversa é a Veneroidea, que apresenta sete famílias, nas quais – Cyrenidae (taxonomia atualizada de Corbiculidae), Sphaeriidae (conhecida também como Pisiidae) contém as maiores riquezas de espécies dentro desta ordem (GRAF, 2013; GRAF, CUMMINGS, 2018).

Tabela 1: Diversidade de bivalves límnicos a nível mundial. Legenda: (*) ordens com organismos, geralmente, de ambientes marinhos com alguns representantes em água doce; (†) registros fósseis.

Ordem	Família	Gênero	Gênero †	Espécie	Espécie †	Total gênero	Total espécie
Arcoides*	Arcidae	1		5		1	5
Myoidea*	Corbulidae	1		1		1	1
	Pholadidae	1		1		1	1
Mytiloidea*	Mytilidae	3		5		3	5
Veneroidea*	Cardiidae	3		3		3	3
	Cyrenidae (Corbiculidae)	2		92		2	92
	Donacidae	1		3		1	3
	Dreissenidae	3		11		3	11
	Mactridae	1		1		1	1
	Pharidae	2		5		2	5
	Sphaeriidae (Pisidiidae)	4		228		4	228
	Desertellidae		1		1		1
Unionoidea	Etheriidae	4		4		4	4
	Hyriidae	15	5	96	34	20	130
	Iridinidae	6		40	14	6	54
	Margaritiferidae	4	8	18	27	12	45
	Mycetopodidae	11		53	1	11	54
	Nakamuranaiidae		6		14	6	14
	Plicatounionidae		1		2	1	2
	Pseudohyriidae		7		10	7	10
	Silesunionidae		2		4	2	4
	Trigonioididae		5		5	5	5
	Unionidae	139	40	717	223	179	940
	Total		201	75	1283	335	276

Fonte: Adaptada de Mussel project 2018.

Os bivalves límnicos estão presentes em ambientes com substratos lodosos, argilosos ou areno-lodosos, restringindo-se a áreas marginais com pouca profundidade (AQUINO-ALMEIDA, 2006). Em algumas espécies a concha atinge aproximadamente 30 cm de comprimento (JACOMINI, 2002) e longevidade de até 79 anos (AKIYAMA, IWAKUMA, 2007). Além disso, apresenta hábito de vida similar aos demais bivalves (VAUGHN, GIDO, SPOONER, 2004). Segundo Avelar (1999), indivíduos adultos são relativamente sedentários, encontrando-

se preferencialmente junto ao substrato ou associados à vegetação. Uma peculiaridade do grupo é a presença do estágio larval parasitário denominado gloquídeos ou lasídios, que busca outros organismos (principalmente peixes) como meio de dispersão (COX, 1969; DILLON, 2000; VAUGHN, GIDO, SPOONER, 2004).

Sua concha é composta principalmente por aragonita, proporcionando-lhe um aspecto lamelado, com uma porção de calcita e material orgânico revestida de perióstraco – membrana proteinácea escura que previne a dissolução da aragonita (JACOMINI, 2002). Esta última camada dá-se principalmente em virtude de os organismos viverem em contato direto com substrato (AQUINO-ALMEIDA, 2006).

Segundo Amaral et al. (2008) e Lima (2010) as principais causas de declínio das populações límnicas são as modificações e destruições do habitat, seja a níveis tróficos, bem como, os não-tróficos e seu desempenho dentro do ecossistema (FORTUNATO, 2016; VAUGHN, TAYLOR, 1999). Diversos autores comentam que a conservação de espécies nativas, vêm sofrendo redução populacional em decorrência de diferentes atividades aos ecossistemas límnicos, tais como: destruição de habitats marginais, assoreamento, alteração da qualidade da água, eutrofização, barramentos das rotas migratórias da ictiofauna, bem como, a competição por recursos e habitats com espécies de moluscos invasores (BARNHART, HAAG, ROSTON, 2008; JACOMINI, 2002; LUDWIG et al., 2014; PEREIRA, MANSUR, PIMPÃO, 2012; TERUI et al., 2014).

1.1.2 *Status* da diversidade dos bivalves límnicos no Brasil

Segundo Mansur et al. (1987), o Brasil apresenta duas ordens principais de bivalves límnicos: Unionoidea e Veneroidea, sendo a primeira representada pelas superfamílias Unionoidea (GRAF, CUMMINGS, 2007), já a segunda (ordem quase que exclusivamente marinha), é representada em ambiente límnicos pela superfamília Sphaerioidea (MANSUR, SCHULZ, GARCES, 1987). A classificação mais usada para bivalves límnicos Sul-Americanos é descrita por Parodiz e Bonetto (1963), que apresenta duas famílias principais, Hyriidae e Mycetopodidae.

Ao todo são conhecidos 22 gêneros, com 115 espécies de bivalves límnicos para o Brasil (AVELAR, 1999; PEREIRA, MANSUR, PIMPÃO, 2012; SIMONE, 2006). Estas, apresentam-se distribuídas em uma superfamília (Sphaeriidae), três famílias nativas (Hyriidae, Muteloidea, Mycetopodidae e duas famílias introduzidas (Cyrenidae e Mytilidae) (AQUINO-ALMEIDA, 2006). Estima-se que esses moluscos estão distribuídos em todas as regiões brasileiras, com a

maior diversidade encontrada nas regiões Norte e Sul (MANSUR, PEREIRA, 2006; SIMONE, 2006).

Para a região Sul e Sudeste a ordem Unionoida está representada pela família Mycetopodidae (gêneros: *Mycetopoda*, *Anodontites*, *Leila* e *Monocondylaea*) e Hyriidae (gêneros: *Rhipidodonta* e *Diplodon*) (AGUDO-PADRÓN, 2014; VIDIGAL et al., 2005). Para a ordem Veneroida, tem-se duas famílias Cyrenidae (gêneros: *Corbicula*, *Cyanocyclus* e *Neocorbicula*) e Sphaeriidae (gênero: *Limnoperna*) (SIMONE, 2006), e a ordem Mytiloida, que apresenta a família Mytilidae (gêneros: *Eupera* e *Euglesa*). Na região Norte, existe a presença de três famílias: Hyriidae (gêneros: *Prisodon*, *Paxyodon*, *Callonaia*, *Castalia*, *Castaliella* e *Triplodon*) (MANSUR, PIMPÃO, 2008; SANTOS-NETO et al., 2017; SIMONE, 2006), Cyrenidae (gêneros: *Cyanocyclus* e *Corbicula*) e Sphaeriidae (gênero: *Pisidium*) (MANSUR, PIMPÃO, 2008; SIMONE, 2006).

Estudos relacionados a estes organismos iniciou-se na década de 60, tendo como seu principal pioneiro Haas (1969), que desenvolveu estudos com bivalves límnicos, servindo de subsídio para o desenvolvimento de diversos outros estudos no Brasil, exemplificados no quadro 1, abaixo:

Quadro 1: Estudos relacionados aos bivalves límnicos em território brasileiro: Legenda: Região (N) Norte, (NO) Nordeste, (CO) Centro-Oeste, (S) Sul e (SE) Sudeste, (+) estudos com diversas espécies.

Estudo	Espécies	Área de estudo	Autores
Análises genéticas	<i>Diplodon expansus</i>	S: Rio Piraquara, PR	Meyer, Oliveira e Martim (2010)
	<i>Triplodon corrugatus</i>	N: Região amazônica	Santos-Neto et al. (2017)
Colonização em substrato artificial	<i>Limnoperna fortunei</i>	S e SE	Bergmann et al. (2010)
		S: Rio Jacuí, RS	Bergonci et al. (2009)
		S: Lago Guaíba - RS	Mansur et al. (2008b)
		S: Rio Jacuí, RS	Mansur et al. (2009)
		S: Rio Jacuí, RS	Pereira et al. (2010)
Bioacumulação de substâncias tóxicas	<i>Corbicula fluminea</i>	SE: Lagoa do Galo Bravo - SP	Jacomini (2002)
	<i>Nodontites trapesimalis</i>	SE: Lagoa do Galo Bravo - SP	Jacomini (2002)
	<i>Diplodon expansus</i>	SE: Ribeirão Claro, SP	Nogarol (2012)
Biogeografia	+	S: Lago Suzana, RS	Duarte e Diefenbach (1994)
	<i>Triplodon chodo</i>	N: Amazônia	Mansur e Pimpão (2008)
	+	S: Santa Catarina	Ulrich (2011)
Biomorfometria	<i>Limnoperna fortunei</i>	S: Rio Jacuí e lago Guaíba, RS	Mansur et al. (2008a)
	+	N: Pará	Mata et al. (2019)
	+	N: Manaus, AM	Pimpão et al. (2012)
Biomonitoramento ambiental	+	S: Lagoa do Araçá, RS	Gama (2004)
	Sphaeriidae	S: Rio Grande do Sul, RS	Maltchik et al. (2010)

Continuação do Quadro 1.

Estudo	Espécies	Área de estudo	Autores
Biomonitoramento ambiental	<i>Limnoperna fortunei</i>	SE: Lago Guaíba e Laguna dos Patos - RS	Mansur et al. (2003)
	+	CO: Rio Cuiabá, MT	Michiura (2015)
	<i>Anodontites tenebricosus</i>	SE: Rio Ribeira de Iguape - SP	Rodrigues et al. (2012)
Desenvolvimento larval	+	N: Rio Tocantins, PA	Beasley et al. (2003)
	<i>Anodontites trapesialis</i>	Brasil	Felipi e Silva-Souza (2008)
Dinâmica populacional	+	SE: Rio Pardo, município de Ribeirão Preto, SP	Aquino-Almeida (2006)
		S: APA do Rio Verde, PR	Meyer et al. (2017)
Riqueza de espécies	+	S: Santa Catarina, SC	Agudo-Padrón (2008)
		SE: São Paulo - SP	Avelar (1999)
		S: Uruguaiana, RS	Castillo, Bortoluzzi e Oliveira (2007)
		S: Lagoa do Casamento; Butiazais de Tapes, RS	Drugg-Hahn et al. (2007)
		SE: Juiz de Fora, MG	Lamego (2015)
		S: Rio dos Sinos, RS	Mansur e Pereira (2006)
		CO: Pantanal de Poconé, MT	Marçal e Callil (2017)
		SE: Itapecerica da Serra -SP	Mota (2011)
		S: Delta do Jacuí, RS	Pfeifer e Pitoni (2003)
		N: Manaus, AM	Pimpão e Martins (2009)
		S do Brasil	Sá et al. (2013)
		SE: Rio Irani, SC	Ulrich (2011)
SE: Rio doce, MG	Vidigal et al. (2005)		
Ecologia geral	+	SE: São Paulo - SP	Avelar (1999)
Espécie exótica	<i>Corbicula fluminea</i> e <i>Limnoperna fortunei</i>	Brasil	Agostinho, Thomaz e Gomes (2005a)
	<i>Corbicula fluminea</i>	S: Uruguaiana, RS	Castillo, Bortoluzzi e Oliveira (2007)
	<i>Corbicula fluminea</i>	S: Rio Passaúna, PR	Oliveira, Meyer e Armstrong (2014)
	<i>Corbicula fluminea</i>	N: Rio Negro - AM	Pimpão e Martins (2008)
	<i>Corbicula fluminea</i>	CO: Rio Teles Pires, MT	Poleze e Callil (2015)
	<i>Limnoperna fortunei</i>	S: Rio Uruguai, RS	Querol et al. (2013)
	+	Brasil	Silva e Barros (2011)
<i>Corbicula fluminea</i>	SE: Sapucaí, SP	Vianna e Avelar (2010)	
Espécies ameaçadas	+	Brasil	Amaral et al. (2008)
Exploração	+	N: Rio Tocantins, PA	Beasley (2001)
Formação de pérola	<i>Triplodon</i> sp.	N: Ilha do Marajó - PA	Hohn e Costa (2002)
Morfofisiologia	Hyriidae	N: Amazônia	Pimpão (2010)
	<i>Anodontites elongatu</i>	N e S: AM – PR	Simone (1997)
Nutrição	<i>Limnoperna fortunei</i>	S: Rio Paraná, PR	Hudson (2014)
	<i>Diplodon rotundus gratus</i> e <i>greeffeanu</i>	SE: Rio Mogi-Guaçu, SP	Lima e Avelar (2015)
	<i>Limnoperna fortunei</i>	S: Foz do Iguaçu, PR	Pestana et al. (2009)
Reprodução	<i>Paxyodon syrmatophorus</i>	N: Rio Tocantins,	Beasley et al. (2000)
	<i>Diplodon</i>	SE: Ribeirão Preto - SP	Lima (2010); Lima (2017)
	<i>Diplodon marlensi</i>	S: Arroio Bom Jardim, RS	Mansur (1999)

Continuação do Quadro 1.

Estudo	Espécies	Área de estudo	Autores
Reprodução	<i>Diplodon expansus</i>	S: Rio Piraquara, PR	Meyer, Martin e Oliveira (2013)
	<i>Diplodon ellipticus</i>	S: Morretes, PR	Meyer et al. (2014)
Taxonomia	+	Brasil	Mansur, Schulz e Garces (1987)
			Pereira, Mansur e Pimpão (2012)
			Santos-Neto et al. (2016)

1.1.3 Estudos com bivalves límnicos na região amazônica brasileira

A região amazônica é conhecida pela sua elevada biodiversidade. Entretanto, a fauna de moluscos é considerada pouco diversa quando comparados, por exemplo, com a fauna de peixes, que é a mais diversa do mundo (WESSELINGH, RAMOS, 2010). Segundo Pimpão (2010), a malacofauna límnic da região amazônica, em especial os bivalves, carecem de estudos e demandam por mais pesquisas para assim ampliar mais o conhecimento sobre as espécies. As principais espécies estudadas na região encontram-se especificadas no quadro 2 abaixo:

Quadro 2: Diversidade de estudos realizados na região amazônica. (*) Espécie identificada pelo presente autor através das características da concha.

Área de estudo	Espécies	Autores
Amazonas	<i>Triplodon chodo</i>	Mansur e Pimpão (2008)
	<i>Corbicula fluminea</i>	Pimpão e Martins (2008)
	<i>Anodontites elongatus</i> <i>Anodontites (Lamproscapha) ensiformis</i> <i>Anodontites trapesialis</i> <i>Castalia ambigua</i> <i>Corbicula fluminea</i> <i>Eupera simoni</i> <i>Leila esula</i> <i>Mycetopoda siliquosa</i> <i>Prisodon obliquus</i> <i>Triplodon corrugatus</i>	Pimpão, Rocha e Fettuccia (2008)
	<i>Corbicula fluminea</i>	Pimpão e Martins (2009)
Mato Grosso	<i>Anodontites elongatus</i> <i>Anodontites trapesialis</i> <i>Castalia inflata</i> <i>Corbicula fluminea</i> <i>Mycetopoda siliquosa</i> <i>Pisidium sterkianum</i>	Colle e Callil (2012)
	<i>Anodontites elongatus</i> <i>Anodontites trapesialis</i> <i>Castalia inflata</i> <i>Corbicula fluminea</i> <i>Diplodon parallelopipedon</i> <i>Eupera sp.</i> <i>Micetopoda siliquosa</i> <i>Pisidium sp.</i>	Michiura (2015)

Continuação do Quadro 2.

Área de estudo	Espécies	Autores
Mato Grosso	<i>Anodontites elongatus</i> <i>Anodontites trapesialis</i> <i>Castalia ambigua</i> <i>Mycetopoda siliquosa</i>	Marçal e Callil (2017)
	<i>Corbicula fluminea</i>	Poleze e Callil (2015)
Pará	<i>Paxyodon syrmatophorus</i>	Beasley et al. (2000)
	<i>Castalia ambigua</i> <i>Paxyodon syrmatophorus</i> <i>Triplodon corrugatus</i>	Beasley (2001)
	<i>Castalia ambigua</i> <i>Paxyodon syrmatophorus</i> <i>Triplodon corrugatus</i>	Beasley et al. (2003)
	<i>Corbicula fluminea</i>	Beasley, Tagliaro e Figueiredo (2003)
	<i>Triplodon corrugatus*</i>	Hohn e Costa (2002)
	<i>Paxyodon syrmatophorus</i> <i>Prisodon obliquus</i> <i>Triplodon corrugatus</i>	Mata et al. (2019)
	<i>Triplodon corrugatus</i>	Santos-Neto et al. (2017)
Região amazônica	<i>Castalia ambigua</i> <i>Diplodon hylaeus</i> <i>Diplodon obsolescens</i> <i>Diplodon suavidicus</i> <i>Paxyodon syrmatophorus</i> <i>Prisodon obliquus</i> <i>Triplodon corrugatus</i>	Pimpão et al. (2012)
	<i>Anodontites elongatus</i>	Simone (1997)

1.1.4 *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791)

Presente na família Hyriidae, a espécie *P. syrmatophorus*, apresenta uma distribuição geográfica que abrange Nordeste da América do Sul, do Orinoco e Guiana ao baixo Amazonas (PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014). De acordo com dados da *The International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species* a espécie apresenta-se inserida na categoria *Least Concern*, ou seja, apresenta pouca preocupação, devido sua grande abundância e ampla distribuição, presentes principalmente em rios e lagos (BEASLEY et al., 2000).

As larvas de *P. syrmatophorus* apresentam um estágio parasitário denominado de gloquídios, utilizando animais (e.g., peixes e outros animais aquáticos) durante o período de metamorfose para se dispersar, prendendo-se a eles com ganchos e/ou espinhos (BEASLEY et al., 2000; PIMPÃO, 2010; PIMPÃO, MANSUR, 2009).

A espécie *P. syrmatophorus* apresenta concha relativamente grande, de formato triangular alongado e espessa com asas anteriores e posteriores – lateral anterior curto e posterior alongadas. Seu umbo é baixo e erodido, de superfície externa lisa e brilhante de tonalidade variando de marrom claro a escuro. Possui ainda ligamento da dobradiça com dentes

pseudocardinais e laterais. *P. syrmatorphorus* evidencia ser uma espécie dioica, com casos raros de hermafroditismos e sem presença de dimorfismo sexual. (BEASLEY et al., 2000).

1.2 Justificativas e objetivos

No Brasil, a fauna de bivalves nativos vem sofrendo diversos impactos antropogênicos (e.g., industriais, agricultura e extrativismo) e competições interespecíficas (e.g., presença de espécies exóticas) (FORREST et al., 2017; LIMA, 2017), tornando-se um grande agravante para o desenvolvimento e manutenção dos bivalves nativos.

Segundo Zhao et al. (2017), os bivalves límnicos, apresentam elevada importância ao monitoramento ambiental, principalmente por serem organismos bioindicadores de mudanças ambientais induzida por eutrofização, como mudança redox (indicador oxidação-redução), hipóxia (baixo teor de oxigênio) e grande quantidade de sólidos em suspensão (HOELLEIN et al., 2017; TUTTLE-RAYCRAFT, MORRIS, ACKERMAN, 2017).

Em ambientes de águas quentes o crescimento dos moluscos bivalves é relativamente alto (NAKANO, 2017), com depósitos de anéis de crescimento aparentes em suas conchas semelhante aos apresentados em árvores, peixes (através de escamas, otólitos e vértebras) dentre outros (HAAG, 2009). Com isso, estudar os aspectos populacionais, bem como crescimento e longevidade dos bivalves límnicos (Unionidae), são importantes parâmetros para definir as estratégias de história de vida e avaliar a vulnerabilidade aos impactos antropogênicos em sua população (KLUNZINGER et al., 2014), principalmente quando utilizados para o biomonitoramento de sistemas fluviais (RODRIGUES et al., 2012).

Neste contexto, por meio de uma revisão bibliográfica em diversas plataformas científicas e também as compiladas por Chagas (2019), verificou-se a poucas informações relativas aos aspectos populacionais do bivalve *P. syrmatorphorus* na literatura atual. Com exceção ao trabalho desenvolvido por Beasley et al. (2000) que estudou a época da liberação dos gloquídeos na Amazônia e sua relação com os períodos de migração dos peixes.

Partindo do exposto, o objetivo principal desta dissertação é caracterizar os aspectos populacionais (e. g. aspectos biomorfológicos, densidade, composição centesimal, dinâmica do crescimento, bem como a eficiência perlófera) do molusco bivalve de água doce *Paxyodon syrmatorphorus* presente no rio Maratauíra, Ilha de Tabatinga, município de Abaetetuba, Estado do Pará, Amazônia Oriental.

Dentre os objetivos específicos, estão:

- Determinar as relações biomorfológicas de *P. syrmatophorus*;
- Estimar a composição centesimal da espécie;
- Estimar a densidade populacional em ambiente natural;
- Estimar o crescimento de *P. syrmatophorus* por meio dos métodos de frequência de comprimento mensal e marcação com fluorocromo calceína;
- Avaliar a eficiência do marcador fluorocromo calceína em *P. syrmatophorus*;
- Comparar o crescimento de *P. syrmatophorus* nos métodos utilizados;
- Calcular os parâmetros de crescimento Von Bertalanffy K e L_{∞} de *P. syrmatophorus* por meio das duas metodologias utilizadas;
- Inferir o melhor método para a estimativa de crescimento da espécie; e,
- Caracterizar a eficiência perliífera do molusco.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A., A.; THOMAZ, S., M.; GOMES, L., C. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, jul., 2005a.
- _____. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. . **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, 2005b.
- AGUDO-PADRÓN, A.I. Recent terrestrial and freshwater molluscs of Santa Catarina state, SC, Southern Brazil Region: A comprehensive synthesis and check list. **Visaya**. v. 2009, n. p. 1-12, 2008.
- _____. Inventario sistemático de los moluscos continentales ocurrentes en el Estado de Santa Catarina, Brasil. **Bioma**. v. 21, n. 2, p. 6-23, 2014.
- AKIYAMA, Y.; IWAKUMA, T. Survival of glochidial larvae of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera laevis* (Bivalvia: Unionoida), at different temperatures: a comparison between two populations with and without recruitment. **Zoological Science**. v. 24, n. 9, p. 890-893, 2007.
- AMARAL, A.C.Z., et al. Invertebrados aquáticos. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 2008. p. 156-301.
- AQUINO-ALMEIDA, A.L.A. **Comparação temporal de uma associação de bivalves límnicos do rio Pardo, município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo, Brasil**. 2006. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2006. <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp007329.pdf>
- AVELAR, W.E.P. Moluscos Bivalves. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURATUNDISI, T. & ROCHA, O. **Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: Fundação de Amparo para Pesquisa do Estado de São Paulo, 1999. p. 65-68.
- BARNHART, M.C.; HAAG, W.R.; ROSTON, W.N. Adaptations to host infection and larval parasitism in Unionoida. **Journal of the North American Benthological Society**. v. 27, n. 2, p. 370-394, 2008.
- BEASLEY, C.R. The Impact of Exploitation on Freshwater Mussels (Bivalvia: Hyriidae) in the Tocantins River, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 36, n. 2, p. 159-165, 159, 2001.
- BEASLEY, C.R.; MIRANDA, Q.D.L.; ALVES, M.; TAGLIARO, C.H. Evaluation of methods for assessing brood size in freshwater mussels (Hyriidae). **Journal of Molluscan Studies**. v. 69, n. p. 159-161, 2003.
- BEASLEY, C.R.; TAGLIARO, C.H.; FIGUEIREDO, W.B. The occurrence of the asian clam *Corbicula fluminea* in the lower amazon basin. **Acta Amazonica**. v. 32, n. 2, p. 317-324, 2003.

BEASLEY, C.R.; TÚRY, E.; VALE, W.G.; TAGLIARO, C.H. Reproductive Cycle, Management and Conservation of *Paxyodon Syrmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) from the Tocantins River, Brazil. **Journal of Molluscan Studies**. v. 66, n. 3, p. 393-402, 393, 2000.

BERGMANN, C.P.; MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D.; BERGONCI, P.E.A.; SANTOS, C.P.D.; BASEGIO, T.; VICENZI, J.; SANTOS, S.C.A. Avaliação de materiais e revestimentos para o controle de incrustações do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). **Biotemas**. v. 23, n. 2, p. 87-100, 2010.

BERGONCI, P.E.A.; MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D.; SANTOS, C.P. Population sampling of the golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), based on artificial ceramic substrate. **Biotemas**. v. 22, n. 3, p. 85-94, 2009.

BOGAN, A.E.; ROE, K.J. Freshwater bivalve (Unioniformes) diversity, systematics, and evolution: status and future directions. **Journal of the North American Benthological Society**. v. 27, n. 2, p. 349-369, 2008.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. Guanabara Koogan, 1092p., 2007.

CASTILLO, A.R.; BORTOLUZZI, L.R.; OLIVEIRA, É.V. Distribuição e densidade populacional de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1774) do Arroio Imbaá, Rio Uruguai, Uruguaiana, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**. v. 5, n. 1, p. 25-29, Uruguaiana, 2007.

CHAGAS, R.A. **Checklist of digital platforms for scientific research**. 2019. EPIC.awi.de. hdl:10013/epic.3121065b-7f97-4560-9f09-8951af16139f

COLLE, A.C.; CALLIL, C.T. Environmental influences on the composition and structure of the freshwater mussels in shallow lakes in the Cuiabá River floodplain. **Brazilian Journal Biology**. v. 72, n. 2, p. 249-256, 2012.

COX, L.R. General features of Bivalvia. In: MOORE, R.C. **Treatise on Invertebrate Palaeontology**. Lawrence University of Kansas: Geological Society of America, 1969. p.,

DILLON, R.T. The Ecology of Freshwater Molluscs. **Cambridge University Press**. v. n. p. 2000.

DRUGG-HAHN, S.; LOPES-PITONI, V.L.; CUNHA, F.D.B.; CARVALHO, A.P. Moluscos límnicos. In: BECKER, F.G.; RAMOS, R.A. & MOURA, L.D.A. **Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Su**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p.,

DUARTE, M.M.; DIEFENBACH, C.O. Microdistribution and abundance of freshwater mussels (Mollusca: Unionacea and Corbiculacea) in Suzana lake, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 29, n. 4, p. 233-250, 233, 1994.

FELIPI, P.G.; SILVA-SOUZA, Â.T. *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819): um bivalve parasito de peixes de água doce. **Seminário: Ciências Agrárias**. v. 29, n. 4, p. 895-904, 2008.

FORREST, A.L.; ANDRADÓTTIR, H.Ó.; MATHIS, T.J.; WITTMANN, M.E.; REUTER, J.E.; SCHLADOW, S.G. Passive transport of a benthic bivalve (*Corbicula fluminea*) in large lakes:

implications for deepwater establishment of invasive species. **Hydrobiologia**. v. 797, n. 1, p. 87-102, 2017.

FORTUNATO, H. Symposium on “Mollusks as Environmental Indicators: A Synthesis”*. **American Malacological Bulletin**. v. 33, n. 2, p. 308-309, 2016.

GAMA, A.M.D.S. **Distribuição e abundância dos moluscos bentônicos da lagoa do Araçá-RS, em função de parâmetros ambientais**. 2004. 44f. Dissertação (Mestrado em Biociência) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.

GRAF, D.L. Patterns of freshwater bivalve global diversity and the state of phylogenetic studies on the Unionoida, Sphaeriidae, and Cyrenidae. **American Malacological Bulletin**. v. 31, n. 1, p. 135-153, set., 2013.

GRAF, D.L.; CUMMINGS, K.S. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). **Journal of Molluscan Studies**. v. 73, n. p. 291-314, nov., 2007.

_____. **The Freshwater Mussels (Unionoida) of the World (and other less consequential bivalves)**. 2018. <http://www.mussel-project.net/>

HAAG, W.R. Extreme longevity in freshwater mussels revisited: sources of bias in age estimates derived from mark-recapture experiments. **Freshwater Biology**. v. 54, n. 7, p. 1474-1486, 2009.

HAAS, F. **Superfamilia Unionacea** 88. Berlin: Tierreich, 1969.

HOELLEIN, T.; ZARNOCH, C.; BRUESEWITZ, D.; DEMARTINI, J. Contribuições de mexilhões de água doce (Unionidae) para ciclagem de nutrientes em um rio urbano: filtração, reciclagem, armazenamento e remoção. **Biogeoquímica**. v. n. p. 1-18, 2017.

HOHN, H.; COSTA, M.L. Ocorrência de ostras perlíferas no Marajó, rio Pará. **Revista Escola de Minas**. v. 55, n. 1, p. 61-64, jan.-mar., 2002.

HUDSON, L.D.O. **Avaliação da taxa de filtração e alterações metabólicas em *Limnoperna fortunei* (dunker, 1857) na presença de algas verdes e cianobactérias**. 2014. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

JACOMINI, A.E. **Bioacumulação do herbicida atrazina pelas espécies de bivalves límnicos *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Corbicula fluminea* (Müller, 1774)**. 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- SP, 2002.

KLUNZINGER, M.W.; BEATTY, S.J.; MORGAN, D.L.; LYMBERY, A.J.; HAAG, W.R. Age and growth in the Australian freshwater mussel, *Westralunio carteri*, with an evaluation of the fluorochrome calcein for validating the assumption of annulus formation. **Freshwater Science**. v. 33, n. 4, p. 1127-1135, 2014.

LAMEGO, A.C.R. **Aspectos ecológicos e distribuição dos moluscos límnicos e seus epibiontes ciliados em quatro municípios da microrregião de Juiz de Fora, Minas Gerais,**

Brasil. 2015. 130f. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

LEAL, J.H. **Bivalves.** 74p., 2003.

LIMA, C.R. **Bivalves Límnicos - Uma estratégia para a conservação do género *Diplodo*.** Novas Edições Acadêmicas, 140p., 2017.

LIMA, R.C. **Reprodução e cultivo de bivalves límnicos ameaçados de extinção: uma estratégia para a conservação do género *Diplodon* (Spix, 1827) (Mollusca, Hyriidae).** 2010. 138f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, 2010.

LIMA, R.C.; AVELAR, W.E.P. A new additive to the artificial culture medium for freshwater bivalve culture in vitro. **Invertebrate Reproduction e Development.** v. 54, n. 2, p. 89-94, 2015.

LUDWIG, S.; TSCHÁ, M.K.; PATELLA, R.; OLIVEIRA, A.J.; BOEGER, W.A. Looking for a needle in a haystack: molecular detection of larvae of invasive *Corbicula* clams. **Management of Biological Invasions.** v. 5, n. 2, p. 143–149, 2014.

MALTCHIK, L.; STENERT, C.; KOTZIAN, C.B.; PEREIRA, D. Responses of freshwater molluscs to environmental factors in Southern Brazil wetlands. **Brazilian Journal of Biology.** v. 70, n. 3, p. 473-482, 2010.

MANSUR, M.C.D. Gloquídeo de *Diplodon marlensi* (Ihering) (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) e seu ciclo parasitário. **Revista Brasileira de Zoologia.** v. 16, n. 2, p. 185 - 194, 1999.

MANSUR, M.C.D.; FIGUEIRÓ, H.; SANTOS, C.P.; GLOCK, L.; BERGONCI, P.E.A.; PEREIRA, D. Variação espacial do comprimento e do peso úmido total de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) no delta do rio Jacuí e lago Guaíba (RS, Brasil). **Biotemas.** v. 21, n. 4, p. 49-54, 2008a.

MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). **Revista Brasileira de Zoologia.** v. 23, n. 4, p. 1123-1147, 2006.

MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D.; SANTOS, C.P.; THORMANN, B.M.; TAKEDA, A.M. Colonização de substrato artificial pelo mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytiloidea, Mytilidae), no Delta do Rio Jacuí (RS, Brasil). **Biotemas.** v. 22, n. 1, p. 75-80, 2009.

MANSUR, M.C.D.; PIMPÃO, D.M. *Triplodon chodo*, a new species of pearly fresh water mussel from the Amazon Basin (Mollusca: Bivalvia: Unionoidea: Hyriidae). **Revista Brasileira de Zoologia.** v. 25, n. 1, p. 111-115, 2008.

MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.D.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C.T.; CARDOSO, F.R. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Revista Brasileira de Zoologia.** v. 20, n. 1, p. 75-84, 2003.

MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.D.; RICHINITTI, L.M.Z.; PEREIRA, D.; BATISTA, C.B.; SILVEIRA, M.B.D.; FRAGA, R.M.D.; SILVA, A.M.C.P.D. Ocorrência de moluscos límnicos e crustáceo em macroaglomerados do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) sobre sarandi no lago Guaíba (RS, Brasil). **Biotemas**. v. 21, n. 4, p. 179-182, 2008b.

MANSUR, M.C.D.; SCHULZ, C.; GARCES, L.M.M.P. Moluscos bivalves de água doce: identificação de gêneros do sul e leste do Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**. v. 9, n. 2, p. 181-202, 1987.

MARÇAL, S.F.; CALLIL, C.T. Composição e distribuição de conchas de moluscos límnicos no Parque SESC Baía das Pedras, Pantanal de Poconé, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Zoociências**. v. 18, n. 1, p. 21-40, 2017.

MATA, L.S.D.; TAGLIARO, C.H.; SIMEONE, D.; BEASLEY, C.R. Shell shape variation in Amazonian freshwater mussels (Unionida: Hyriidae: Hyriini). **Journal of Molluscan Studies**. v. eyz001, n. p. 1-12, 2019.

MEYER, A.A.N.; MARTIN, J.K.; OLIVEIRA, E. Ocorrência e caracterização histológica de marsúpios de *Diplodon expansus* (Küster, 1856) (Mollusca, Bivalve, Hyriidae) no rio Piraquara, Paraná, Brasil. **Biotemas**. v. 26, n. 1, p. 97-108, 2013.

MEYER, A.A.N.; OLIVEIRA, E.; MARTIM, J. Classes de comprimento e proporção sexual em *Diplodon expansus* (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) no rio Piraquara, Paraná, Brasi. **Iheringia, Série Zoologia**. v. 100, n. 4, p. 329-335, Porto Alegre, 2010.

MEYER, A.A.N.; OLIVEIRA, E.; SILVA, I.S.; PRESTES, J.G. Evaluation of density of freshwater bivalves from the Environmental Protection Area (APA) of Verde River, Campo Magro, Paraná, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v. 12, n. 1, p. 21-30, 2017.

MEYER, A.A.N.; OLIVEIRA, E.; TEIXEIRA, T.B.; VIESSER, J.A. Classes de comprimento e descrição histológica das gônadas de *Diplodon ellipticus* (Wagner, 1827) (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) em um lago artificial, Morretes, Paaraná, Brasil. **Biotemas**. v. 27, n. 3, p. 81-96, 2014.

MICHIURA, A.W. **Fatores ambientais que afetam a distribuição e estrutura populacional de bivalves límnicos em lagoas adjacentes ao rio Cuiabá**. 2015. 39f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2015.

MOTA, D.J.G. **Levantamento da malacofauna límnic na área do Pesqueiro Itapecerica, Itapecerica da Serra /São Paulo**. 2011. 162f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - São Paulo-SP, 2011.

NAKANO, M. The effect of paddy drainage water on the survival and growth of unionoid mussels. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 247, n. p. 189–194, 2017.

NOGAROL, L.R. **Caracterização morfológica das brânquias do bivalve endêmico *Diplodon expansus* antes e após exposição ao herbicida atrazina**. 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

OLIVEIRA, E.; MEYER, A.A.N.; ARMSTRONG, R.M. Ocorrência e densidade populacional do molusco invasor *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae), no rio Passaúna, Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**. v. 36, n. 532, p. 103, 2014.

PARODIZ, J.J.; BONETTO, A.A. Taxonomy and zoogeographic relationships of the South American naiades (Pelecypoda: Unionacea and Mutelacea). **Malacologia**. v. 1, n. p. 179-213, 1963.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; CUMMINGS, K. *Prisodon syrmatophorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/189780/44824090>> Acesso em: 18 September 2019.

PEREIRA, D.; MANSUR, M.C.D.; PIMPÃO, D.M. Identificação e diferenciação dos bivalves límnicos invasores dos demais bivalves nativos do Brasil. In: MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; PAZ, I.C.P.P.; M.L., Z.; M.C.D., M.; RAYA-RODRIGUES, M.T.; NERHKE, M.V. & BERGONCI, P.A. **Guia Prático: Moluscos límnicos Invasores do Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 75-94.

PEREIRA, D.; MANSUR, M.C.D.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, M.D.D.; SANTOS, C.P.D.; BERGONCI, P.E.A. Colonização de substrato artificial por macroinvertebrados límnicos, no delta do rio Jacuí (RS, Brasil). **Biotemas**. v. 23, n. 1, p. 101-110, 2010.

PESTANA, D.; OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.A.P.; PIE, M.R. The effect of temperature and body size on filtration rates of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae) under Laboratory conditions. **Brazilian Archives Of Biology and Technology**. v. 52, n. 1, p. 135-144, 2009.

PFEIFER, N.T.S.; PITONI, V.L.L. Análise qualitativa estacional da fauna de moluscos límnicos no delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**. v. 11, n. 2, p. 145-158, 2003.

PIMPÃO, D.M. **Morfologia comparada de moluscos bivalves da Amazônia direcionada à taxonomia e sistemática filogenética de Hyriidae (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea)**. 2010. 178f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-Amazonas, 2010.

PIMPÃO, D.M.; MANSUR, M.C.D. Chave pictórica para identificação dos bivalves do baixo Rio Aripuanã, Amazonas, Brasil (Sphaeriidae, Hyriidae e Mycetopodidae). **Biota Neotropica**. v. 9, n. 3, p. 377-384, 2009.

PIMPÃO, D.M.; MANSUR, M.C.D.; BERGONCI, P.E.A.; BEASLEY, C.R. Comparative Morphometry and Morphology of Glochidial Shells of Amazonian Hyriidae (Mollusca: Bivalvia: Unionoidea). **American Malacological Bulletin**. v. 30, n. 1, p. 73-84, 2012.

PIMPÃO, D.M.; MARTINS, D.D.S. Ocorrência do molusco asiático *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia, Corbiculidae) no baixo rio Negro, Amazônia central. **Acta Amazonica**. v. 38, n. 3, p. 589 - 592, 2008.

PIMPÃO, D.M.; MARTINS, D.D.S. Moluscos de água doce do Tupé, Manaus, AM, Brasil. In: **BioTupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo rio Negro, Amazônia Central**. Santos-Silva, E. N

Scudeller, V. V Manaus: Editora UEA, 2009. p. 199. <http://biotupe.org/livro/vol2/>

PIMPÃO, D.M.; ROCHA, M.S.; FETTUCCIA, D.D.C. Freshwater mussels of Catalão, confluence of Solimões and Negro rivers, state of Amazonas, Brazil. **Check List**. v. 4, n. 4, p. 395, 2008.

POLEZE, M.; CALLIL, C.T. Bivalvia, Cyrenidae, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): new record, density, and population structure in the Teles Pires River, northern Mato Grosso, Brazil. **Check List**. v. 11, n. 4, p. 2015.

QUEROL, M.V.M.; PESSANO, E.F.C.; GRALHA, T.S.; MULLER, I.T.G.; MANSUR, M.C.D. Ocorrência de *Limnoperna fortunei* (Mollusca, Mytilidae), no rio Uruguai, município de Uruguai, Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, Pampa Brasileiro. **Biotemas**. v. 26, n. 3, p. 249-254, 2013.

RODRIGUES, V.G.S.; FUJIKAWA, A.; ABESSA, D.M.D.S.; HORTELLANI, M.A.; SARKIS, J.E.S.; SÍGOLO, J.B. Uso do bivalve límnico *Anodontites tenebricosus* (LEA, 1834) no biomonitoramento de metais do rio ribeira de Iguape. **Química Nova**. v. 35, n. 3, p. 454-459, 2012.

RUPPERT, E.E.; BARNES, A.T. **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Ed. Roca, 1028p., 1996.

RUPPERT, E.E.; FOX, R.S.; BARNES, R.D. **Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach**. Brooks Cole, 1008p., 2004.

SÁ, R.L.D.; SANTIN, L.; MARTELLO, A.R.; AMARAL, A.M.B.D.; KOTZIAN, C.B. Diversidade de moluscos em riachos de uma região de encosta no extremo sul do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 13, n. 3, p. 213-221, 2013.

SANTOS-NETO, C.G.; NUNES, S.I.S.; BEASLEY, C.R.; SILVA, A.R.B.; GOMES, C.P.; TAGLIARO, C.H. Evolution in action: allopatry, variable diversity and a stepping-stone model of migration among populations of the freshwater bivalve *Triplodon corrugatus* from the north-eastern Amazon. **Hydrobiologia**. v. n. p. 2017.

SANTOS-NETO, G.D.C.; BEASLEY, C.R.; SCHNEIDER, H.; PIMPAO, D.M.; HOEH, W.R.; SIMONE, L.R.L.; TAGLIARO, C.H. Genetic relationships among freshwater mussel species from fifteen Amazonian rivers and inferences on the evolution of the Hyriidae (Mollusca: Bivalvia: Unionida). **Mol Phylogenet Evol**. v. 100, n. p. 148-159, 2016.

SILVA, E.C.D.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: Lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. **Oecologia Australis**. v. 15, n. 2, p. 326-344, 2011.

SIMONE, L.R.L. Anatomy and systematics of *Anodontites elongatus* (swainson) from Amazon and Paraná Basins, Brazil (Mollusca, Bivalvia, Unionoioa, Mycetopodioae). **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 14, n. 4, p. 877 - 888, 1997.

_____. **Land and Freshwater Molluscs of Brazil: an illustrated inventory on the Brazilian Malacofauna, including neighbor regions of the South America, respect to the terrestrial and freshwater Ecosystems**. São Paulo: 390p., 2006.

TERUI, A.; MIYAZAKI, Y.; YOSHIOKA, A.; KADOYA, T.; JOPP, F.; WASHITANI, I. Dispersal of larvae of *Margaritifera laevis* by its host fish. **Freshwater Science**. v. 33, n. 1, p. 112-123, 2014.

TUTTLE-RAYCRAFT, S.; MORRIS, T.J.; ACKERMAN, J.D. Suspended solid concentration reduces feeding in freshwater mussels. **Science of The Environment**. v. 598, n. p. 1160-1168, 2017.

ULRICH, T.D. **Ocorrência e distribuição de bivalvia (Mollusca) no rio Irani, Santa Catarina, Brasil**. 2011. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade comunitária da região de Chapecó, Chapecó – SC, 2011.

VAUGHN, C.C.; GIDO, K.B.; SPOONER, D.E. Ecosystem processes performed by Unionid mussels in stream mesocosms: species roles and effects of abundance. **Hydrobiologia**. v. 527, n. p. 35-47, 2004.

VAUGHN, C.C.; TAYLOR, C.M. Impoundments and the decline of freshwater mussels: a case study of an extinction gradient. **Conservation Biology**. v. 13 n. 4, p. 912-920, 1999.

VIANNA, M.P.; AVELAR, W.E.P. Ocorrência da espécie invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) no rio Sapucaí (São Paulo, Brasil). **Biotemas**. v. 23, n. 3, p. 59-66, 2010.

VIDIGAL, T.H.D.A.; MARQUES, M.M.G.S.M.; LIMA, H.P.; BARBOSA, F.A.R. Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**. v. 6, n. (supplement), p. 67-76, 2005.

WESSELINGH, F.P.; RAMOS, M.-I.F. Amazonian aquatic invertebrate faunas (Mollusca, Ostracoda) and their development over the past 30 million years. In: HOOR, C. & WESSELINGH, F.P. **Amazonia: Landscape and species evolution: A look into the past**. Wiley-Blackwell, 2010. p. 464.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS POPULACIONAIS DE *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) (BIVALVIA: HYRIIDAE) EM UM BANCO NATURAL NA BAÍA DO CAPIM, AMAZÔNIA ORIENTAL, NORTE DO BRASIL¹

RESUMO

Os bivalves límnicos distribuem-se amplamente em quase todos os continentes, apresentando importâncias ecológicas e socioeconômicas para todas as regiões. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo estimar os aspectos populacionais (e.g., densidade populacional, biomassa e morfometria) do bivalve límnico *P. syrmatophorus* em banco natural, situado no município de Abaetetuba, Amazônia Oriental, no intuito de proporcionar informações ecológicas que possam auxiliar o manejo e conservação da espécie. Evidenciou-se variações na estrutura da população entre os meses observados, apresentando uma densidade média de 15 ind.m⁻², com indivíduos variando entre 7,71 a 104,63 mm de comprimento anteroposterior e comprimento modal em 53 a 68,9 mm. A existência de correlações positivas observadas apresentou-se extremamente significantes entre as variáveis. Ressalta-se que estudos mais profundos sejam realizados para a espécie.

Palavras-chave: Molusco, Unionidae, Bentos, Densidade

ABSTRACT

The freshwater mussel are widely distributed in almost all continents, presenting ecological and socioeconomic importance for all regions. In this way, the present work aims to estimate the population aspects (e.g., population density, biomass and morphometry) of the *P. syrmatophorus* freshwater mussel in a natural bank located in the municipality of Abaetetuba, Eastern Amazonia, in order to provide ecological information that may help management and conservation of the species. Variations in the structure of the population were observed between the months observed, presenting an average density of 15 ind.m⁻², with individuals ranging from 7.71 to 104.63 mm of anteroposterior length and modal length of 53 to 68.9 mm. The existence of positive correlations observed were extremely significant among the variables. It is emphasized that deeper studies are carried out for the species.

Key words: Mollusk, Unionidae, Bentos, Density

¹ Artigo a ser submetido na revista Freshwater Biology

2.1 Introdução

Os bivalves límnicos, encontram-se amplamente distribuídos em quase todos os continentes (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005b). Pertencem a este grupo, quatro ordens, 201 gêneros e 1.283 espécies (GRAF, 2013; GRAF, CUMMINGS, 2007; GRAF, CUMMINGS, 2018; LIMA, 2010). Tais organismos habitam uma variedade de substratos (e.g., lodoso, argiloso ou areno-lodoso) (AQUINO-ALMEIDA, 2006), o que possivelmente possibilitou sua ampla dispersão pelos ambientes. No entanto, atualmente, as populações em bancos naturais encontram-se em estado preocupante (FORTUNATO, 2016), principalmente em virtude da destruição de seus habitats (e.g., poluição do ambiente límnico, eutrofização, bioinvasão, construções de corredores de transporte e serviço, entre outros) (JACOMINI, 2002; LUDWIG et al., 2014; PEREIRA, MANSUR, PIMPÃO, 2012; TERUI et al., 2014).

Dentre as importâncias ecológicas dos bivalves límnicos, destaca-se a utilização como bioindicadores de impactos ambientais (MANSUR et al., 2016; ZHAO et al., 2017b). Uma vez que dependendo da espécie pode apresentar uma longevidade de até 100 anos, ou mais, no mesmo ambiente (MCMURRAY, 2017). Já sua importância socioeconômica advém, principalmente da sua utilização como fonte de alimento ou ainda como complemento de renda através da produção de pérolas, na confecção de zooartesanato e o comércio de conchas para a fabricação de botões (BACHI, 2015; CLAVIJO, 2017; HOHN, COSTA, 2002; MANSUR, 2013; SILVA et al., 2017).

No Brasil registram-se seis famílias (Cyrenidae, Dreissenidae, Hyriidae, Lyonsiidae, Mycetopodidae e Sphaeridae) representadas por 115 espécies (PEREIRA et al., 2013; SILVA et al., 2017). A obtenção de um número expressivo sobre a diversidade dos bivalves límnicos é resultado de inúmeros estudos efetuados nas últimas décadas, principalmente, com assuntos direcionados a diversidade taxonômica (e.g., fauna associada e descrição de espécies) que foram desenvolvidos (AVELAR, 1999; CASTILLO, BORTOLUZZI, OLIVEIRA, 2007; LAMEGO, 2015; MANSUR, PEREIRA, 2006; MARÇAL, CALLIL, 2017; PFEIFER, PITONI, 2003; PIMPÃO, MANSUR, 2009; SÁ et al., 2013), bem como, estudos sobre a invasão de espécies exóticas (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005a; OLIVEIRA, MEYER, ARMSTRONG, 2014; PIMPÃO, MARTINS, 2008; POLEZE, CALLIL, 2015; SILVA, BARROS, 2011) e aspectos reprodutivos (LIMA, 2017; MANSUR, 1999; MEYER, MARTIN, OLIVEIRA, 2013; MEYER et al., 2014).

Das famílias de bivalves de água doce presentes na América do Sul, a família Hyriidae contém o maior número de espécies (40 spp.) (GRAF, CUMMINGS, 2007; PEREIRA et al., 2013). Dentre as espécies pertencente na família Hyriidae, *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791)

apresenta distribuição geográfica no Nordeste da América do Sul, do Orinoco e Guiana ao baixo Amazonas. De acordo com dados da *The International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species*, a espécie apresenta população estabilizada até o presente momento (PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014). Seu processo de desenvolvimento apresenta larva parasitária do tipo gloquídeos que utiliza peixes e outros animais aquáticos durante seu período de metamorfose para se dispersar (BEASLEY et al., 2000; PIMPÃO, 2010; PIMPÃO, MANSUR, 2009).

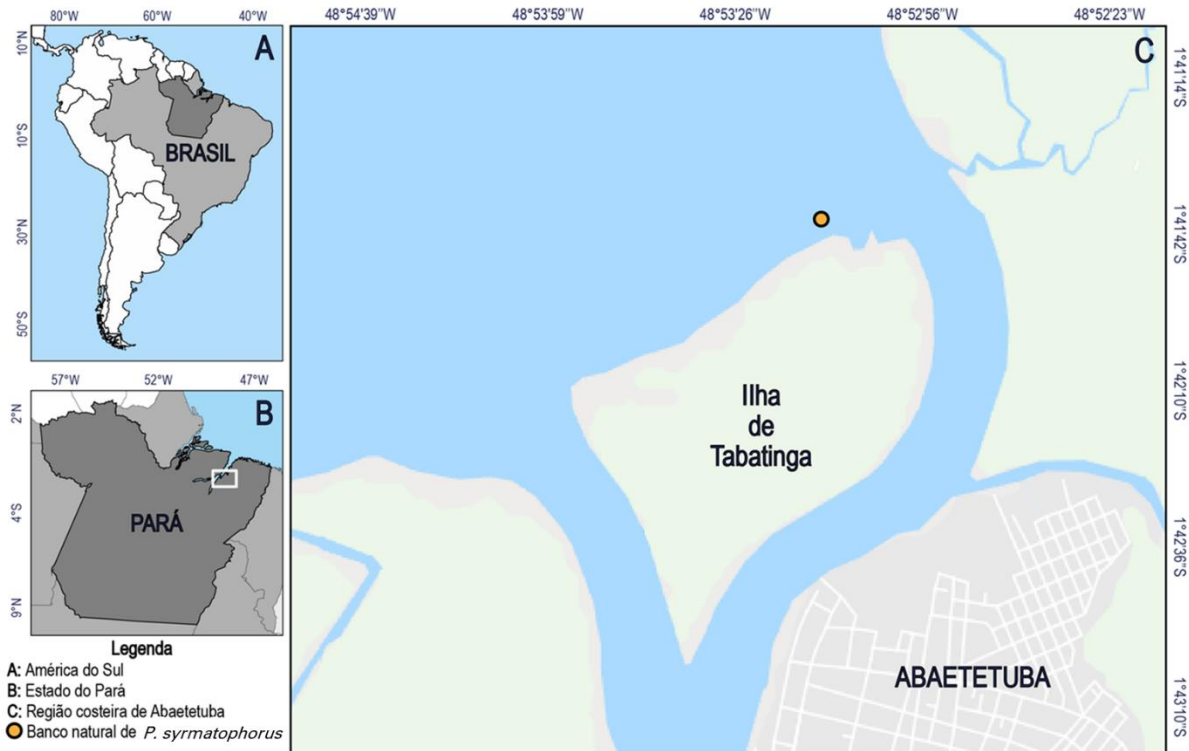
Partindo do exposto, este trabalho tem como objetivo caracterizar os aspectos populacionais (e.g., densidade populacional, biomassa e morfometria), em uma abordagem sazonalmente, do bivalve límnic *Paxyodon syrmatophorus* em banco natural situado no rio Maratauíra, Baía do Capim, em Abaetetuba, no intuito de proporcionar informações ecológicas que possam auxiliar futuramente o manejo e conservação da espécie.

2.2 Material e Métodos

Área de estudo

O banco de bivalves límnicos localizado no rio Maratauíra (afluente do rio Tocantins), situa-se ao norte da ilha de Tabatinga (Fig. 1). O rio compõe a Baía do Capim, município Abaetetuba (FERREIRA, 2013) e pertence a mesorregião do Nordeste Paraense, importante socioeconomicamente para a região (RIBEIRO et al., 2014), e apresenta três espécies principais: *Castalia ambigua* Lamarck, 1819, *Triplodon corrugatus* (Lamarck, 1819) e *P. syrmatophorus*, este último, espécie-alvo deste estudo. Os indivíduos utilizados no presente estudo foram coletados sob licença concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO nº 60204-1).

Figura 1: Localização da área de estudo, destacando o banco natural (ponto laranja) de *Paxyodon syrmatophorus*.



Procedimentos de amostragem

Foram realizadas coletas mensais, durante a maré baixa de sizígia, entre setembro de 2016 a setembro de 2017. Utilizou-se duas metodologias de amostragens: (1) método de coleta qualitativo, que se consistiu na localização dos bivalves aleatoriamente e de coleta manual sobre o banco natural, de acordo com Olivier e Schneiderman (1956), e o (2) método quantitativo, baseado no método dos quadrados, de acordo com Castillo, Bortoluzzi e Oliveira (2007).

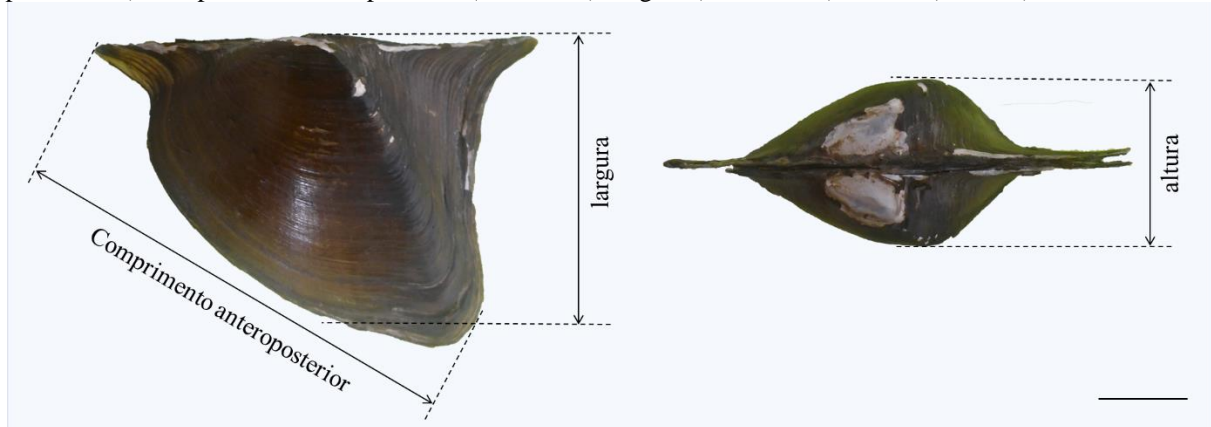
A fim de padronizar o esforço de captura durante as amostragens qualitativa, em cada coleta, cinco pessoas amostravam manualmente os bivalves presentes dentro do banco natural, por um período de uma hora. Para a utilização dos métodos dos quadrados, buscou-se caracterizar a densidade populacional (indivíduos/m²) (MEYER et al., 2017), utilizando amostrador com dimensões de 50 x 50 cm (área: 0,25 m²).

Paralelamente, mensurou-se os parâmetros abióticos (temperatura, salinidade, pH e turbidez), com auxílio de um medidor multiparâmetro. Além disso, obteve-se os dados pluviométricos mensais no *website* da Agência Nacional das Águas (<http://www3.ana.gov.br/>).

Morfometria

Para a caracterização morfométrica utilizou-se 748 indivíduos, mensurando-se as medidas morfométricas externas, comprimento anteroposterior (C), largura (L) e altura (A) da concha de *P. syrmatophorus* (Figura 2), conforme Vasconcelos e Gaspar (2017), utilizando um paquímetro digital (Tesa - DATAdirect, com precisão de 0,01 mm).

Figura 2: Morfometria da concha de *Paxyodon syrmatophorus* indicando as medidas externas da concha (linhas pontilhadas): comprimento anteroposterior (cor branca), largura (cor amarela) e altura (cor azul). Escala 10 mm.



Para caracterização biomorfométrica de *P. syrmatophorus*, seguiu-se a metodologia utilizada por Gaspar, Santos e Vasconcelos (2001) com bivalves. No qual, foram realizadas regressões simples entre as medidas morfométricas mensuradas, considerando assim sexos agrupados, onde as variáveis foram correlacionadas em equação linear, conforme equação 1 abaixo:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Onde Y corresponde a variável dependente e X a variável independente dentro da equação. Adicionalmente, estimou-se os coeficientes linear (a) e angular (b) das regressões pelo método dos mínimos quadrados, classificando as equações através do coeficiente angular como: alométrie negativa ($b < 1$), alométrie positiva ($b > 1$) e isométrica ($b = 1$), de acordo com Fonteles-Filho (1989).

Massa

Para a determinação da massa (em gramas) utilizou-se 100 indivíduos de diferentes tamanhos para a obtenção do (1) Peso Total (PT), (2) Peso Úmido (PU), (3) Peso Seco (PS) e

(4) Peso Seco Livre de Cinzas (PSLC) de cada organismo. A equação obtida, foi utilizada para estimar as massas dos demais indivíduos utilizados no estudo.

O PT (concha + tecido mole) corresponde basicamente na determinação da massa do bivalve com a concha aberta, retirando-se o líquido intervalvar. Para a determinação do PU, utilizou-se apenas a massa visceral do bivalve, removida com pinças e, posteriormente, dispostas sobre papel filtro para absorver o excesso de umidade. Subseqüentemente, dispôs-se cada amostra em estufa em uma constante de 70 °C por 24h, estimando-se assim a PS (BOEHS, ABSHER, CRUZ-KALED, 2007). Após esse processo, a fim de estimar a (PSLC), inseriu-se as amostras em um forno mufla a 550 °C por 24h, (HERRMANN et al., 2010). E em virtude da retenção de dióxido de carbono presentes nos tecidos moles dos bivalves, adicionou-se uma gota de ácido sulfúrico antes da queima em mufla, conforme recomendações propostas por Lutz (1985). A massa em todos os procedimentos, foi estimada utilizando uma balança digital analítica (MARTE, modelo AL 500c), com precisão de 0,001 g. Desta forma, também se obteve as razões entre massa total, massa visceral, massa seca e massa livre de cinzas.

Para a caracterização biomorfométrica relacionou-se as medidas externas da concha com as massas dos bivalves, utilizando o modelo potencial proposto por Vasconcelos e Gaspar (2017), conforme equação 2 abaixo:

$$Y = a.X^b \quad (2)$$

As equações foram classificadas conforme os valores do coeficiente angular (b) de acordo com Vasconcelos e Gaspar (2017), sendo assim, o modelo linear é isométrico quando $b = 1$, enquanto que para o modelo potencial a isometria ocorre quando $b = 3$. Desta forma, equações que apresentam valores de $b > 3$ são classificadas por alometria positiva e aquelas que apresentam valores de $b < 3$ classifica-se por alometria negativa.

O rendimento da carne (R) foi obtido através da diferença percentual do peso total e peso úmido, conforme ilustrado abaixo:

$$R = \frac{PT}{PU} \times 100 \quad (3)$$

Abundância e Densidade populacional

A estimativa da abundância de *P. syrmatophorus* encontrados no rio Maratauíra ocorreu através de contagem direta de todos os bivalves encontrados durante os meses amostrados.

A densidade populacional foi estimada a partir da quantificação de exemplares de *P. syrmatophorus* encontrados dentro do amostrador quadrado, dispostos aleatoriamente nove vezes sobre o banco natural (considerando apenas os bivalves vivos) e extrapolando-o para 1 m².

Distribuição

O padrão de distribuição de *P. syrmatophorus*, foi verificado utilizando os dados da densidade aplicando-se o índice de Morisita ($I\delta$) conforme equação 4 abaixo, com significância estatística estimada pelo teste *F*. De acordo com os valores de $I\delta$, caracteriza-se por distribuição aleatória quando $I\delta = 1$, agregada quando $I\delta > 1$ e uniforme $I\delta < 1$ (CRUZ-NETA, HENRY-SILVA, 2013).

$$I\delta = \frac{N \sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \quad (4)$$

No qual, $I\delta$ refere-se ao índice de Morisita, N faz referência ao número de unidades amostrais e $\sum x$ consiste no somatório dos indivíduos presentes nas unidades.

Distribuição de Frequência de Comprimento (DFC)

Analisou-se a abundância mensal de *P. syrmatophorus* através das distribuições de frequências dos comprimentos mensais (DFC), tomando como base os intervalos de classes em função da amplitude de comprimentos mínimo e máximo dos indivíduos encontrados, sendo o número de classes obtido através da Regra de *Sturges* (RODRIGUES, 2010).

Análise estatística

Para as análises estatísticas, realizou-se previamente o teste de Shapiro-Wilk, verificando a existência de uma distribuição normal dos dados. Adicionalmente, para as diferenças entre as densidades e as biomorfométrias, utilizou-se um teste *t*, para verificar a significância dos valores de *r*, conforme Rodrigues (2010). Para os demais testes, realizou-se Análise de Variância (ANOVA), seguidas de testes de Tukey, quando necessário, onde as diferenças estatísticas foram consideradas a um nível de significância de 99 % ($\alpha = 0,01$) (ZAR, 2009), utilizando o software *Paleontological Statistics – PAST*, versão 3.13 (HAMMER, 2018).

2.3 Resultados

Os parâmetros abióticos mensurados apresentaram médias de: temperatura com 28,8°C (média±SD), pH com 7,8, sólidos totais dissolvidos com 18 mg/L, e oxigênio dissolvido com 0,10 mg/L (Tabela 1). Ressalta-se ainda que a área não apresentou em nenhum momento influência salina.

Tabela 1: Caracterização dos parâmetros físico-químico dos dados abióticos da área de estudo, durante as coletas.

Parâmetro	Média (\pm SD)	Valores mín. - máx.
Temperatura (°C)	28,8 \pm 1,26	27,1 – 31 °C
pH	7,8 \pm 0,32	6,81 - 7,57
Oxigênio dissolvido (mg/l)	0,10 \pm 0,02	0,08 - 0,13
Sólidos totais dissolvidos (mg/l)	18 \pm 4,5	12 - 23

No período estudado, a pluviosidade máxima ocorreu no mês de março de 2017, registrando volume de 670,2 mm. O período seco abrange-se entre os meses de junho a novembro, observando-se períodos com menor precipitação no mês de julho de 2017. As maiores precipitações, ocorreram nos meses de janeiro a março, apresentando volumes de 599,3 a 670,2 mm respectivamente.

Morfometria

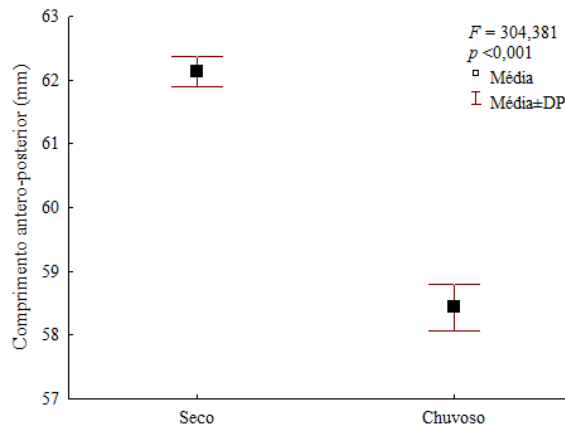
No total, coletou-se 8.399 indivíduos, sendo 8.041 através método qualitativo e 358 através do método quantitativo.

Os dados brutos referentes a biomorfometria de *P. syrmatorphorus* estão disponíveis em Barros et al. (*submitted*) na plataforma digital PANGAEA - *Data Publisher for Earth & Environmental Science* (www.pangaea.de/).

Ao todo, a espécie *P. syrmatorphorus* apresentou comprimento médio de 60,79 \pm 9,53 mm, com comprimento anteroposterior mínimo de 7,71 mm e máximo de 104,63 mm, encontrados nos meses secos novembro/2016 e julho/2017, respectivamente.

Para análise dos dados, agrupou-se previamente os dados por sazonalidade (períodos seco-chuvoso), com isso, constatou-se uma diferença significativa no comprimento da espécie entre os dois períodos. Através do teste realizado *test-t* de *Student*, constatou-se uma amplitude de 89,51 mm, no qual, o comprimento anteroposterior no período seco (62,14 \pm 0,121 mm), apresentou-se superior ao período chuvoso (58,44 \pm 0,185 mm) com $p < 0,01$ (Figura. 3).

Figura 3: Comparação sazonal entre as médias de comprimento anteroposterior de *Paxyodon symmatophorus* no período amostrado.



Todas as relações biomorfológicas realizadas apresentaram altos valores de índice de correlação de *Pearson* (r), destacando-se as relações entre o comprimento anteroposterior com a largura, onde a regressão linear apresentou ($r = 0,97$, $R^2 = 95\%$), já entre o comprimento anteroposterior das biomassas total com a biomassa úmida, a regressão potencial apresentou valores de $r = 0,99$ e $R^2 = 99,9\%$ (Tabela 2). Todas as equações apresentaram um índice de confiança de 95%.

A caracterização alométrica das relações biomorfológicas indicam uma alometria negativa para as relações lineares, entretanto, para as relações geométricas a alometria pode ser positiva ou isométrica dependendo das variáveis que estão sendo relacionadas (Tabela 2).

Tabela 2: Coeficientes de correlações entre as variáveis durante o período amostrado, setembro de 2016 a setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará.

Relações	Equações	r	(R^2)	Alometria	p Valor
C x L	$L = 0,59C + 3,24$	0,97	0,95	negativa	*
C x A	$A = 0,38C + 2,52$	0,93	0,88	negativa	*
L x A	$A = 0,64L + 0,76$	0,93	0,88	negativa	*
C x PT	$PT = 1E-04C^{3,02}$	0,99	0,99	positiva	*
A x PT	$PT = 0,0018L^{2,92}$	0,94	0,90	negativa	*
L x PT	$PT = 0,0003L^{3,08}$	0,97	0,94	positiva	*
C x PU	$PU = 1E-05C^{3,05}$	0,99	0,99*	positiva	*
L x PU	$PU = 4E-05L^{3,11}$	0,97	0,94	positiva	*
A x PU	$PU = 0,0003A^{2,95}$	0,94	0,89	isométrica	*
C x PS	$PS = 1E-06C^{3,18}$	0,99	0,99	positiva	*
L x PS	$PS = 3E-06L^{3,23}$	0,97	0,94	positiva	*
A x PS	$PS = 2E-05A^{3,06}$	0,94	0,89	isométrica	*
C x PSLC	$PSLC = 3E-08C^{3,64}$	0,99	0,99	positiva	*
L x PSLC	$PSLC = 1E-07L^{3,70}$	0,97	0,94	positiva	*
A x PSLC	$PSLC = 1E-06A^{3,50}$	0,94	0,89	positiva	*

* Significado estatístico p valor ($p < 0,05$). † comprimento (C); largura (L), altura (A), Peso Total (PT), Peso Úmido (PU), Peso Seco (PS), Peso Seco Livre de Cinzas (PSLC).

Biomassa

No cálculo da massa, os indivíduos apresentaram média de $22,55 \pm 14,89$ g massa total, $3,67 \pm 2,45$ g de massa úmida, $0,44 \pm 0,31$ g de massa seca e $0,09 \pm 0,07$ de massa livre de cinzas. Seu teor de umidade apresentou um percentual de 86,38%. Considerando que os fatores de conversão são um meio de converter as unidades, o rendimento total da carne corresponde a 16,2% (0,163g), o peso da massa seca corresponde a 12% (11,99g), já o peso da massa livre de cinzas representa 20,3% (0,203g). Desta forma, para a obtenção de 1000g de massa úmida, precisa-se de ~6,200 g de *P. syrmatophorus* com concha.

Com isso, podemos inferir que um animal que apresenta média ~20g de massa total, encontra-se com 3,24 g de massa úmida, estando assim presente na faixa de comprimento anteroposterior de 53 a 69 mm.

Abundância e densidade populacional

Para a abundância, obteve-se um total de indivíduos coletados através do método qualitativo, menor e maior abundância no mês de março (273 ind.) mês mais chuvoso e julho/2017 (1.183 ind.) mês seco, respectivamente, mostrando que a maior abundância se apresentou nos meses de menor precipitação (Figura 5). Já suas menores abundâncias foram encontradas nos meses com maiores precipitações durante todo o período amostrado.

Com isso, observa-se variações significativas na abundância da população de *P. syrmatophorus* encontrada na área (ANOVA: $F= 26,12$; $p < 0,05$). Entretanto, quando relacionados com a temperatura e pluviosidade não foi possível observar relações estatisticamente significativas, onde $F= 0,1162$, $p > 0,05$ e $F= 0,247$, $p > 0,05$) respectivamente.

A densidade de *P. syrmatophorus* (ind. m^{-2}), exibiu variações temporais durante o período amostrado, apresentando $15 \pm 5,51$ ind m^{-2} (média \pm DP) com mínima e máxima entre 6 ind m^{-2} (março/17) a 21 ind m^{-2} (junho e julho/17). Verificou-se a ocorrência de diferenças significativas na densidade populacional de *P. syrmatophorus* entre os meses amostrados levando em consideração a temperatura local ($F_{1;22} = 66,89$ e $p < 0,001$) (Figura 6), mas não significativo quando relacionado com a sazonalidade ($t = 0,857$ e $p = 0,41$).

Figura 4: Abundância total mensal de *Paxyodon syrmatophorus* (barras) e pluviosidade (linhas) durante o período amostrado, setembro de 2016 a setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará.

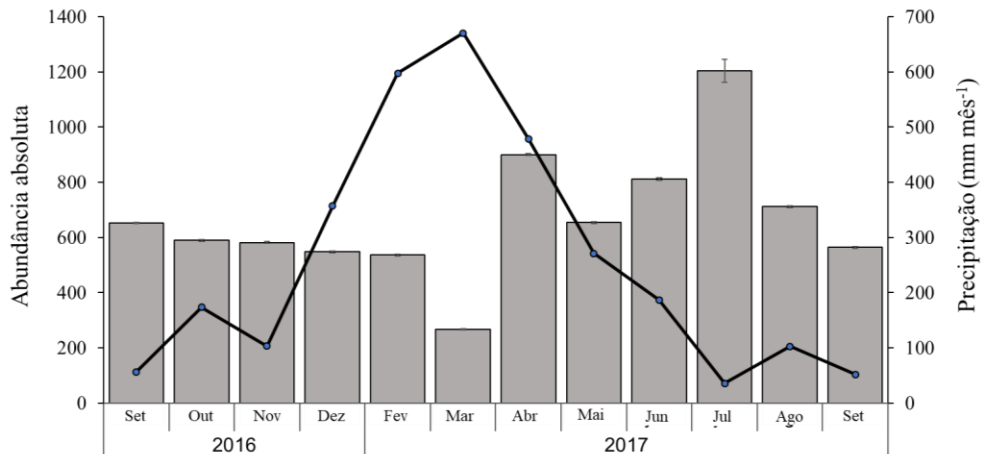
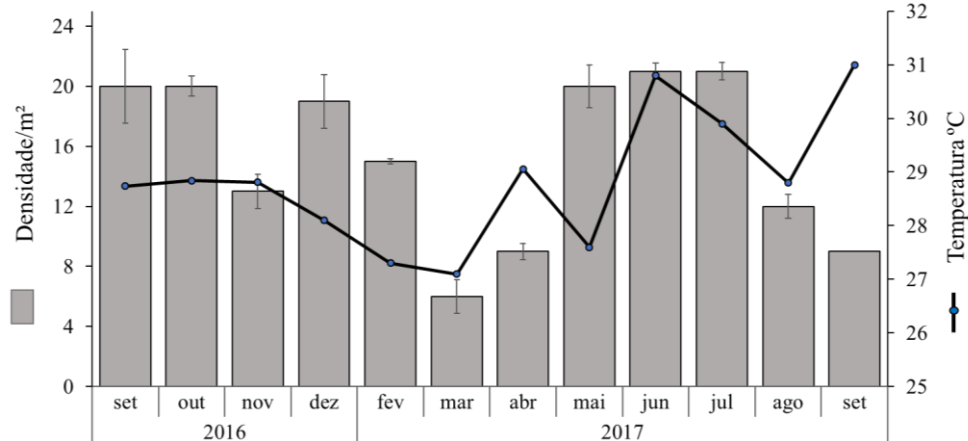


Figura 5: Densidade populacional de *Paxyodon syrmatophorus* m⁻² em barras e temperatura (°C) em linhas, entre setembro de 2016 e setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará.



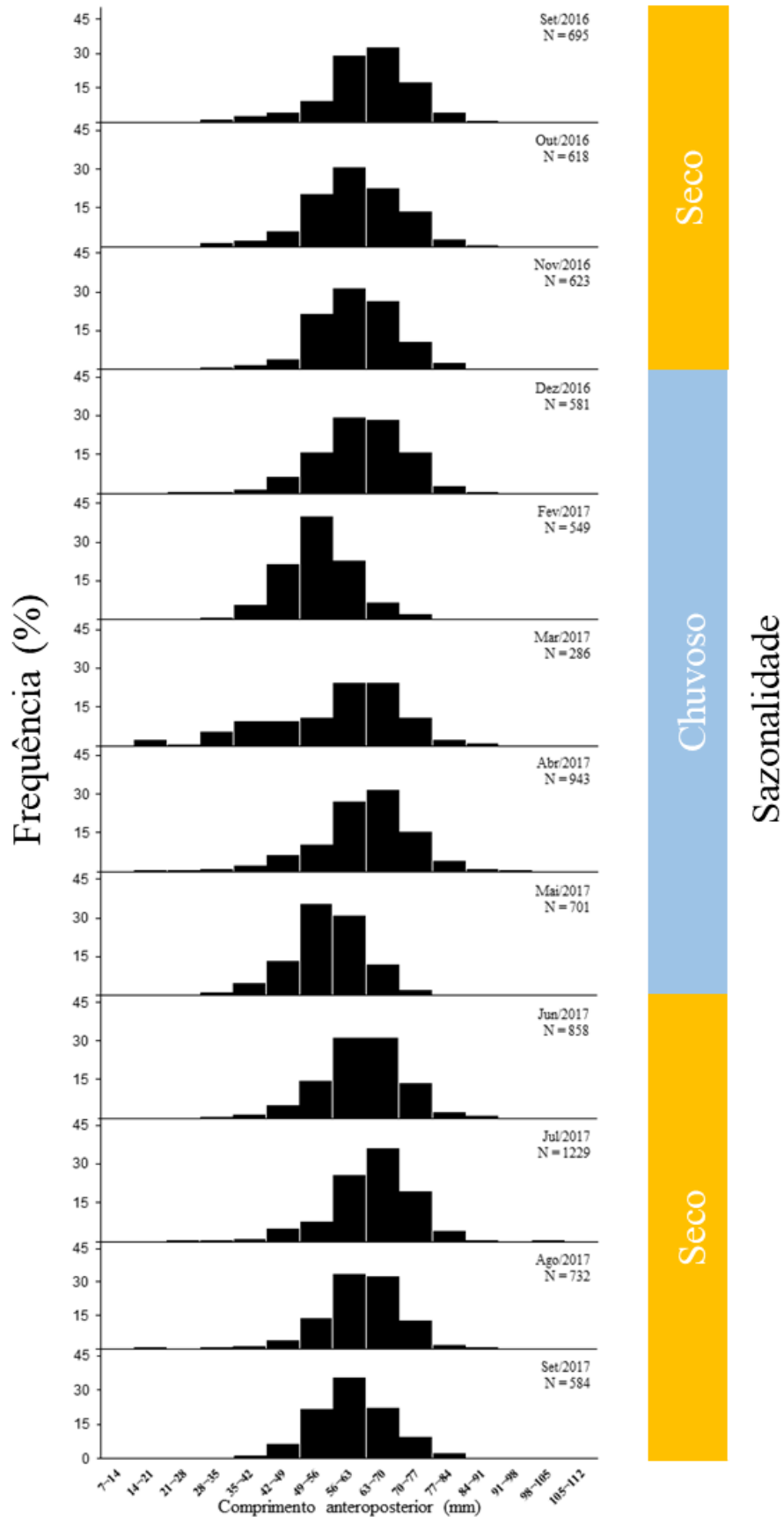
Padrão de distribuição

De acordo com o índice de Morisita aplicado no período estudado, pode-se constatar uma distribuição temporal levemente agregada para a distribuição de *P. syrmatophorus* m⁻², uma vez que o valor do índice de Morisita apresentou levemente um valor maior que 1 ($I_d = 1,099$), a significância estatística foi constatada através do valor de $F = 4,55$.

Distribuição de Frequência de Comprimento (DFC)

O gráfico de distribuição de frequência de comprimento (DFC) realizado em todos os exemplares encontrados em ambas metodologias, indica que a população de *P. syrmatophorus* é formada principalmente por indivíduos de comprimento anteroposterior de 56 a 69,9 mm, esse intervalo na classe de comprimento, correspondente a 56% da densidade total dos indivíduos (Figura 6). Através da leitura desta figura, observa-se claramente a presença de apenas uma única coorte durante todo o período estudado.

Figura 6: Variação mensal na estrutura populacional de *Paxyodon symmatophorus* por classe de comprimento (mm). Durante o período amostrado, setembro de 2016 a setembro de 2017, no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará.



2.4 Discussão

O pH encontrado na área estudada foi similar ao encontrado por Ribeiro et al. (2014), no qual cita que esse valor de pH é caracterizado principalmente pela presença de ácidos orgânicos, solo ácido e também pela elevada temperatura típica da região. Ressalta-se que a área apresenta também elevadas concentrações de Ca^{+2} e Mg^{+2} , o que contribui para a formação das conchas nos bivalves da área, conforme cita Hohn e Costa (2002).

O rio Maratauíra, apresenta extrema importância socioeconômica, sendo fonte de alimentação (e.g., peixes, camarões e moluscos) e transporte para a população da área. Segundo os autores Ribeiro et al. (2014), a qualidade da água do rio é preocupante, visto que sofre influência de forma indireta, uma vez que os afluentes do matadouro público municipal lançam seus resíduos no igarapé Jaquarequara sem nenhuma espécie de tratamento prévio.

Morfometria

Para a espécie estudada, o comprimento anteroposterior da concha encontrado no presente estudo foi de 7, 71 a 104, 63 mm, apresentou-se superior ao encontrado por Beasley et al. (2000) em estudos realizados no rio Tocantins, os autores citam que encontraram indivíduos com comprimento igual a 81 mm.

Massa

De acordo com os resultados encontrados, as relações entre as variáveis biomorfológicas classificam-se fortes ($r > 94$), onde evidencia que as variáveis se encontram dependentes entre si. Para algumas espécies pode-se haver relação fracas ou moderadas, visto que, a grande diversidade de hábitos de vida pode se refletir em uma ampla variação morfológica, tanto na concha como em sua anatomia (HARPER, TAYLOR, CRAME, 2000).

Para a análise alométrica, o presente estudo, indica que *P. syrmatophorus* apresenta comportamento diferente a espécie estudada por Brito (2016) que encontrou alometria negativa ao analisar *Cyanocyclas brasiliiana* (Deshayes, 1854) no rio Parnaíba, evidenciando que o peso do animal cresce a uma taxa inferior ao seu crescimento e alometria positiva quando se relaciona comprimento com a largura. Para Vasconcelos e Gaspar (2017), estudos que se referem a morfometria são essencialmente úteis na ecologia numérica, muito utilizadas nos estudos biológicos, na ecologia pesqueira, na dinâmica de populações, bem como, na seletividade das artes-de-pesca, e principalmente no auxílio da gestão dos recursos pesqueiros

Com o teor de umidade apresentando valor igual a 86,38% para *P. syrmatophorus*, a espécie apresenta umidade superior ao encontrado em bivalves estudados em determinadas localidades, como por exemplo para o *Phacoides pectinitus* (berbigão) (79 %) no litoral paraense (SALLES, MACEDO, FIGUEIREDO, 2017), em *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (83,1 e 84,07%) em estudos realizados em Santa Catarina (AVEIRO et al., 2011b), *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (83,8%) no litoral de São Paulo (FURLAN et al., 2011) e inferior para o mexilhão *Mytella falcata* (d'Orbigny, 1846) (89,18%) no estado do Rio Grande do Norte (BRITO et al., 2007). Para Salles, Macedo e Figueiredo (2017), a variação dos níveis de umidade entre os pescados pode ser explicada pelos fatores que influenciam na composição físico-química de carnes (e.g. espécies distintas, alimentação, ciclos reprodutivos e fatores ambientais).

Para o rendimento da carne de *P. syrmatophorus*, pode-se inferir que o molusco é bem similar ao encontrado em bivalves como *A. flexuosa*, que apresenta 10 a 12% de rendimento de carne (CHAGAS et al., 2014b; FREITAS et al., 2010) e *Donax striatus* Linnaeus, 1767 com 12% (CHAGAS et al., 2014a). Porém, relativamente baixo, quando comparado ao rendimento de outros animais (e.g. peixes 30 a 50%, caranguejos 11 a 18% e camarões 50%) (LIMA et al., 2007; MACEDO-VIEGAS, SOUZA, 2004) (LIMA et al., 2007; OGAWA et al., 2008). Mesmo apresentando um rendimento de carne muito baixo, estes organismos representam 51% da biomassa total de um roedor nativo da América do Norte. Com isso, quanto maior a abundância destes organismos no ambiente menor é a abundância de predadores. (HERSEY, CLARK, LAYZER, 2013).

Abundância e Densidade

A variação significativa da abundância de *P. syrmatophorus*, está relacionado aos períodos secos e chuvosos típicos de nossa região. Essa grande abundância em meses de menor precipitação ocorre, principalmente, devido a facilidade na coleta, visto que os organismos ficam mais expostos, devido à baixa lâmina d'água (PIMPÃO, 2007), bem como, sua necessidade de agrupamento na reprodução, ocorrendo entre os meses de fevereiro a setembro (BEASLEY et al., 2000).

Com média observada em 15 ind m⁻², tem-se densidade populacional com padrão de distribuição temporal agregada, essa estratégia é muito utilizada principalmente quando chega o período reprodutivo, pois facilita na hora de encontrar parceiros, bem como, em sua sobrevivência (CRUZ-NETA, HENRY-SILVA, 2013). Alguns autores constataram valores de densidades variando de 1 a 10 ind m⁻² para bivalves límnicos de porte relativamente grande (HOVINGH, 2004; MEYER et al., 2017; VALE, BEASLEY, TAGLIARIO, 2004), estes valores são

moderadamente baixos comparados ao grupo de bivalves marinhos ou até mesmo os bivalves límnicos de porte pequeno <30 mm, que apresentam densidades elevadas entre 482 a 956 ind m⁻² para *Sphaerium striatinum* (Lamarck, 1818) e *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (HORNBAACH, WISSIN, BURK, 1984; SANTOS et al., 2012; VIANNA, AVELAR, 2010).

Ressaltasse ainda que o valor da densidade pode estar condicionado ao fato dos bivalves límnicos (algumas famílias) possuírem uma estratégia de distribuição diferenciada dos demais (KLUNZINGER et al., 2012), visto que utilizam hospedeiros e fixam-se em suas estruturas (e.g., pele, brânquias, cabeças e olhos de peixes e outros animais) para a dispersão de larvas de forma passiva (HOVINGH, 2004; KLUNZINGER et al., 2012; MANSUR, 1999; REIS, COSTA, BEASLEY, 2007). Esse tipo de estratégia é utilizado pelos bivalves límnicos devido os mesmos não apresentarem força e nem estruturas apropriadas em uma dispersão ativa. Com isso, a piracema realizada pelos peixes reofílicos vem a auxiliar a dispersão como o aumento e fortalecimento da população destes bivalves límnicos (HOVINGH, 2004; VALE, BEASLEY, TAGLIARIO, 2004).

Distribuição de Frequência de Comprimento (DFC)

Não foi possível observar uma indicação clara de coortes através das curvas de distribuição de frequências (DFC), visto que não se evidencia um deslocamento da classe modal, ou seja, um período de recrutamento para a espécie estudada, nos mostrando a presença de apenas uma coorte durante o estudo. Parada et al. (1989), explica em seu estudo que analisar o crescimento dos bivalves deste grupo é difícil, uma vez que seu crescimento é extremamente lento, média de 0,23 mm.ano⁻¹ em regiões temperadas (LAVICTOIRE, 2016).

A preocupação na exploração *P. syrmatophorus*, se dá principalmente pelo conhecimento incipiente da espécie, uma vez que a mesma se encontra classificada na *Red List of Threatened Species* do guia de conservação, como LC (*Least Concern*) (PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014), entretanto, não significa que a um amplo conhecimento sobre a espécie. Desta forma, recomenda-se estudos mais profundos dando continuidade a estudos sobre a espécie.

Assim sendo, os dados aqui apresentados poderão ser utilizados para contribuir em futuras ações de manejo do recurso na área estudada, além de fornecer novas informações acerca da distribuição, densidade e biomassa de *P. syrmatophorus*.

2.5 Agradecimentos

A FAPESPA pela aquisição de financiamento através do projeto (nº 2015/55820). A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela disponibilidade dos espaços físicos para o desenvolver do projeto. Ao Instituto Federal do Pará (IFPA) pela disponibilidade da lancha para todas as coletas realizadas. Bem como, a comunidade da ilha de Tabatinga, Abaetetuba em nome de Dona Sônia Margalho, por nos ajudar em tudo o que foi necessário ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A., A.; THOMAZ, S., M.; GOMES, L., C. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, jul., 2005a.

_____. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. . **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, 2005b.

AQUINO-ALMEIDA, A.L.A. **Comparação temporal de uma associação de bivalves límnicos do rio Pardo, município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo, Brasil**. 2006. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2006. <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp007329.pdf>

AVEIRO, M.V.; MAGALHÃES, A.R.M.; TRAMONTE, V.L.C.G.; SCHAEFER, A.L.C. Variação sazonal na composição centesimal e reprodução do bivalve de areia *Anomalocardia brasiliana* da reserva extrativista Marinha do Pirajubaé, Florianópolis/SC. **Atlântica**. v. 33, n. 1, p. 5-14, 2011b.

AVELAR, W.E.P. Moluscos Bivalves. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURATUNDISI, T. & ROCHA, O. **Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: Fundação de Amparo para Pesquisa do Estado de São Paulo, 1999. p. 65-68.

BACHI, G.C. **Avaliação de diferentes adesivos para produção de meia-pérola na ostra perlifera *Pteria hirundo***. 2015. 37f. Monografia (Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2015.

BEASLEY, C.R.; TÚRY, E.; VALE, W.G.; TAGLIARO, C.H. Reproductive Cycle, Management and Conservation of *Paxyodon Syrmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) from the Tocantins River, Brazil. **Journal of Molluscan Studies**. v. 66, n. 3, p. 393-402, 393, 2000.

BOEHS, G.; ABSHER, T.M.; CRUZ-KALED, A.C. Ecologia Populacional de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**. v. 34, n. 2, p. 259 – 270, São Paulo, 2007.

BRITO, C.S.F.D. **Ecologia populacional do bivalve, *Cyanocyclas brasiliana* (Deshayes, 1854) no estuário do delta do rio Parnaíba, Piauí, Brasil**. 2016. 118f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

BRITO, G.Q.; CRUZ, A.M.F.; CHAVES, K.M.; GOMES, A.G.S.; ARAÚJO, E.G.; MOURA, M.F.V. Determinação dos teores de umidade, cinzas e proteínas do mexilhão *Mytella falcata* (sururu) coletado no estuário do rio Potengi-Natal/RN. In: 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 2007, Rio Grande do Norte. **Anais.**, 2007, <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-544-333.htm>

CASTILLO, A.R.; BORTOLUZZI, L.R.; OLIVEIRA, É.V. Distribuição e densidade populacional de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1774) do Arroio Imbaá, Rio Uruguai, Uruguaiana, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**. v. 5, n. 1, p. 25-29, Uruguaiana, 2007.

CHAGAS, R.A.D.; SILVA, F.B.A.; VALE, A.V.P.; HERRMANN, M. **Morphometry and biomass of the bivalve *Donax striatus* at the beach Ajuruteua, State of Pará, Brazil.** 2014a. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science. doi:10.1594/PANGAEA.830344

CHAGAS, R.A.D.; SILVA, F.B.A.D.; VALE, A.V.P.D.; HERRMANN, M. **Morphometry and biomass of the bivalve *Anomalocardia flexuosa* at the beach Ajuruteua, State of Para, Brazil.** 2014b. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science. doi:10.1594/PANGAEA.830381

CLAVIJO, C. The pearl industry and pioneering research in biology and conservation of pearl mussel (Unionoida) in the Río de La Plata Basin. **Tentacle**. v. n. 25, p. 14-15, fev., 2017.

CRUZ-NETA, C.P.; HENRY-SILVA, G.G. Aspectos da dinâmica populacional do gastrópode *Neritina Virginea* em região estuarina do Rio Grande Do Norte, Brasil. **Boletim de Instituto de Pesca**. v. 39, n. 1, p. 1-14, 2013.

FERREIRA, L.D.S.G. **Gênero de vida ribeirinho na Amazônia: reprodução socioespacial na região das ilhas de Abaetetuba-PA.** 2013. 149f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2013.

FONTELES-FILHO, A.A. **Recursos pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional.** Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 296p., 1989.

FORTUNATO, H. Symposium on “Mollusks as Environmental Indicators: A Synthesis”*. **American Malacological Bulletin**. v. 33, n. 2, p. 308-309, 2016.

FREITAS, S.T.; FOGAÇA, F.H.S.; LEGAT, J.F.A.; BARROS, R.F.M.; PAMPLIN, P.A.Z. Análise morfométrica das conchas e rendimento da carne de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário adjacente a praia de Barra Grande, Cajueiro da Praia-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2010, Rio Grande-RS. **Anais.**, 2010,

FURLAN, É.F.; GALVÃO, J.A.; SALÁN, E.O.; OETTERER, M. Composição centesimal e valor calórico de mexilhões *Perna perna* cultivados no litoral Norte de São Paulo, Brasil. **Boletim de Instituto de Pesca**. v. 37, n. 1, p. 85-93, abr., 2011.

GRAF, D.L. Patterns of freshwater bivalve global diversity and the state of phylogenetic studies on the Unionoida, Sphaeriidae, and Cyrenidae. **American Malacological Bulletin**. v. 31, n. 1, p. 135-153, set., 2013.

GRAF, D.L.; CUMMINGS, K.S. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). **Journal of Molluscan Studies**. v. 73, n. p. 291-314, nov., 2007.

_____. **The Freshwater Mussels (Unionoida) of the World (and other less consequential bivalves)**. 2018. <http://www.mussel-project.net/>

HAMMER, Ø. **PAST - Palaeontological statistics. Version 3.20**. Natural History Museum: University of Oslo: 262p., 2018. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

HARPER, E.M.; TAYLOR, J.D.; CRAME, J.A. Unravelling the evolutionary biology of the Bivalvia: a multidisciplinary approach. **Geological Society**. v. 177, n. p. 1-19, 2000.

HERRMANN, M.; ALFAYA, J.E.F.; LEPORE, M.L.; PENCHASZADEH, P.E.; ARNTZ, W.E. Population structure, growth and production of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mesodesmatidae) from a high-energy, temperate beach in northern Argentina. **Helgoland Marine Research**. v. 65, n. 3, p. 285-297, 2010.

HERSEY, K.A.; CLARK, J.D.; LAYZER, J.B. Consumption of Freshwater Bivalves by Muskrats in the Green River, Kentucky. **The American Midland Naturalist**. v. 170, n. 2, p. 248-259, 2013.

HOHN, H.; COSTA, M.L. Ocorrência de ostras perlíferas no Marajó, rio Pará. **Revista Escola de Minas**. v. 55, n. 1, p. 61-64, jan.-mar., 2002.

HORNBAACH, D.J.; WISSIN, T.E.; BURK, A.J. Energy budget for a stream population of the freshwater clam, *Sphaerium striatinum* Lamarck (Bivalvia: Pisidiidae). **Canadian Journal of Zoology**. v. n. p. 2410-2417, 1984.

HOVINGH, P. Freshwater mollusks Intermountain, USA (Margaritifera, Anodonta, Gonidea, Valvata, Ferrissia): geography, conservation and fish management implications. **Monographs of the Western Naturalist of North America**. v. 2, n. 1, p. 109-135, 2004.

JACOMINI, A.E. **Bioacumulação do herbicida atrazina pelas espécies de bivalves límnicos *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Corbicula fluminea* (Müller, 1774)**. 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- SP, 2002.

KLUNZINGER, M.W.; BEATTY, S.J.; MORGAN, D.L.; THOMSON, G.J.; LYMBERY, A.J. Glochidia ecology in wild fish populations and laboratory determination of competent host fishes for an endemic freshwater mussel of south-western Australia. **Australian Journal of Zoology**. v. 60, n. 1, p. 26, 2012.

LAMEGO, A.C.R. **Aspectos ecológicos e distribuição dos moluscos límnicos e seus epibiontes ciliados em quatro municípios da microrregião de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil**. 2015. 130f. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

LAVICTOIRE, L. **Juvenile biology and captive rearing of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera***. 2016. 285f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Lancaster, 2016.

LIMA, C.R. **Bivalves Límnicos - Uma estratégia para a conservação do gênero *Diplodo***. Novas Edições Acadêmicas, 140p., 2017.

LIMA, R.C. **Reprodução e cultivo de bivalves límnicos ameaçados de extinção: uma estratégia para a conservação do gênero *Diplodon* (Spix, 1827) (Mollusca, Hyriidae)**. 2010. 138f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, 2010.

LIMA, S.B.P.D.; RABELLO, C.B.-V.; DUTRA-JUNIOR, W.M.; LUDKE, M.D.C.M.M.; COSTA, F.G.P. Avaliação nutricional da farinha da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) para frangos de corte. **Revista Caatinga**. v. 20, n. 3, p. 35-39, jul.-set., 2007.

LUDWIG, S.; TSCHÁ, M.K.; PATELLA, R.; OLIVEIRA, A.J.; BOEGER, W.A. Looking for a needle in a haystack: molecular detection of larvae of invasive *Corbicula* clams. **Management of Biological Invasions**. v. 5, n. 2, p. 143–149, 2014.

LUTZ, I.A. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 1. São Paulo: IMESP: Métodos químicos e físicos para análises de alimento, 27-28p., 1985.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSI, D.M. & CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Funep, 2004. p. 405-480.

MANSUR, M.C.D. Gloquídeo de *Diplodon marlensi* (Ihering) (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) e seu ciclo parasitário. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 16, n. 2, p. 185 - 194, 1999.

_____. O lindo bivalve que virou sapo. **Informativo SBMa**. v. 44, n. 183, p. 4, 2013.

MANSUR, M.C.D.; DOS SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; BERGONCI, P.E.A.; CALLIL, C.T. Moluscos límnicos - Bivalves. In: LATINI, A.O.; RESENDE, D.C.; POMBO, V.B. & CORADIN, L. **Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil**. Brasília: M, 2016. p. 791p.

MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 23, n. 4, p. 1123-1147, 2006.

MARÇAL, S.F.; CALLIL, C.T. Composição e distribuição de conchas de moluscos límnicos no Parque SESC Baía das Pedras, Pantanal de Poconé, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Zoociências**. v. 18, n. 1, p. 21-40, 2017.

MCMURRAY, S. Missouri's Essential Freshwater Mussels. **Missouri Conservationist**. v. 78, n. p. 16-23, 2017.

MEYER, A.A.N.; MARTIN, J.K.; OLIVEIRA, E. Ocorrência e caracterização histológica de marsúpios de *Diplodon expansus* (Küster, 1856) (Mollusca, Bivalve, Hyriidae) no rio Piraquara, Paraná, Brasil. **Biotemas**. v. 26, n. 1, p. 97-108, 2013.

MEYER, A.A.N.; OLIVEIRA, E.; SILVA, I.S.; PRESTES, J.G. Evaluation of density of freshwater bivalves from the Environmental Protection Area (APA) of Verde River, Campo

Magro, Paraná, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v. 12, n. 1, p. 21-30, 2017.

MEYER, A.A.N.; OLIVEIRA, E.; TEIXEIRA, T.B.; VIESSER, J.A. Classes de comprimento e descrição histológica das gônadas de *Diplodon ellipticus* (Wagner, 1827) (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) em um lago artificial, Morretes, Paaraná, Brasil. **Biotemas**. v. 27, n. 3, p. 81-96, 2014.

OGAWA, M.; SILVA, A.I.M.D.; OGAWA, N.B.P.; MALA, E.L.; NUNES, M.L. Adequações tecnológicas no processamento da carne de caranguejo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 1, p. 78-82, jan.-mar., 2008.

OLIVEIRA, E.; MEYER, A.A.N.; ARMSTRONG, R.M. Ocorrência e densidade populacional do molusco invasor *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae), no rio Passaúna, Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**. v. 36, n. 532, p. 103, 2014.

OLIVIER, L.; SCHNEIDERMAN, M. A method for estimating the density of aquatic snail populations. **Experimental Parasitology**. v. 5, n. 2, p. 109-117, 1956.

PARADA, E.; PEREDO, S.; LARA, G.; VALDEBENITO, I. Growth, age and life span of the freshwater mussel *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828). **Archives Hydrobiologie**. v. 115, n. 4, p. 563-573, 1989.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; CUMMINGS, K. *Prisodon serratophorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/189780/44824090>> Acesso em: 18 September 2019.

PEREIRA, D., et al. Bivalve distribution in hydrographic regions in South America: historical overview and conservation. **Hydrobiologia**. v. n. p. 2013.

PEREIRA, D.; MANSUR, M.C.D.; PIMPÃO, D.M. Identificação e diferenciação dos bivalves límnicos invasores dos demais bivalves nativos do Brasil. In: MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; PAZ, I.C.P.P.; M.L., Z.; M.C.D., M.; RAYA-RODRIGUES, M.T.; NERHKE, M.V. & BERGONCI, P.A. **Guia Prático: Moluscos límnicos Invasores do Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 75-94.

PFEIFER, N.T.S.; PITONI, V.L.L. Análise qualitativa estacional da fauna de moluscos límnicos no delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**. v. 11, n. 2, p. 145-158, 2003.

PIMPÃO, D.M. Moluscos. In: RAPP PY-DANIEL, L.; DEUS, C.P.; HENRIQUES, A.L.; PIMPÃO, D.M. & RIBEIRO, O.M. **Biodiversidade do Médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação**. INPA: Manaus: 2007. p. 69-81.

_____. **Morfologia comparada de moluscos bivalves da Amazônia direcionada à taxonomia e sistemática filogenética de Hyriidae (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea)**. 2010. 178f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-Amazonas, 2010.

PIMPÃO, D.M.; MANSU, M.C.D. Chave pictórica para identificação dos bivalves do baixo Rio Aripuanã, Amazonas, Brasil (Sphaeriidae, Hyriidae e Mycetopodidae). **Biota Neotropica**. v. 9, n. 3, p. 8, 2009.

- PIMPÃO, D.M.; MANSUR, M.C.D. Chave pictórica para identificação dos bivalves do baixo Rio Aripuanã, Amazonas, Brasil (Sphaeriidae, Hyriidae e Mycetopodidae). **Biota Neotropica**. v. 9, n. 3, p. 377-384, 2009.
- PIMPÃO, D.M.; MARTINS, D.D.S. Ocorrência do molusco asiático *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia, Corbiculidae) no baixo rio Negro, Amazônia central. **Acta Amazonica**. v. 38, n. 3, p. 589 - 592, 2008.
- POLEZE, M.; CALLIL, C.T. Bivalvia, Cyrenidae, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): new record, density, and population structure in the Teles Pires River, northern Mato Grosso, Brazil. **Check List**. v. 11, n. 4, p. 2015.
- REIS, W.S.B.; COSTA, L.A.; BEASLEY, C.R. Criação de uma coleção permanente de larvas gloquídeos de moluscos de água doce da Amazônia. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu-MG. **Anais**, 2007,
- RIBEIRO, H.M.C.; MORALES, G.P.; BARBOSA, K.D.S.; VERA, M.A.P. Avaliação preliminar da qualidade das águas superficiais do rio Marataúra do município de Abaetetuba – PA. **Enciclopedia Biosfera**. v. 10, n. 19, p. 377, 2014.
- RODRIGUES, W.C. **Estatística Aplicada**. 70p., 2010.
- SÁ, R.L.D.; SANTIN, L.; MARTELLO, A.R.; AMARAL, A.M.B.D.; KOTZIAN, C.B. Diversidade de moluscos em riachos de uma região de encosta no extremo sul do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 13, n. 3, p. 213-221, 2013.
- SALLES, P.B.D.; MACEDO, Y.B.; FIGUEIREDO, E.L. Caracterização físico-química e microbiológica da carne do molusco Bivalve Sarnambi (*Phacoides pectinitus*) coletado nas praias em Algodual e Salinópolis, no Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 11, n. 1, p. 2245-2261, jan.-jun., 2017.
- SANTOS, S.B.; THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; MIYAHIRA, I.C.; GONÇALVES, I.C.B.; XIMENES, R.D.F.; MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: 2012. p. 26.
- SILVA, E.C.D.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: Lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. **Oecologia Australis**. v. 15, n. 2, p. 326-344, 2011.
- SILVA, E.J.; GOMES, R.B.; DE BRITO, C.S.F.; ROCHA-BARREIRA, C.D.A. Os moluscos bivalves de água doce do Brasil: Potencial ainda não aproveitado pela aquicultura. **Aquaculture Brasil**. v. 7, n. p. 26-31, 2017.
- TERUI, A.; MIYAZAKI, Y.; YOSHIOKA, A.; KADOYA, T.; JOPP, F.; WASHITANI, I. Dispersal of larvae of *Margaritifera laevis* by its host fish. **Freshwater Science**. v. 33, n. 1, p. 112-123, 2014.
- VALE, R.S.D.; BEASLEY, C.R.; TAGLIARIO, C.H. Seasonal variation in the reproductive cycle of a Neotropical freshwater mussel (Hyriidae). **American Malacological Bulletin**. v. 18, n. 1/2, p. 71-78, 2004.

VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. A importância e utilidade dos estudos morfométricos e do crescimento relativo em bivalves e gastrópodes. **Portugalia**. v. 20, n. p. 10-11, 2017.

VIANNA, M.P.; AVELAR, W.E.P. Ocorrência da espécie invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) no rio Sapucaí (São Paulo, Brasil). **Biotemas**. v. 23, n. 3, p. 59-66, 2010.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, 960p., 2009.

ZHAO, L.; WALLISER, E.O.; MERTZ-KRAUS, R.; SCHÖNE, B.R. Unionid shells (*Hyriopsis cumingii*) record manganese cycling at the sediment-water interface in a shallow eutrophic lake in China (Lake Taihu). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 484, n. p. 97-108, mar., 2017b.

CAPÍTULO 3. USO DE FLUOROCROMO CALCEINA NA DETERMINAÇÃO DE CRESCIMENTO DO BIVALVE DE ÁGUA DOCE *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) NA REGIÃO AMAZÔNICA²

RESUMO

O crescimento e a longevidade dos bivalves de água doce são parâmetros essenciais para determinar as estratégias e ações antrópicas no ambiente, necessários para fornecer uma compreensão mais ampla do ciclo de vida das espécies. Com isso, o objetivo do presente estudo é de estimar o crescimento e longevidade do bivalve límnico *Paxyodon syrmatophorus*, utilizando o método de estimativa da taxa de crescimento *In situ Fluorescent Marking (IFM)*, coletados no rio Maratauíra entre os meses de setembro de 2016 a setembro de 2017. Os indivíduos encontrados apresentaram comprimento anteroposterior modal de 53 a 68,9 mm, variando entre 7,71 a 104,63 mm, com densidades populacionais de 15 ind./m². As funções de crescimento (K e L_{∞}) de Von Bertalanffy foram estabelecidas a partir do método de marcação-recaptura utilizando fluorocromo calceína. Deste modo, verifica-se que *P. syrmatophorus* apresenta baixa taxa de crescimento ($K=0,10$) e crescimento longo ($L_{\infty}=83,62$). Com isso, assume-se que um indivíduo com comprimento anteroposterior de 83,62 mm apresenta idade equivalente a 98 anos. Nas comparações entre os métodos utilizados constata-se que a utilização do método de frequência de comprimento superestima os parâmetros crescimento estimado, em contrapartida, evidencia-se a eficácia do método utilizando o marcador fluorocromo calceína, que não afeta a sobrevivência da espécie.

Palavra-chave: Calceína, Comparação de métodos, Marcação-recaptura

ABSTRACT

The growth and longevity of freshwater mussel are essential parameters for determining the anthropogenic strategies and actions in the environment needed to provide a broader understanding of the life cycle of species. Thus, the objective of the present study is to estimate the growth and longevity of the limestone bivalve *Paxyodon syrmatophorus*, using the *In situ Fluorescent Marking (IFM)* growth rate estimation method, collected in the Maratauíra River from September 2016 to September 2017. The individuals presented a modal anteroposterior length of 53 to 68.9 mm, ranging from 7.71 to 104.63 mm, with population densities of 15 ind./m². The growth functions (K and L_{∞}) of Von Bertalanffy were established from the label-recapture method using fluorochrome calcein. Thus, *P. syrmatophorus* has low growth rate ($K = 0.10$) and long-lived growth ($L_{\infty} = 83.62$). With this, it is assumed that an individual with a length of 83.62 mm presents an age equivalent to 98 years. In the comparisons between the methods used it is verified that the use of the length frequency method overestimates the estimated growth parameters, in contrast, it is evident the efficacy of the method using the marker fluorochrome calcein, which does not affect the survival of the species.

Keywords: Calcein, Comparison of methods, Mark-recapture

² Artigo a ser submetido à revista científica PeerJ.

3.1 Introdução

As análises de dados de medidas repetidas são de fundamental importância em estudo de crescimento de um organismo, principalmente por incluir situações em que as unidades experimentais, indivíduos de diferentes tratamentos (e.g., sexo, raça, entre outros), são analisados ao longo de diversas condições de avaliação (e.g., tempo, tamanho amostral dentre outros) (DIGGLE, 1988).

Entre as análises utilizadas, destacam-se as curvas de crescimento que utilizam as variáveis de peso, comprimento e o tempo por meio de modelos não-lineares (FREITAS, 2005), sendo essenciais em estudos ecológicos, pois avaliam a vulnerabilidade de populações, possibilitando inferências relacionada a degradação do habitat, pesca e outros impactos antrópicos, fornecendo uma compreensão mais ampla do ciclo de vida dos bivalves (KLUNZINGER et al., 2014; LEPORE et al., 2009). Tais influências se mostram evidentes em estruturas rígidas (calcificadas) de organismos, como por exemplo nas linhas de crescimento dos moluscos bivalves (CHAGAS, HERRMANN, 2016). Esta formação de estruturas de crescimento em muitas conchas é periódica e controlada pelos períodos sazonais, interrompendo o crescimento principalmente durante a reprodução e nos períodos frios (em áreas com estações bem definidas), formando assim a linha de crescimento proeminente que possibilita a estimação da idade do bivalve (SCHONE et al., 2005).

Os métodos utilizados na estimação do crescimento de moluscos bivalves, incluem: distribuição de frequência de comprimento (*Length-Frequency Distribution - LFD*) (GRIZZLE et al., 2016; HERRMANN et al., 2009b; LEPORE et al., 2009); análise dos isótopos estáveis (CARDOSO et al., 2013; CARRÉ et al., 2005); leitura das linhas de crescimento e análise de incremento de comprimento em experimentos de marcação-recaptura (*In Situ Fluorescentmarkin - IFM*), utilizando marcadores externos (e.g., tinta, etiqueta, ranhuras, epoxy) e internos (e.g., calceína, cloridrato de tetraciclina, oxitetraciclina, manganês, cloreto de estrôncio, vermelho alizarina (ANTHONY et al., 2001; CHAGAS, HERRMANN, 2016; HERRMANN et al., 2009b; KAEHLER, MCQUAID, 1999; KLUNZINGER et al., 2014; LEPORE et al., 2009).

Schone et al. (2005), ressaltam que muitos estudos sobre crescimento são direcionados a moluscos bivalves, principalmente devido à importância ecológica e econômica de muitas espécies. Com isso, evidencia-se a necessidade de utilização de uma metodologia que apresente elevada eficácia nos resultados (CHAGAS, HERRMANN, 2016). Desta forma, o uso de fluorocromo ou substâncias fluorescentes em estudos de crescimento de moluscos, surgiram como uma metodologia alternativa e de elevada precisão nos resultados em substituição às

técnicas tradicionais para determinados organismos, principalmente para os bivalves de áreas tropicais (CHAGAS, 2018a).

Estudos de crescimento em moluscos bivalves marinhos são historicamente mais abundantes entre os moluscos (BLAY, PLANES, KY, 2018; CARDOSO et al., 2013; CHAGAS, 2018a; FERREIRA, 2003; GRIZZLE et al., 2016; HEILMAYER et al., 2005; HERRMANN, 2009; HERRMANN et al., 2009a; HERRMANN et al., 2009b; SCHONE et al., 2005). Nesse contexto evidencia-se a escassez de dados de crescimento para bivalves de água doce, sendo os mais impactados atualmente devido a degradação ambiental. Assim sendo, é necessário a compreensão não apenas da dinâmica do crescimento das espécies, como também aspectos reprodutivos, dispersão, entre outros.

Paxyodon syrmatophorus (Gmelin, 1791) é um molusco de água doce pertencente à família Hyriidae, que é encontrado em ambientes aquáticos de substratos lodosos, argilosos ou areno-lodosos, restringindo-se a áreas marginais com pouca profundidade (BEASLEY et al., 2000). Sua distribuição geográfica abrange a região da América do Sul, indo do Orinoco e Guiana até o baixo Amazonas (PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014). De dispersão passiva, suas larvas apresentam um estágio parasitário que utilizam animais (e.g., peixes e outros animais aquáticos) durante o período de metamorfose (BEASLEY et al., 2000; PIMPÃO, 2010; PIMPÃO, MANSUR, 2009) prendendo-se a eles com ganchos e espinhos (PIMPÃO, 2010).

Com isso, o presente trabalho busca estimar o crescimento do bivalve límnico *Paxyodon syrmatophorus*, utilizando os métodos de estimativa da taxa de crescimento *IFM* uma vez que inexistem estudos sobre a espécie, apesar da enorme importância ecológica que desempenham dentro do ecossistema. E espera-se que esse estudo possa contribuir significativamente como base para pesquisas futuras tanto para a espécie quanto para as demais espécies.

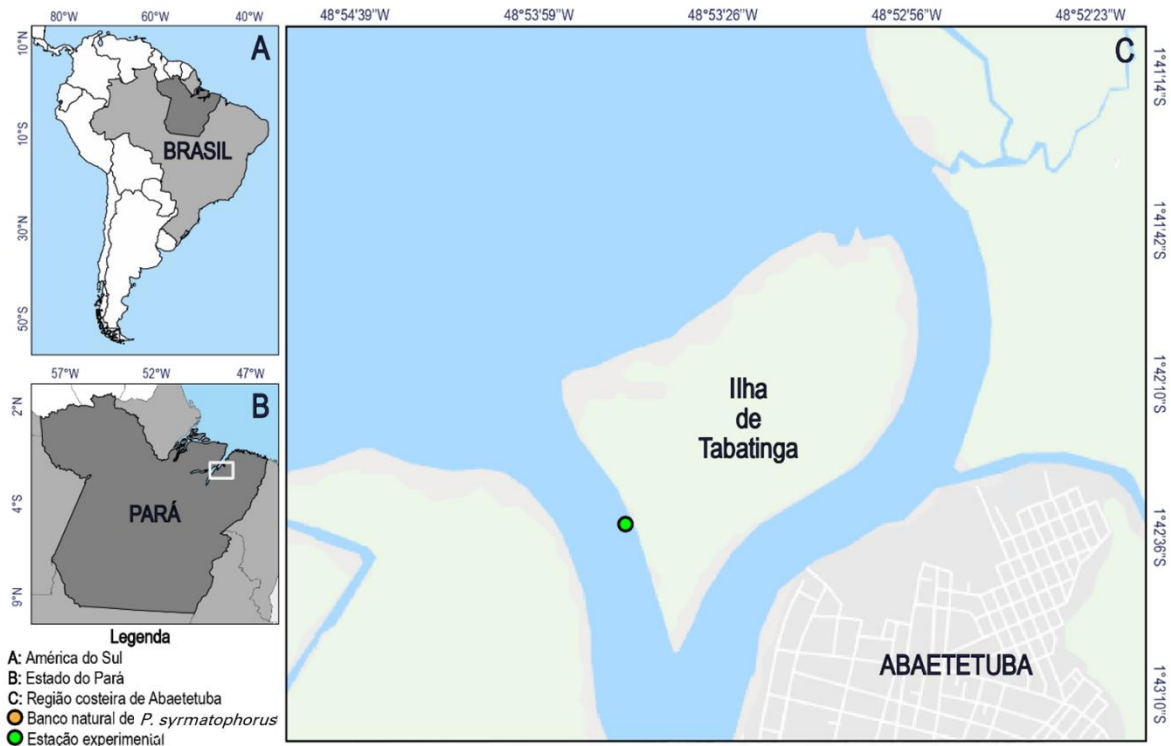
3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de estudo

O município de Abaetetuba localiza-se as margens do rio Maratauíra (afluente do rio Tocantins) (Ferreira, 2013), pertencente a Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste, estado do Pará (Pará, 2012). A área de estudo apresenta influência de regime de marés diurnas, composta de água doce. O trabalho foi desenvolvido em dois pontos de estudo limitados a Ilha de Tabatinga (Figura 1).

Para monitorar o método utilizado no presente trabalho utilizou-se de um cultivo experimental nas estruturas do trapiche da casa de um morador local.

Figura 1: Área de estudo, destacando o local de cultivo experimental dos bivalves de água doce (ponto em verde).



3.2.2 Metodologia de amostragem utilizada no cultivo experimental

a) Implantação do experimento

Para a implantação do experimento, primeiramente coletou-se 341 *P. syrmatorophorus* em setembro de 2016, posteriormente transportou-os até a estação experimental, localizada mais ao sul da ilha em recipientes plásticos (ponto verde). No local, utilizou-se bandejas plásticas cheias com a própria água do rio e aeração mecânica para acondicionar e aclimatar os bivalves.

Para o experimento, apenas 313 foram imersos em solução de fluorocromo calceína e 28 utilizados como indivíduos controle. Na marcação dos bivalves, utilizou-se três bandejas experimentais, com 20 litros de solução de calceína (Vetec, CAS 1461-15-0) cada, em concentração de 150 mg L^{-1} , permanecendo imersos por um período de 14 h, tempo suficiente para que os organismos absorvessem a solução de calceína no carbonato de cálcio da concha. Esta concentração resulta na incorporação de calceína na margem de posterior da concha, mostrando-se visível sob luz ultravioleta ou azul após crescimento do indivíduo. Após esse período, a constatação da absorção do químico pelos bivalves foi efetuada através da diferença

na tonalidade da solução. Metodologias realizadas com sucesso em outros espécimes de bivalves (HEILMAYER, 2004; HERRMANN, ALFAYA, LEPORE, 2007; KLUNZINGER et al., 2014; RIASCOS, 2007; VAN DER GEEST et al., 2011).

Após marcação, mensurou-se os bivalves límnicos, aferindo-se as medidas morfométricas externas comprimento anteroposterior, largura e altura de cada indivíduo (Figura 3, Tabela 1), utilizando um paquímetro digital (Tesa - DATAdirect, com precisão de 0,01 mm), separando-os em quatro classes de comprimento total, acondicionando-as em três lanternas - apetrecho utilizado em ostreiculturas, que possui quatro divisórias (pratos) que serve para cultivar ostras. Da disposição das lanternas, duas foram preenchidas com exemplares de *P. syrmatorphorus* marcados com a solução de calceína e uma com exemplares não marcados, sendo assim, nossa lanterna controle.

Figura 2: Morfometria da concha do bivalve de água doce *Paxyodon syrmatorphorus*. Comprimento anteroposterior (linha tracejada), largura e altura da concha. Escala 10 mm.

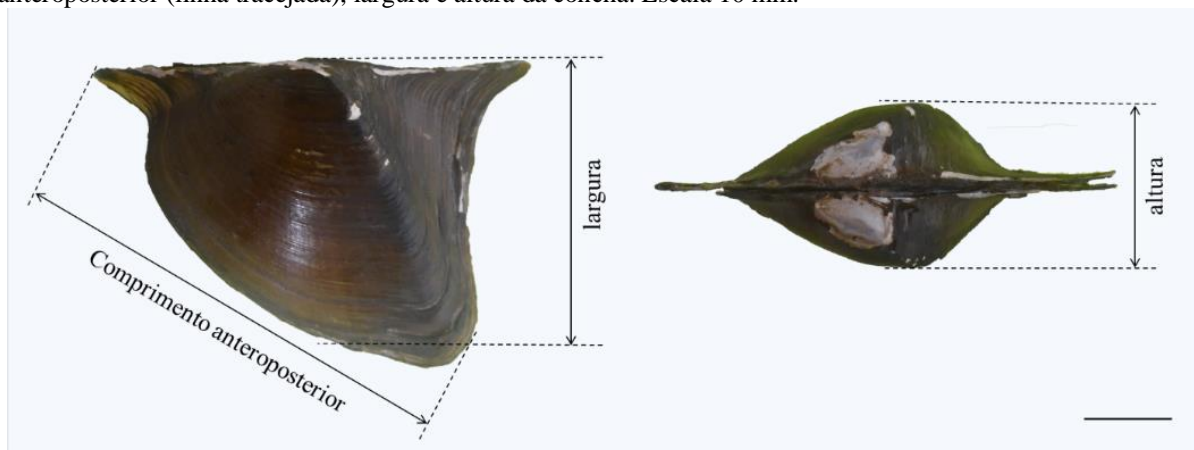


Tabela 1: Análise descritiva dos bivalves coletados para dar início ao experimento com fluorocromo calceína.

Análise descritiva	Marcadas com calceína	controle
Média (comprimento anteroposterior)	59,39	61,02
Erro padrão	0,49	1,28
Mediana	59,3	60,56
Desvio padrão	8,58	6,79
Variância da amostra	73,68	46,08
Curtose	0,99	0,01
Assimetria	-0,39	0,52
Mínimo (comprimento anteroposterior)	25,97	49,75
Máximo (comprimento anteroposterior)	80,51	78,13
n	313	28

b) Procedimento de amostragem

A coleta das amostras marcadas foi realizada no mês seguinte, ou seja, a partir de outubro de 2016. Mensalmente coletou-se 16 indivíduos, sendo dois indivíduos de cada prato,

totalizando oito indivíduos por lanterna. Após a separação dos organismos, efetuou-se *in locu* a codificação dos bivalves coletados e, posteriormente, eram efetuadas a morfometria de cada indivíduo dispostos nas lanternas, conforme a figura 3. Adicionalmente, separou-se os bivalves mortos para análises de sobrevivência dos indivíduos marcados, transportando-os juntos aos demais bivalves ao Laboratório de Ecologia Bentônica Tropical, situado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém.

Figura 3: Lanterna utilizada no cultivo de bivalves no estado do Pará. Morfometria dos bivalves acondicionados dentro das lanternas sobre os pratos.



c) Procedimento em laboratório foi dividido em três etapas.

- **Etapa 1:** Consistiu na lavagem e emblocamento dos bivalves:

Essa lavagem é primordial para a retirada total da massa visceral do bivalve, bem como a retirada total do material orgânico aderido externamente a concha, utilizando escova com cerdas macias, após a lavagem os bivalves foram deixados para secar ao ar livre, protegidos do sol por no mínimo 24 h, para impedir posteriormente o desenvolvimento de microrganismos no processo seguinte. Após esse processo, separou-se um lado da valva de cada exemplar, para serem imersas em solução de resina cristal e catalizador, em proporção de 100:1 respectivamente, para a formação de blocos (Figura 4), permanecendo pelos menos 12 horas para secagem total da resina.

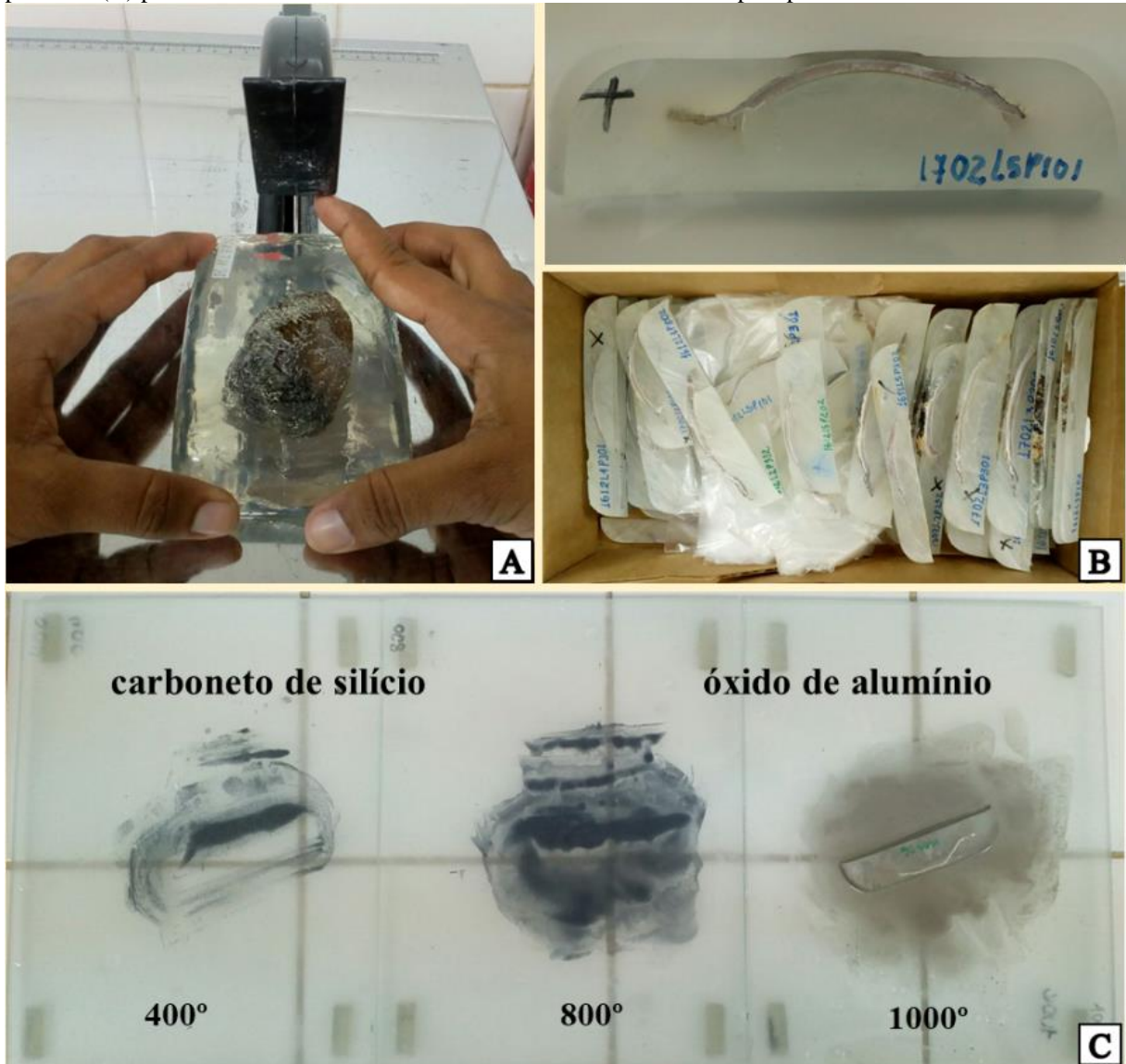
Figura 4: Processo de emblocamento dos bivalves límnicos do rio Maratauíra, ilha de Tabatinga, Abaetetuba: **(A)** Adição do catalizador na resina cristal e espera da reação do catalizador e resina cristal, **(B)** imersão da valva do bivalve límnico na solução de resina, **(C)** valvas dos bivalves submersas na mistura de resina antes que a mesma endureça e **(D)** secagem das valvas em resina cristal para a retirada do bloco pronto para ser cortado.



- **Etapa 2:** Consistiu na realização de cortes longitudinais e polimento dos blocos:

Nesta etapa, realizou-se cortes longitudinais (espessura de 5 mm) dos blocos confeccionados na etapa anterior. Esses cortes foram realizados no sentido do comprimento anteroposterior, utilizando uma serra (Figura 5 A). Subsequentemente, as secções (Figura 5 B) cortadas foram sucessivamente polidas sobre um painel de vidro em diferentes graus de carboneto de silício em pó (400 e 800 graus) e suspensão de óxido de alumínio (1000 graus) (Figura 5 C). O polimento é necessário para que as estrias causadas com a serra diamantada se tornassem relativamente plana para a excelente leitura no microscópio de fluorescência.

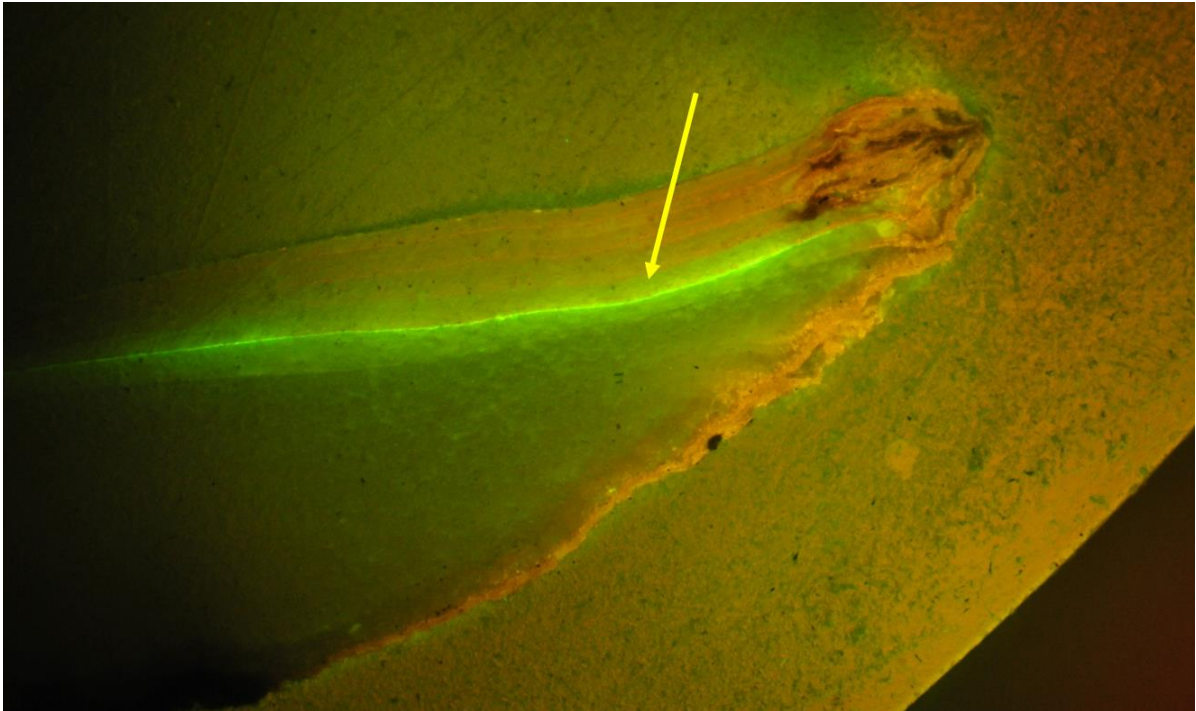
Figura 5: Processo de corte e polimento das secções: (A) corte em secções de 5mm de espessura já pré-definida, cortadas no sentido do comprimento anteroposterior, (B) secções cortadas e codificadas prontas para serem polidas e (C) placa de vidro com carboneto de silício e óxido de alumínio para polimento.



- **Etapa 3:** Leitura das marcas de calceína

Ao utilizar microscópio de fluorescência, equipado com luz azul (Motic, filtro 450 a 490 μm) utilizando objetiva de 40x e auxílio de uma câmera digital acoplada, realizou-se a visualização das marcas de calceína (seta amarela) nas conchas dos bivalves límnicos estudados. A determinação da marca de calceína incorporada na concha foi possível através de microfotografias (Figura 6).

Figura 6: Microfotografia da valva evidenciando a eficiência da marcação de calceína indicado com seta amarela. Esta valva refere-se a amostra de fevereiro de 2017.



d) Eficiência das marcas de calceína

Para determinar a eficiência das marcas de calceína, previamente classificou-as como “perfeitas” aquelas onde obteve-se marcas em ambos lados da concha (antero-posterior), “insuficiente” aquelas com marcação em apenas um dos lados (anterior ou posterior), e “nenhuma” aquelas onde não se obteve marca em ambos lados da concha.

A dependência do tipo de marca de calceína produzida foi estimada por análise de tabela de contingência. A diferença na eficiência marcação foi estimada com uma ANOVA paramétrica e unidirecional. Normalidade e homogeneidade das suposições de variância foram testadas (Teste de Levene: $p < 0,05$). Posteriormente, as comparações foram estimadas com menor diferença significativa, testes de Tukey. Os testes estatísticos foram realizados com o programa Statistica (versão 7.0) para Windows.

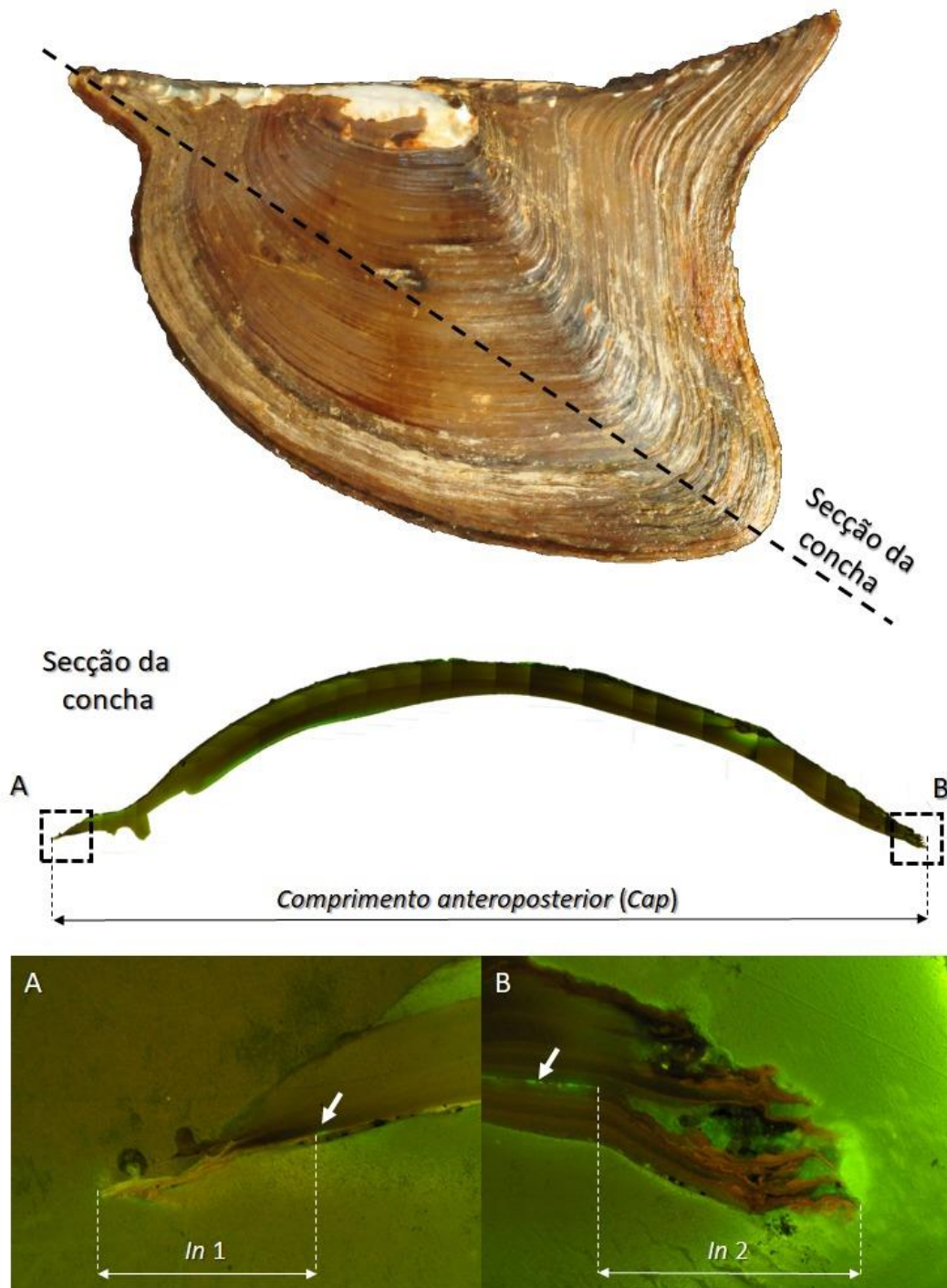
3.2.3 Sobrevivência de *Paxyodon syrmatophorus*

A sobrevivência foi calculada pela subtração dos indivíduos mortos dos meses amostrados durante todo o experimento, tanto para os bivalves marcados com calceína, como para os bivalves controles.

3.2.4 Determinação do crescimento em ambiente de cultivo

A análise de marcação com fluorocromo calceína (*IFM*) foi utilizada para analisar o incremento de *P. syrmatophorus*, ocorrendo através das medidas micrométricas da distância entre a marca do fluorocromo calceína e a margem do crescimento da concha (Figura 7) conforme Herrmann et al. (2009b) e (CHAGAS, HERRMANN, 2016).

Figura 7: Microfotografias tiradas do bivalve límnico (linha tracejada preta) indicando o comprimento anteroposterior e ampliação da parte posterior e anterior da concha, evidenciando a marcação de calceína (linha tracejada). (A) lado anterior da valva e (B) lado posterior da valva, com seus respectivos incrementos.



Para calcular o crescimento absoluto individual, primeiramente estimou-se o comprimento inicial de cada bivalve, sendo determinado através da equação 1 abaixo:

$$C_i = C_f - \text{Incremento} \quad (1)$$

Os cálculos das taxas de crescimento diário foram determinados através da taxa de crescimento absoluto (C_a) utilizando a equação 2 abaixo:

$$C_a = C_f - C_i \quad (2)$$

Onde C_a é o quanto o bivalve cresceu durante o experimento, C_f e o comprimento final do bivalve (mm) no mês amostrado, C_i é o comprimento do bivalve no início do experimento.

Para determinar os parâmetros de crescimento utilizou-se a função de crescimento de von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938) (Equação 3) ajustada para os dados de crescimento de comprimento de incremento conforme Appeldoorn (1987), derivados das marcas fluorescentes, usando o software FiSAT II.

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^D \quad (3)$$

A determinação dos parâmetros ocorreu através da utilização do software FiSAT II (GAYANILO JR, SPARRE; PAULY, 2005). Onde L_t é o comprimento anteroposterior (mm) do bivalve no tempo t ($t_1 + t_2$), L_∞ é a média do comprimento assintótico, K a constante de crescimento (ano⁻¹), D determina a forma da curva (ponto de inflexão se $D > 1$), e t_0 equivale ao t_i .

3.2.5 Performance de crescimento do *Paxyodon syrmatophorus*

Diversos autores apresentam o Índice Geral de Performance de Crescimento – OGP, desenvolvido por Pauly (1979) como método eficaz na comparação de performance de crescimento entre espécies (CHAGAS, 2018a; HEILMAYER et al., 2005; HERRMANN, 2009; HERRMANN et al., 2009b; LEPORE et al., 2009). Para isso, é primordial a utilização dos parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (L_∞ e K), conforme equação 4 abaixo.

$$OGP = \log (k[L_\infty])^3 \quad (4)$$

O OGP é apresentado em uma forma gráfica especial, denominada grade auximétrica que, por possibilitar o agrupamento por padrões de crescimento de espécies, viabiliza a comparação do desempenho de crescimento. Entretanto, neste estudo, devido a correlação negativa entre K e L_{∞} , o que invalida comparações diretas, a comparação da performance de crescimento utilizou-se o Índice de crescimento phi-prime (Φ'), descrito na equação 5, abaixo:

$$\phi' = \log_{10}(K) + 2 \log_{10}(L_{\infty}) \quad (5)$$

3.2.6 Análises estatísticas

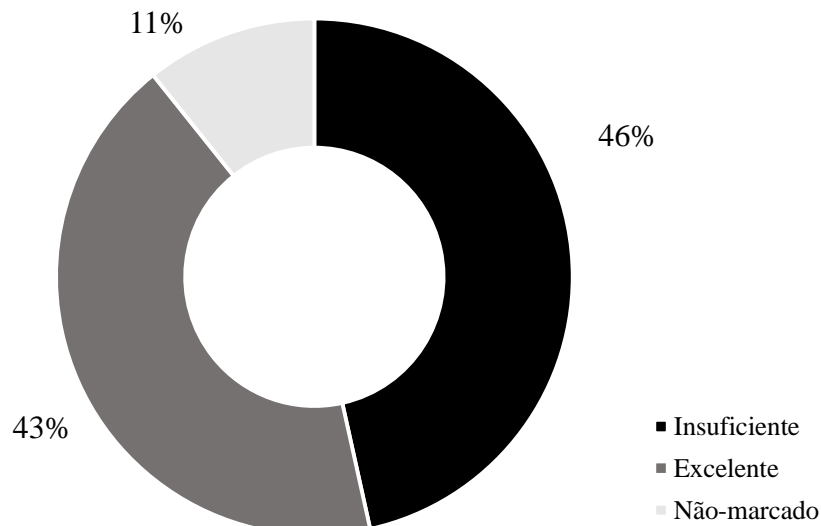
Todas as análises estatísticas foram consideradas a um nível de significância de 95 % ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 2010), utilizando o *software* Statistica (Versão 7.0) para Windows.

3.3 Resultados

3.3.1 Eficiência da marcação

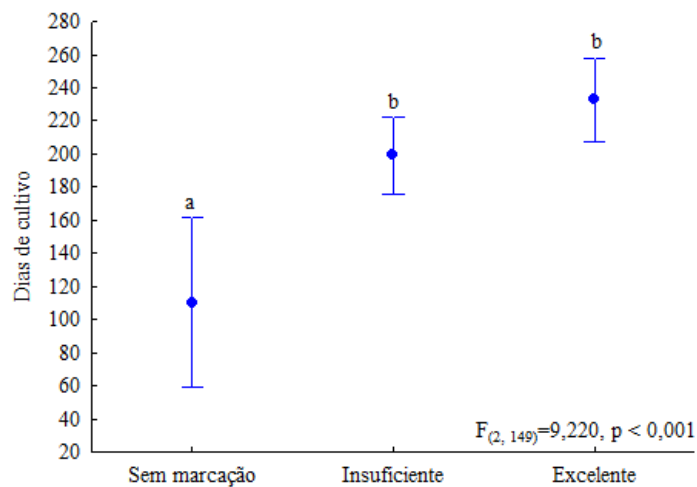
Do total de *P. syrmatophorus* marcados neste estudo, utilizou-se apenas 159 indivíduos durante o período de coleta. Destes, 43% (68 ind.) apresentaram marcação classificada como “excelente”, ou seja, com marcas nítidas tanto do lado anterior quanto posterior da concha, 46% (74 ind.) marcação “insuficiente” aquelas com apenas uma marcação, e 11% (17 ind.) os moluscos que não apresentaram marcação na concha (Figura 8).

Figura 8: Eficiência da marcação de fluorcromo calceína segundo as classificações de excelentes, insuficientes e não marcadas.



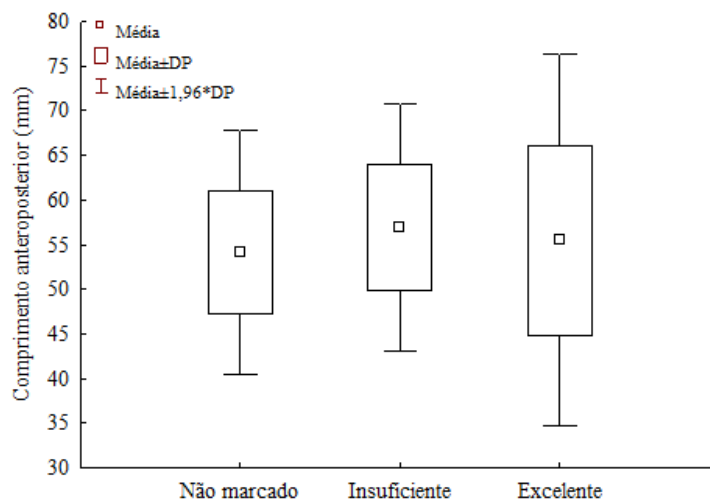
Os resultados da ANOVA, ao analisar a eficiência da marcação de calceína por dia de cultivo, indicou diferenças significativas ($F_{(2,149)} = 9,220; p < 0,001$). Deste modo, em média, os moluscos que apresentaram ao menos uma marca de calceína (classificada como insuficiente) permaneceram 89 dias a mais em ambiente de cultivo (Tukey, $p = 0,005$) e os que apresentaram duas marcas (classificadas como excelente) permaneceram 123 dias em ambiente de cultivo (Tukey, $p < 0,001$) em comparação aos indivíduos que não apresentaram nenhuma marcação (Figura 9).

Figura 9: Eficiência da marcação com fluorcromo calceína para os dias de cultivo de bivalves *Paxyodon syrmatophorus*.



Devido heterogeneidade dos dados morfométricos, a avaliação da eficiência da marcação por comprimento anteroposterior foi realizada por meio do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, indicando que não há diferença na eficiência da marcação ao avaliar o comprimento anteroposterior de *P. syrmatophorus* ($H_{(2; N=152)} = 2,069; p = 0,355$) (Figura 10).

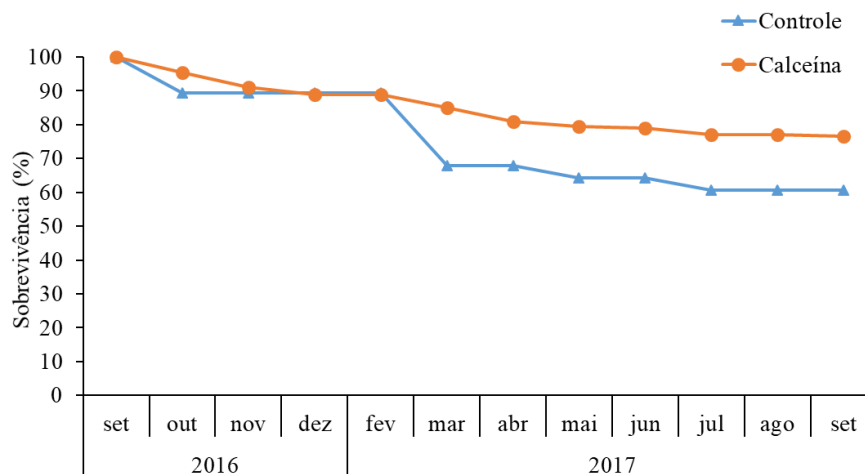
Figura 10: Eficiência da marcação de fluorcromo calceína com o comprimento anteroposterior dos bivalves marcados.



3.3.3 Sobrevivência

Ao final do experimento observou-se um leve declínio na quantidade de indivíduos, tanto nas lanternas com moluscos marcados com calceína quanto nos moluscos controles (Figura 11).

Figura 11: Sobrevivência dos indivíduos marcados com fluorocromo calceína ao longo de um ano de estudo.



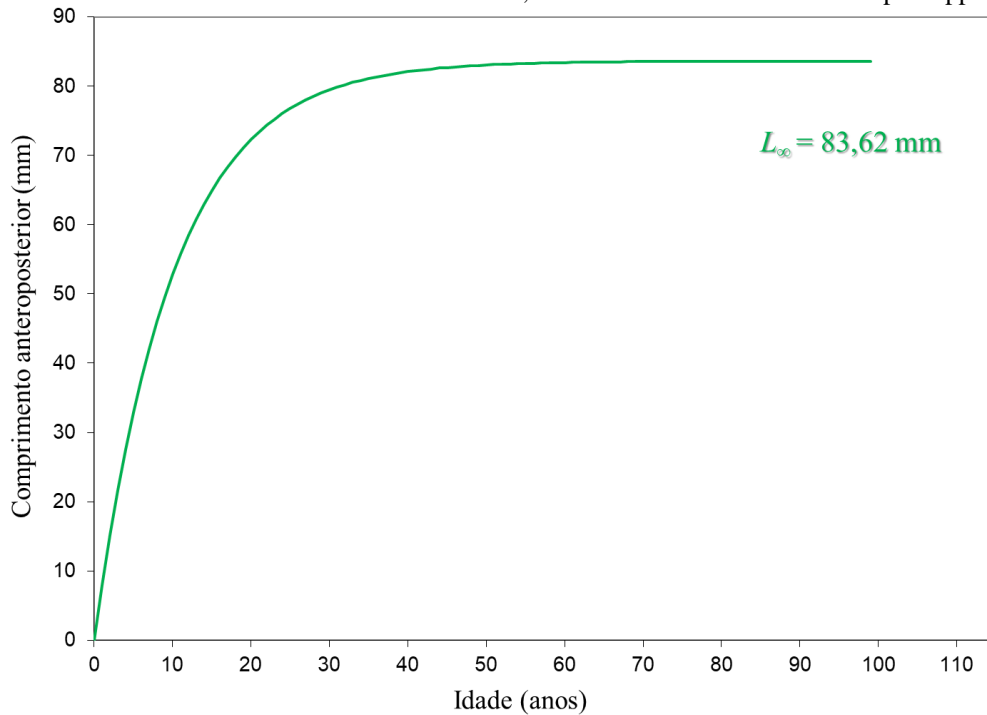
A sobrevivência para os indivíduos no tratamento controle apresentou um leve aumento em sua mortalidade entre os meses de fevereiro e março de 2017, onde morreu um maior número de indivíduos durante o experimento (seis indivíduos no total).

3.3.5 Crescimento em ambiente de cultivo

Em virtude do possível monitoramento dos indivíduos marcados as taxas de perdas foram as mínimas possíveis. O comprimento anteroposterior final dos indivíduos foi fortemente relacionado ao comprimento anteroposterior inicial dos indivíduos marcados ($R = 0,99$, $p < 0,001$).

Para calcular os parâmetros de crescimento K e L_{∞} utilizou-se os dados calculados através da equação já citada. E a partir da equação de von Bertalanffy, obteve-se os valores de $K=0,10$ e $L_{\infty}=83,62$ mm (Figura 13) e de phi-prime (ϕ') e OGP iguais a 2,84 e 4,77, respectivamente. Adicionalmente, na taxa de crescimento diário médio foi de $0,011 \pm 0,008$ mm, variando entre 0,005 mm e 0,012 mm. Neste sentido, assume-se que um indivíduo com comprimento de 83,62 mm apresenta idade equivalente a 98 anos. Do mesmo jeito, verifica-se que os parâmetros de crescimento de *P. syrmatophorus* estimada com o método de frequência de comprimento, superestima o crescimento da espécie (Figura 12).

Figura 12: Curvas de crescimento em tamanho segundo modelo von Bertalanffy, estabelecida para o crescimento de sexo agrupado do bivalve *Paxyodon syrmatophorus* do rio Maratauíra, Amazônia Oriental. Parâmetros encontrados através da análise de incremento valvar- IFM, utilizando o método modificado por Appeldoorn's.



3.3.6 Performance de crescimento

Ao analisar a performance de crescimento de três famílias de bivalves de água doce, por meio de uma grade auximétrica (efetuado com dados do phi-prime) verificou-se que a família Hyriidae apresenta um padrão de crescimento (Tabela 2, Figura 13), possibilitando assim a comparação dos métodos utilizados nesse estudo. Deste modo é possível confirmar novamente a hipótese de que o método de marcação com fluorocromo calceína é eficiente para a estimação dos parâmetros de crescimento da espécie em regiões tropicais. Ao analisar o grupo da família Hyriidae na grade auximétrica, observa-se que os dois pontos pretos, representativos a parâmetros de crescimento de *Westralunio carteri*, foram agrupados fora do padrão da espécie, este fato ocorreu pois os mesmos pontos representam a estimação dos parâmetros em uma área de elevado grau de impactação.

Figura 13: Grade auximétrica desenvolvida através dos parâmetros *phi-prime*, calculados pelo autor que se encontram na tabela 2, onde relaciona-se os parâmetros de crescimento (K e L_∞), sendo possível verifica a influência dos diferentes métodos para estimativa de crescimento para três famílias de bivalves límnicos (cada código corresponde a uma espécie).

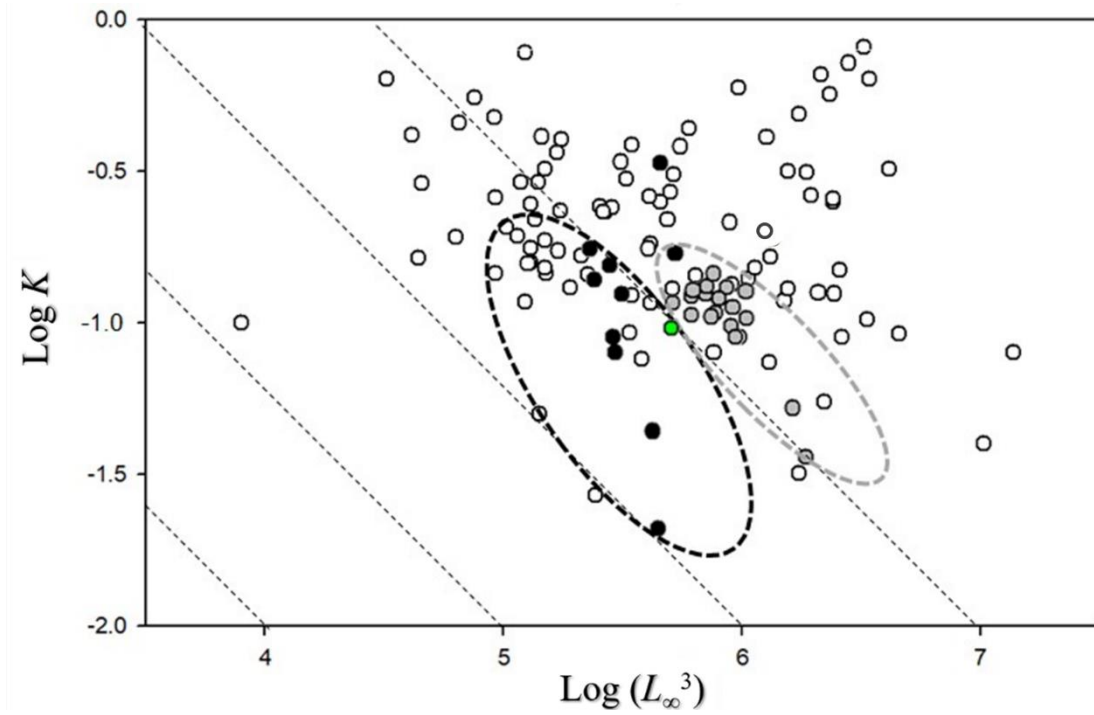


Tabela 2: Lista de estudos sobre crescimento dos bivalves límnicos que apresentam parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} e K), indicando área e país correspondente ao estudo, a região climática (**Arti.**: Ártico; **Temp.**: temperada; **Trop.**: tropical) e a metodologia de análise de crescimento (**CR**: captura e recaptura; **LFD**: frequência de comprimento; e **AC**: anéis de crescimento). Além disso, indica-se os parâmetros de crescimento: constante de crescimento (K), estimada em anos; o comprimento máximo (L_{∞}), o índice de crescimento phi-prime (Φ') e o índice de desempenho de crescimento (**OGP**). São indicados, também, as referências aos estudos citados.

N	Espécie	Localidade, País	Região	Método	K (ano-1)	L_{∞} (mm)	L95%	OGP	Φ'	Referencia
HYRIIDAE										
a1	<i>Paxyodon symmatophorus</i>	Abaetetuba, Brasil	Trop	CR/150mg/L	0,10	83,62	104,63	4,77	2,84	Presente estudo
b1	<i>Westralunio carteri</i>	Bennett Brook (AUS)	Temp	CR/250mg/L	0,08	66,6	72,9	4,37	2,55	Klunzinger, m.w., et al. 2014
b2	<i>Westralunio carteri</i>	Brunswick River (AUS)	Temp	CR/250mg/L	0,021	76,4	77	3,97	2,09	Klunzinger, m.w., et al. 2015
b3	<i>Westralunio carteri</i>	Collie River (AUS)	Temp	CR/250mg/L	0,139	62,2	73,7	4,52	2,73	Klunzinger, m.w., et al. 2016
b4	<i>Westralunio carteri</i>	Horse Drink (AUS)	Temp	CR/250mg/L	0,09	66	78,6	4,41	2,59	Klunzinger, m.w., et al. 2017
b5	<i>Westralunio carteri</i>	Dog Hill (AUS)	Temp	CR/250mg/L	0,336	77	82,8	5,19	3,30	Klunzinger, m.w., et al. 2018
b6	<i>Westralunio carteri</i>	Bennett Brook (AUS)	Temp	AC	0,124	67,9	-	4,59	2,76	Klunzinger, m.w., et al. 2019
b7	<i>Westralunio carteri</i>	Brunswick River (AUS)	Temp	AC	0,044	75	-	4,27	2,39	Klunzinger, m.w., et al. 2020
b8	<i>Westralunio carteri</i>	Collie River (AUS)	Temp	AC	0,175	61,4	-	4,61	2,82	Klunzinger, m.w., et al. 2021
b9	<i>Westralunio carteri</i>	Horse Drink (AUS)	Temp	AC	0,155	65,3	-	4,64	2,82	Klunzinger, m.w., et al. 2022
b10	<i>Westralunio carteri</i>	Dog Hill (AUS)	Temp	AC	0,17	80,7	-	4,95	3,04	Klunzinger, m.w., et al. 2023
MARGARITIFERIDAE										
c1	<i>M. margaritifera</i>	Finlândia (FI)	Arti	AC	0,036	122,6	-	4,82	2,73	(Helama; Valovirta, 2008)
d1	<i>M. margaritifera</i>	Escócia	Temp	AC	0,023–0,081	77–158	-	-	-	Hastie <i>et al.</i> (2000)
e1	<i>M. margaritifera</i>	Arnego (ES)	Temp	AC	0,105	84,968	90,5	4,81	2,88	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e2	<i>M. margaritifera</i>	Eo 1 (ES)	Temp	AC	0,112	96,967	111,24	5,01	3,02	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e3	<i>M. margaritifera</i>	Eo 2 (ES)	Temp	AC	0,097	96,457	107,01	4,94	2,96	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e4	<i>M. margaritifera</i>	Eo 3 (ES)	Temp	AC	0,089	97,756	105,66	4,92	2,93	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e5	<i>M. margaritifera</i>	Landro (ES)	Temp	AC	0,126	101,198	117,32	5,12	3,11	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e6	<i>M. margaritifera</i>	Mandeo (ES)	Temp	AC	0,121	84,787	111,24	4,87	2,94	San Miguel <i>et al.</i> (2004)

Continuação da Tabela 2.

N	Espécie	Localidade, País	Região	Método	K (ano-1)	L_{∞} (mm)	L95%	OGP	Φ'	Referencia
MARGARITIFERIDAE										
e7	<i>M. margaritifera</i>	Masma 1 (ES)	Temp	AC	0,107	91,781	98,37	4,92	2,95	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e8	<i>M. margaritifera</i>	Masma 2 (ES)	Temp	AC	0,123	89,034	95,05	4,94	2,99	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e9	<i>M. margaritifera</i>	Mera (ES)	Temp	AC	0,104	90,407	96,77	4,89	2,93	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e10	<i>M. margaritifera</i>	Narcea (ES)	Temp	AC	0,103	101,335	99,76	5,03	3,02	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e11	<i>M. margaritifera</i>	Narla (ES)	Temp	AC	0,13	95,187	101,65	5,05	3,07	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e12	<i>M. margaritifera</i>	Ouro 1 (ES)	Temp	AC	0,119	92,669	100,2	4,98	3,01	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e13	<i>M. margaritifera</i>	Ouro 2 (ES)	Temp	AC	0,131	89,362	103,13	4,97	3,02	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e14	<i>M. margaritifera</i>	Tambre (ES)	Temp	AC	0,144	91,184	106,67	5,04	3,08	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e15	<i>M. margaritifera</i>	Trimaz (ES)	Temp	AC	0,115	79,943	90,56	4,77	2,87	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
e16	<i>M. margaritifera</i>	Ulla (ES)	Temp	AC	0,127	85,371	98,45	4,90	2,97	San Miguel <i>et al.</i> (2004)
UNIONIDAE										
q1	<i>Actinonaias ligamentina</i>	America Central (5 rios)	Trop	AC	0,077–0,173	107,8– 161,3	55-120	-	-	St. John (1973)
o1	<i>Alasmidonta heterodon</i>	Aquia Creek (USA)	Temp	AC	0,26	45,3	43,8	4,38	2,73	Michaelson e Neves (1995)
o2	<i>Alasmidonta heterodon</i>	Neversink River (USA)	Temp	AC	0,207	46,8	42,6	4,33	2,66	Michaelson e Neves (1995)
i5	<i>Alasmidonta marginata</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,439	84,4	84,8	5,42	3,50	Haag (2009)
i6	<i>Alasmidonta viridis</i>	Brushy Creek (USA)	Temp	AC	0,417	34,6	37,4	4,24	2,70	Haag (2009)
h1	<i>Amblema plicata</i>	White River (USA)	Temp	AC	0,09	137,96	-	5,37	3,23	Christian <i>et al.</i> (2000)
h2	<i>Amblema plicata</i>	Ouachita River (USA)	Temp	AC	0,13	87,2	-	4,94	2,99	Christian <i>et al.</i> (2000)
i3	<i>Amblema plicata</i>	Little Tallahatchie River (USA)	Temp	AC	0,207	109	101,3	5,43	3,39	Haag (2009)
i4	<i>Amblema plicata</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,074	109,2	114,7	4,98	2,95	Haag (2009)
k1	<i>Anodonta piscinalis</i>	Kokemäenjoki (FI)	Arti	<i>LFD</i>	0,318	115,9		5,69	3,63	Haukioja e Hakala (1978)
i11	<i>Cyprogenia aberti</i>	Spring River (USA)	Temp	AC	0,292	51,9	52,6	4,61	2,90	Haag (2009)

Continuação da Tabela 2.

N	Espécie	Localidade, País	Região	Método	K (ano-1)	L _∞ (mm)	L95%	OGP	Φ'	Referencia
UNIONIDAE										
i12	<i>Cyprogenia stegaria</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,183	74,4	74,7	4,88	3,01	Haag (2009)
m1	<i>Cyprogenia stegaria</i>	Clinch River (USA)	Temp	AC	0,146	53,2	56	4,34	2,62	Jones e Neves (2002)
n1	<i>Dromus dromas</i>	Clinch River (USA)	Temp	-	0,123	70,1	78,4	4,63	2,78	Jones et al. (2004)
i13	<i>Ellipsaria lineolata</i> (femea)	Tennessee River (USA)	Temp	AC	0,232	64,4	65,6	4,79	2,98	Haag (2009)
i48	<i>Elliptio arca</i>	Buttahatchee River (USA)	Temp	AC	0,251	77	79,5	5,06	3,17	Haag (2009)
i49	<i>Elliptio arca</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,219	78,7	88,3	5,03	3,13	Haag (2009)
i50	<i>Elliptio arca</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,309	80,3	83,3	5,20	3,30	Haag (2009)
i51	<i>Elliptio crassidens</i>	Buttahatchee River (USA)	Temp	AC	0,165	109,5	114	5,34	3,30	Haag (2009)
i52	<i>Elliptio crassidens</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,118	114,5	127,7	5,25	3,19	Haag (2009)
f1	<i>Elliptio complanata</i>	Yawgoo pond (USA)	Temp	CR	0,176	74	-	4,85	2,98	Anthony et al. (2001)
f4	<i>Elliptio complanata</i>	Worden Pond (USA)	Temp	CR	0,027	62,5	-	3,82	2,02	Anthony et al. (2001)
i14	<i>Epioblasma penita</i>	Buttahatchee River (USA)	Temp	AC	0,291	49	52,7	4,53	2,84	Haag (2009)
i53	<i>Fusconaia cerina</i>	Buttahatchee River (USA)	Temp	AC	0,235	55,8	62,2	4,61	2,86	Haag (2009)
i54	<i>Fusconaia cerina</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,173	55,4	61,6	4,47	2,73	Haag (2009)
g1	<i>Fusconaia cuneolus</i>	Clinch River (USA)	Temp	AC	0,13	80	80,2	4,82	2,92	Bruenderman e Neves (1993)
g2	<i>Fusconaia cuneolus</i>	Clinch River (USA)	Temp	AC	0,08	91,3	-	4,78	2,82	Bruenderman e Neves (1993)
h3	<i>Fusconaia ebena</i>	White River, (Africa)	Temp	AC	0,13	115,9	-	5,31	3,24	Christian et al. (2000)
h4	<i>Fusconaia ebena</i>	Black River (USA)	Temp	AC	0,14	102,2	-	5,17	3,17	Christian et al. (2000)
i15	<i>Hamiota altilis</i>	Shoal Creek (USA)	Temp	AC	0,242	63,3	65	4,79	2,99	Haag (2009)
i16	<i>Lampsilis ornata</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,382	82	95,4	5,32	3,41	Haag (2009)
i17	<i>Lampsilis straminea</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,27	79,3	88,3	5,13	3,23	Haag (2009)
i18	<i>Lampsilis teres</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,41	108,2	108,1	5,72	3,68	Haag (2009)
i19	<i>Lampsilis teres</i>	St. Francis River (USA)	Temp	AC	0,569	132,8	143	6,12	4,00	Haag (2009)

f2 *Lampsilis siliquoidea* Wabana Lake (USA) Temp CR 0,055 130,3 - 5,09 2,97 Anthony et al. (2001)

Continuação da Tabela 2.

N	Espécie	Localidade, País	Região	Método	K (ano-1)	L _∞ (mm)	L95%	OGP	Φ'	Referencia
UNIONIDAE										
i7	<i>Lasmigona costata</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,25	133,9	140,6	5,78	3,65	Haag (2009)
i20	<i>Leptodea fragilis</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,597	98,9	119,3	5,76	3,77	Haag (2009)
i21	<i>Leptodea fragilis</i>	St. Francis River (USA)	Temp	AC	0,72	141	137	6,30	4,16	Haag (2009)
i22	<i>Ligumia recta</i>	St. Croix River (USA)	Temp	AC	0,257	134,1	144	5,79	3,66	Haag (2009)
i23	<i>Ligumia recta</i>	Tennessee River (USA)	Temp	AC	0,639	150,5	154	6,34	4,16	Haag (2009)
i24	<i>Medionidus acutissimus</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,637	31,9	34,1	4,32	2,81	Haag (2009)
h5	<i>Megaloniais nervosa</i>	St. Francis River (USA)	Temp	AC	0,04	217,8	-	5,62	3,28	Christian et al. (2000)
h6	<i>Megaloniais nervosa</i>	Cache River (USA)	Temp	AC	0,08	239,2	-	6,04	3,66	Christian et al. (2000)
i57	<i>Megaloniais nervosa</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,092	165,8	168,3	5,62	3,40	Haag (2009)
i25	<i>Obliquaria reflexa</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,365	55,1	60,9	4,79	3,04	Haag (2009)
i26	<i>Obliquaria reflexa</i> (female)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,158	50,7	54	4,31	2,61	Haag (2009)
i27	<i>Obliquaria reflexa</i> (male)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,247	50,7	53	4,51	2,80	Haag (2009)
i28	<i>Obovaria jacksoniana</i> (female)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,164	35,3	34	3,86	2,31	Haag (2009)
i29	<i>Obovaria jacksoniana</i> (male)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,146	45,3	50,4	4,13	2,48	Haag (2009)
i30	<i>Obovaria unicolor</i> (female)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,192	39,8	41,9	4,08	2,48	Haag (2009)
i31	<i>Obovaria unicolor</i> (male)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,117	49,7	50,2	4,16	2,46	Haag (2009)
i70	<i>Plectomerus dombeyanus</i>	Leaf River (USA)	Temp	AC	0,264	125	134	5,71	3,62	Haag (2009)
i71	<i>Plectomerus dombeyanus</i>	Pearl River (USA)	Temp	AC	0,149	136,9	144,5	5,58	3,45	Haag (2009)
i55	<i>Pleurobema coccineum</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,134	96,9	104,5	5,09	3,10	Haag (2009)
11	<i>Pleurobema collina</i>	John's Creek (USA)	Temp	-	0,116	74,4	75,2	4,68	2,81	Hove e Neves (1994)
i56	<i>Pleurobema decisum</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,145	61	67	4,52	2,73	Haag (2009)
i32	<i>Potamilus purpuratus</i> (female)	St. Francis River (USA)	Temp	AC	0,49	120	129,4	5,93	3,85	Haag (2009)
i33	<i>Potamilus purpuratus</i> (male)	St. Francis River (USA)	Temp	AC	0,813	148,1	149,3	6,42	4,25	Haag (2009)
i34	<i>Potamilus purpuratus</i> (male)	Pearl River (USA)	Temp	AC	0,321	160,7	194,5	6,12	3,92	Haag (2009)

i35 *Ptychobranchus fasciolaris*

Licking River (USA)

Temp

AC

0,103

149,6

157,4

5,54

3,36

Haag (2009)

Continuação da Tabela 2.

N	Espécie	Localidade, País	Região	Método	K (ano-1)	L _∞ (mm)	L95%	OGP	Φ'	Referencia
UNIONIDAE										
f3	<i>Pyganodon grandis</i>	Wabana Lake (USA)	Temp	CR	0,032	120	-	4,74	2,66	Anthony et al. (2001)
i8	<i>Pyganodon grandis</i>	Kettle Creek (USA)	Temp	AC	0,314	123,2	127,5	5,77	3,68	Haag (2009)
i9	<i>Pyganodon grandis</i>	Pearl River (USA)	Temp	AC	0,659	129	134,4	6,15	4,04	Haag (2009)
j1	<i>Pyganodon. grandis</i>	Narrow Lake (USA)	Temp	LFD	0,261	74,2	75	5,03	3,16	Hanson, Mackay e Prepas (1988)
i58	<i>Quadrula asperata</i>	Buttahatchee River (USA)	Temp	AC	0,187	53,1	53,8	4,45	2,72	Haag (2009)
i59	<i>Quadrula asperata</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,152	53,1	56,2	4,36	2,63	Haag (2009)
i60	<i>Quadrula asperata</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,05	52,1	54,5	3,85	2,13	Haag (2009)
i61	<i>Quadrula asperata</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,22	51,4	52,6	4,48	2,76	Haag (2009)
i62	<i>Quadrula asperata</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,177	50,6	53,2	4,36	2,66	Haag (2009)
i63	<i>Quadrula asperata</i>	Tombigbee River (USA)	Temp	AC	0,299	68,9	71,7	4,99	3,15	Haag (2009)
i1	<i>Quadrula pustulosa</i>	Mississippi (USA)	Temp	AC	0,093	69,7	-	4,50	2,65	Haag (2009)
i2	<i>Quadrula pustulosa</i>	Mississippi (USA)	Temp	AC	0,131	57,6	-	4,40	2,64	Haag (2009)
i64	<i>Quadrula pustulosa</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,143	86,2	88,2	4,96	3,03	Haag (2009)
i65	<i>Quadrula pustulosa</i>	Little Tallahatchie River (USA)	Temp	AC	0,076	72,4	79,8	4,46	2,60	Haag (2009)
h7	<i>Quadrula quadrula</i>	Ozark Lake (USA)	Temp	AC	0,1	19,96	-	2,90	1,60	Christian et al. (2000)
h8	<i>Quadrula quadrula</i>	Lake Dardenelle (USA)	Temp	AC	0,09	99,36	-	4,95	2,95	Christian et al. (2000)
i66	<i>Quadrula refulgens</i>	Pearl River (USA)	Temp	AC	0,194	48,5	52,5	4,35	2,66	Haag (2009)
i67	<i>Quadrula rumphiana</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,167	59,7	71,2	4,55	2,77	Haag (2009)
i68	<i>Quadrula verrucosa</i> (female)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,126	127,8	117,1	5,42	3,31	Haag (2009)
i69	<i>Quadrula verrucosa</i> (male)	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,152	104,1	107,4	5,23	3,22	Haag (2009)
i10	<i>Strophitus subvexus</i>	Shoal Creek (USA)	Temp	AC	0,215	96,2	94,6	5,28	3,30	Haag (2009)
i41	<i>Truncilla truncata</i>	St. Croix River (USA)	Temp	AC	0,157	50,2	50,6	4,30	2,60	Haag (2009)
i36	<i>Toxolasma parva</i>	Davis Lake (USA)	Temp	AC	1.008	24	26,7	7,14	5,76	Haag (2009)
i38	<i>Toxolasma texasensis</i> (female)	Kettle Creek (USA)	Temp	AC	0,288	35,7	35,8	4,12	2,56	Haag (2009)

i37 *Toxolasma texasensis* (male) Kettle Creek (USA) Temp AC 0,556 42,3 43,7 4,62 3,00 Haag (2009)

Continuação da Tabela 2.

N	Espécie	Localidade, País	Região	Método	K (ano-1)	L _∞ (mm)	L95%	OGP	Φ'	Referencia
UNIONIDAE										
i39	<i>Truncilla donaciformis</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,456	40,3	46,8	4,47	2,87	Haag (2009)
i40	<i>Truncilla truncata</i>	Licking River (USA)	Temp	AC	0,24	65,8	65,3	4,83	3,02	Haag (2009)
p1	<i>Unio terminalis</i>	Lake Kinneret (Israel)	Temp	AC	0,412	52,4	-	4,77	3,05	Ostrovsky, Gophen e Kalikhman (1993)
p2	<i>Unio terminalis</i>	Lake Kinneret (Israel)	Temp	AC	0,323	53	-	4,68	2,96	Ostrovsky, Gophen e Kalikhman (1993)
i42	<i>Villosa lienosa</i>	Kettle Creek (USA)	Temp	AC	0,387	70,1	72,4	5,12	3,28	Haag (2009)
i43	<i>Villosa lienosa</i>	Sipsey River (USA)	Temp	AC	0,782	49,8	54,3	4,98	3,29	Haag (2009)
i44	<i>Villosa nebulosa</i> (female)	Shoal Creek (USA)	Temp	AC	0,477	45	44	4,64	2,98	Haag (2009)
i45	<i>Villosa nebulosa</i> (male)	Shoal Creek (USA)	Temp	AC	0,232	63,9	60,4	4,78	2,98	Haag (2009)
i46	<i>Villosa vibex</i> (female)	Shoal Creek (USA)	Temp	AC	0,405	55,9	60,4	4,85	3,10	Haag (2009)
i47	<i>Villosa vibex</i> (male)	Shoal Creek (USA)	Temp	AC	0,34	67,8	79,2	5,03	3,19	Haag (2009)

3.4 Discussão

3.4.1 Eficiência da marcação

O método de marcação e recaptura utilizando marcador fluorocromo calceína em estudos de crescimento e deposição em conchas de bivalves marinhos vem sendo muito utilizado por diversos autores em diversas espécies, dentre eles *Adamussium colbecki* (Smith, 1902) (HEILMAYER et al., 2005; LARTEAUD et al., 2010), *Amusium balloti* (Bernardi, 1861) (LUCAS et al., 2008) *Donax hanleyanus* Philippi, 1847 (HERRMANN et al., 2009b), *Mesoderma mactroides* Deshayes, 1854 (LEPORE et al., 2009), *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819) (CHAGAS, 2018a), *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 e *Patinopecten yessoensis* (Jay, 1857) estudados por Zhao et al. (2017a) todas espécies marinhas. Para bivalves de água doce, a utilização desse método apresenta-se tímida, onde observa-se poucos estudos para este grupo, como e. g.: *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (ZHAO, SCHÖNE, MERTZ-KRAUS, 2015) e *Westralunio carteri* Iredale, 1934 (KLUNZINGER et al., 2014).

A utilização desta metodologia mostra-se como excelente método de estimação de crescimento, mesmo que em concentrações inferiores ao utilizados neste estudo (150mg/L), em comparação à utilizada por Klunzinger et al. (2014) (250mg/L) em bivalves de água doce australianos. A eficácia da metodologia ocorre pela facilidade na incorporação da calceína no carbonato de cálcio da concha, sendo evidenciada posteriormente uma marcação verde fluorescente que possibilita a determinação de crescimento absoluto do indivíduo após leitura em microscópio de fluorescência (CHAGAS, HERRMANN, 2016).

3.4.2 Sobrevivência

Em estudos preliminares utilizando fluorocromo, eram constatados efeito negativo a sobrevivência dos organismos, principalmente devido a toxicidade na composição (DAY, WILLIAMS, HAWKES, 1995; MONAGHAN, 1993; SCHMITT, 1984). Posteriormente ao aumento de estudos relacionados a utilização desta metodologia, evidenciou-se que a utilização do fluorocromo calceína apresentava-se como melhor substância a ser utilizada devido a sua baixa toxicidade (CHAGAS, HERRMANN, 2016; ROWLEY, MACKINNON, 1995; WILSON, BECKMAN, DEAN, 1987), assim como evidenciada no presente estudo. Para ser um marcador de crescimento adequado, a substância utilizada não pode apresentar toxicidade, e não afetar

negativamente o crescimento ou a sobrevivência dos organismos estudados (LEPORE et al., 2009).

Através de estudos realizados por Herrmann et al. (2009b) e Chagas e Herrmann (2016) a utilização de marcação com calceína não afeta a sobrevivência de bivalves tropicais e subtropicais, nativos e cultivados, apresentando-se adequada, principalmente na utilização em experiência *in situ*, corroborando com o presente estudo, além de ser eficaz, apresenta-se como um método relativamente econômico, podendo ser aplicado num curto período de tempo (HERRMANN et al., 2009b).

3.4.3 Crescimento em ambiente natural e de cultivo

Segundo Pimpão (2007) bivalves como *Prisodon obliquus* Schumacher, 1817, *Anodontites* Bruguière, 1792., *Diplodon* Spix, 1827 *Castalia ambigua* Lamarck, 1819, *Triplodon corrugatus* (Lamarck, 1819) são caracterizados como grandes moluscos bivalves. Não diferindo da espécie estudada *P. syrmatophorus*, visto que foram encontrados indivíduos com comprimento anteroposterior de 104,63 mm no rio Maratauíra. Beasley et al. (2000), estudando a reprodução de *P. syrmatophorus* do rio Tocantins, encontrou indivíduos de 81mm de comprimento. Escarbassiere, Cabrera e Lasso (2004), estudando a diversidade de bivalves de água doce do rio Orinoco, encontrou indivíduos de 84,5mm de comprimento. Em ambos os estudos o tamanho encontrado mostrou-se inferior ao presente estudo.

Para a eficiência do método de análises das distribuições de frequência de comprimento (LFD) é necessária coortes de idade bem definida e, normalmente, tamanho amostral grande. Em relação ao rio Maratauíra a espécie *P. syrmatophorus* não apresentou uma sazonalidade marcante em relação aos seus comprimentos médios, isso pode ser explicado devido o processo reprodutivo ser contínuo, fazendo com que recrutas entrem constantemente na biomassa da população e assim não seja evidenciado um deslocamento nas classes de comprimento em períodos curtos. Do mesmo modo, Meyer, Martin e Oliveira (2013) estudando amostra da população de *Diplodon expansus* – família Hyriidae, no rio Piraquara, Paraná, evidenciou um indicativo de reprodução contínua, assim como um de deslocamento na classe modal de 42 e 47mm para 50 a 53mm em um intervalo de três anos.

Segundo Lepore et al. (2009) o método estudado aponta que um grande ponto a favor da análise de incremento – IFM é sua precisão, permitindo determinar a taxa de crescimento diário a partir de medições diretas, bem como, pode ser utilizado um número relativamente

baixo de amostras. Sendo assim, o *IFM* pode ser usado em populações dispersas, com dificuldade amostral para a detecção clara de coortes.

Chagas e Herrmann (2016), indicam que as experiências de marcação e recaptura, utilizando a análise de incremento de comprimento – *IFM*, apresenta-se eficaz ao estimar o crescimento de espécies tropicais. Uma vez que nessas áreas os eventos reprodutivos e recrutamento contínuos são diferenciados em comparação com espécies de zonas temperadas e árticas. Já que estas apresentam períodos de estagnação no crescimento, bem como em sua reprodução em virtude das estações mais frias.

Embora o presente estudo tenha mostrado que os parâmetros de crescimento K e L_{∞} calculados a partir da análise de incremento – *IFM*, sejam semelhantes aos que são analisados através da frequência de comprimento – *LFD*, é possível que o segundo método superestime os valores, elevando assim as taxas de comprimento de espécies estudadas em ambientes tropicais. (CHAGAS, HERRMANN, 2016; HERRMANN et al., 2009b; LEPORE et al., 2009). Desta forma, presume-se que um indivíduo do presente estudo de comprimento anteroposterior de 83,62 mm, estimado com o método de marcação de fluorocromo calceína apresente idade equivalente a 98 anos.

3.4.4 Performance de crescimento

De acordo com diversos autores, o desenvolvimento dos bivalves é fortemente influenciado por fatores abióticos (COLLE, CALLIL, 2012), como a qualidade da água (HANANA et al., 2017), temperatura superficial da água (AKIYAMA, IWAKUMA, 2007; LATCHERE et al., 2018), alimentação (LATCHERE et al., 2018), sexo (HAAG, LEANN STATON, 2003), tipo de habitat (BAILEY, GREEN, 1987), entre outros fatores.

A performance de crescimento utilizada *Overall Growth Performance* – OGP apresenta-se como um método utilizado para caracterizar o desempenho de crescimento de inúmeras espécies (MUNRO, PAULY, 1983; PAULY, 1979) apresentando-se eficiente, uma vez que as espécies apresentam padrões de crescimento ligados diretamente variações climáticas na área em que vivem (PROU, GOULLETQUER, BACHER, 1991; VAKILY, 1992). Desta forma, os parâmetros de crescimento estimados no presente estudo apresentaram-se similar ao encontrado em estudos em diferentes zonas climáticas, principalmente para a família estudada de áreas tropicais (ANTHONY et al., 2001; HAAG, RYPEL, 2009; KLUNZINGER et al., 2014), podendo ver melhor cada comparação quando observado a tabela 2 já mencionada acima.

A análise do desempenho de crescimento do bivalve *P. syrmatophorus*, formulados com os parâmetros de Von Bertalanffy (K , L_{∞}) e os dados de OGP e Φ' , nos permitiu através da grade auximétrica comparar várias populações de bivalves de água doce estudados com diferentes metodologias e zonas climáticas. Ao analisar a performance de crescimento das três famílias de bivalves de água doce, foi possível observar que a família Hyriidae, assim como as demais espécies apresentam um padrão de crescimento lento e longo (KLUNZINGER et al., 2014). Entretanto, a estrutura etária da população estudada é desconhecida, não se tendo informações sobre a estabilidade, recrutamento e longevidade da população. Porém, sabe-se que algumas espécies apresentam longevidade de 79 anos (AKIYAMA, IWAKUMA, 2007).

3.5 Conclusão

O presente estudo apresenta resultados inovadores quanto a dinâmica do crescimento da espécie *Paxyodon syrmatophorus*, dentre eles: Temos que a abundância dos bivalves está relacionada a eficiência da amostragem, sendo intensificado no período seco.

Também se constatou que a utilização de concentrações de 150mg/L é satisfatória na eficiência da marcação de bivalves de água doce em áreas tropicais. No qual, a utilização do marcador fluorocromo calceína, não afeta a sobrevivência dos bivalves estudados. *P. syrmatophorus* que apresenta uma baixa taxa de crescimento e alta longevidade.

A utilização do método de marcação-recaptura utilizando fluorocromo calceína se mostrou como método eficaz na determinação dos parâmetros de crescimento de *P. syrmatophorus*.

3.6 Agradecimentos

A FAPESPA pela aquisição de financiamento através do projeto (nº 2015/55820). A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela disponibilidade dos espaços físicos para o desenvolver do projeto. Ao Instituto Federal do Pará (IFPA) pela disponibilidade da lancha para todas as coletas realizadas. Bem como, a comunidade da ilha de Tabatinga, Abaetetuba em nome de Dona Sônia Margalho, por nos ajudar em tudo o que foi necessário ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

- AKIYAMA, Y.; IWAKUMA, T. Survival of glochidial larvae of the freshwater pearl mussel, *Margaritifera laevis* (Bivalvia: Unionoida), at different temperatures: a comparison between two populations with and without recruitment. **Zoological Science**. v. 24, n. 9, p. 890-893, 2007.
- ANTHONY, J.L.; KESLER, D.H.; DOWNING, W.L.; DOWNINGS, J.A. Length-specific growth rates in freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae): extreme longevity or generalized growth cessation? **Freshwater Biology**. v. 46, n. p. 1349-1359, 2001.
- APPELDOORN, R.S. Modification of a seasonally oscillating growth function for use with mark-recapture data. **Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer**. v. 43, n. p. 194-198, 1987.
- BAILEY, R.C.; GREEN, R.H. Within-basin variation in the shell morphology and growth rate of a freshwater mussel. **Canadian Journal of Zoology**. v. 66, n. 7, p. 1704-1708, 1987.
- BEASLEY, C.R.; TÚRY, E.; VALE, W.G.; TAGLIARO, C.H. Reproductive Cycle, Management and Conservation of *Paxyodon Syrmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) from the Tocantins River, Brazil. **Journal of Molluscan Studies**. v. 66, n. 3, p. 393-402, 393, 2000.
- BLAY, C.; PLANES, S.; KY, C.L. Optimal age of the donor graft tissue in relation to cultured pearl phenotypes in the mollusc, *Pinctada margaritifera*. **PLoS One**. v. 13, n. 6, p. e0198505, 2018.
- CARDOSO, J.F.M.F.; WITBAARD, N., R.; VANDER VEER, H.W.; MACHADO, J.P. Growth increment periodicity in the shell of the razor clam *Ensis directus* using stable isotopes as a method to validate age. **Biogeosciences**. v. 10, n. p. 4741-4750, 2013.
- CARRÉ, M.; BENTALEB, I.; BLAMART, D.; OGLE, N.; CARDENAS, F.; ZEVALLOS, S.; KALIN, M.R.; ORTLIEB, L.; FONTIGNE, M. Stable isotopes and sclerochronology of the bivalve *Mesodesma donacium*: Potential application to Peruvian paleoceanographic reconstructions. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 228, n. 1-2, p. 4-25, 2005.
- CHAGAS, R.A. **Impacto do El Niño na Amazônia: Influência no crescimento da ostra-do-manguae cultivada no litoral Paraense, Norte do Brasil**. 2018a. 291f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2018a.
- CHAGAS, R.A.; HERRMANN, M. Estimativas de crescimento de bivalves tropicais e subtropicais: recomendação para um método padronizado. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**. v. 4, n. 2, p. 28-38, 2016.
- COLLE, A.C.; CALLIL, C.T. Environmental influences on the composition and structure of the freshwater mussels in shallow lakes in the Cuiabá River floodplain. **Brazilian Journal Biology**. v. 72, n. 2, p. 249-256, 2012.

DAY, R.W.; WILLIAMS, M.C.; HAWKES, G.P. A comparison of fluorochromes for marking abalone shells. **Marine and Freshwater Research**. v. 46, n. p. 599-605, 1995.

DIGGLE, P.J. An Approach to the Analysis of Repeated Measurements. **Biometrics**. v. 44, n. p. 959-971, 1988.

ESCARBASSIERE, R.M.; CABRERA, M.A.; LASSO, C.A. Moluscos bivalvos (Unionacea y Mutelacea) de la cuenca del río Orinoco, Venezuela. **Memoria de la Fundación La Salles de Ciencias Naturales**. v. 159-160, n. p. 283-303, 2004.

FERREIRA, I.M.M.M.G. **Crescimento e qualidade da ostra (*Crassostrea gigas*) em viveiros da Ria Formosa sujeitos a diferentes condições de cultura e situações ambientais**. 2003. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) - Universidade do Porto, Porto-Portugal, 2003.

FERREIRA, L.D.S.G. **Gênero de vida ribeirinho na Amazônia: reprodução socioespacial na região das ilhas de Abaetetuba-PA**. 2013. 149f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2013.

FREITAS, A.R.D. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 3, p. 786-795, 2005.

GRIZZLE, R.E.; WARD, K.M.; PETER, C.R.; CANTWELL, M.; KATZ, D.; SULLIVAN, J. Growth, morphometrics and nutrient content of farmed eastern oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin), in New Hampshire, USA. **Aquaculture Research**. v. n. p. 1-13, 2016.

HAAG, W.R.; LEANN STATON, J. Variation in fecundity and other reproductive traits in freshwater mussels. **Freshwater Biology**. v. 48, n. 12, p. 2118-2130, 2003.

HAAG, W.R.; RYPEL, A.L. Growth and longevity in freshwater mussels: evolutionary and conservation implications. **Biological Reviews Cambridge Philosophical Society**. v. 86, n. 1, p. 225-247, 2009.

HANANA, H.; TURCOTTE, P.; ANDRE, C.; GAGNON, C.; GAGNE, F. Comparative study of the effects of gadolinium chloride and gadolinium - based magnetic resonance imaging contrast agent on freshwater mussel, *Dreissena polymorpha*. **Chemosphere**. v. 181, n. p. 197-207, 2017.

HEILMAYER, O. Environment, adaptation and evolution: Scallop ecology across the latitudinal gradient. **Reports on Polar and Marine Research**. v. 480, n. p. 180, 2004.

HEILMAYER, O.; HONNEN, C.; JACOB, U.; CHIANTORE, M.; CATTANEO-VIETTI, R.; BREY, T. Temperature effects on summer growth rates in the Antarctic scallop, *Adamussium colbecki*. **Polar Biology**. v. 28, n. 7, p. 523-527, 2005.

HERRMANN, M. Population dynamics of the surf clams *Donax hanleyanus* and *Mesodesma mactroides* from open-Atlantic beaches off Argentina. **Rep Pol Mar Res**. v. 585, n. p. 1-235, 2009.

HERRMANN, M.; ALFAYA, J.E.F.; LEPORE, M.L. Dinamica de poblaciones de bivalvos en playas arenosas de la Provincia de Buenos Aires. In: REUNIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y

SOCIEDAD III, 2007, Montevideo, Uruguay. **Anais.**, 2007, <http://hdl.handle.net/10013/epic.26771>

HERRMANN, M.; CARSTENSEN, D.; FISCHER; LAUDIEN, J.; PENCHASZADEH, P.E.; ARNTZ, W.E. Population structure, growth and production of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) from northern Argentinean beaches. **J Shellfish Res.** v. 28, n. p. 511-526, 2009a.

HERRMANN, M.; LEPORE, M.L.; LAUDIEN, J.; ARNTZ, W.E.; PENCHASZADEH, P.E. Growth estimations of the Argentinean wedge clam *Donax hanleyanus*: A comparison between length-frequency distribution and size-increment analysis. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.** v. 379, n. 1-2, p. 8-15, 2009b.

KAEHLER, S.; MCQUAID, C.D. Use of the fluorochrome calcein as an *in situ* growth marker in the brown mussel *Perna perna*. **Marine Biology.** v. 133, n. p. 455-460, 1999.

KLUNZINGER, M.W.; BEATTY, S.J.; MORGAN, D.L.; LYMBERY, A.J.; HAAG, W.R. Age and growth in the Australian freshwater mussel, *Westralunio carteri*, with an evaluation of the fluorochrome calcein for validating the assumption of annulus formation. **Freshwater Science.** v. 33, n. 4, p. 1127-1135, 2014.

LARTAUD, F.; CHAUVAUD, L.; RICHARD, J.; TOULOT, A.; BOLLINGER, C.; TESTUT, L.; PAULET, Y.-M. Experimental growth pattern calibration of Antarctic scallop shells (*Adamussium colbecki*, Smith 1902) to provide a biogenic archive of high-resolution records of environmental and climatic changes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.** v. 393, n. 1-2, p. 158-167, 2010.

LATCHERE, O.; MEHN, V.; GAERTNER-MAZOUNI, N.; LE MOULLAC, G.; FIEVET, J.; BELLIARD, C.; CABRAL, P.; SAULNIER, D. Influence of water temperature and food on the last stages of cultured pearl mineralization from the black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera*. **PLoS One.** v. 13, n. 3, p. e0193863, 2018.

LEPORE, M.L.; PENCHASZADEH, P.E.; ALFAYA, J.E.F.; HERRMANN, M. Aplicación de calceína para la estimación del crecimiento de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* Reeve, 1854. **Revista de Biología Marina y Oceanografía.** v. 44, n. 3, p. 767-774, 2009.

LUCAS, T.; PALMER, P.J.; WANG, S.; SCOONES, R.; O'BRIEN, E. Marking the Shell of the Saucer Scallop *Amusium balloti* for Sea Ranching using Oxytetracycline, Calcein and Alizarin Red S. **Journal of Shellfish Research.** v. 27, n. 5, p. 1183-1188, 2008.

MEYER, A.A.N.; MARTIN, J.K.; OLIVEIRA, E. Ocorrência e caracterização histológica de marsúpios de *Diplodon expansus* (Küster, 1856) (Mollusca, Bivalve, Hyriidae) no rio Piraquara, Paraná, Brasil. **Biotemas.** v. 26, n. 1, p. 97-108, 2013.

MONAGHAN, J.P. Comparison of calcein and tetracycline as chemical markers in summer flounder. **Transactions of the American Fisheries Society.** v. 122, n. p. 298-301, 1993.

MUNRO, J.L.; PAULY, D. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. **Fishbyte.** v. 1, n. 1, p. 5-6, 1983.

PARÁ. **Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará**. Belém: SEMA, 2012.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; CUMMINGS, K. *Prisodon syntrochus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/189780/44824090>> Acesso em: 18 September 2019.

PAULY, D. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of the von Bertalanffy's growth formula. **Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel**. v. 63, n. p. 1-156, 1979.

PIMPÃO, D.M. Moluscos. In: RAPP PY-DANIEL, L.; DEUS, C.P.; HENRIQUES, A.L.; PIMPÃO, D.M. & RIBEIRO, O.M. **Biodiversidade do Médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação**. INPA: Manaus: 2007. p. 69-81.

_____. **Morfologia comparada de moluscos bivalves da Amazônia direcionada à taxonomia e sistemática filogenética de Hyriidae (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea)**. 2010. 178f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-Amazonas, 2010.

PIMPÃO, D.M.; MANSUR, M.C.D. Chave pictórica para identificação dos bivalves do baixo Rio Aripuanã, Amazonas, Brasil (Sphaeriidae, Hyriidae e Mycetopodidae). **Biota Neotropica**. v. 9, n. 3, p. 377-384, 2009.

PROU, J.; GOULLETQUER, P.; BACHER, C. Modelisation of oyster shell growth at 3 station in the Patuxent river. In: **Chesapeake Bay**. 1991. p. 41-60.

RIASCOS, J.M., ET AL. Suitability of three stains to mark shells of *Concholepas concholepas* (Gastropoda) and *Mesodesma donacium* (Bivalvia). **Journal of Shellfish Research**. v. 26, n. 1, p. 43-49, 2007.

ROWLEY, R.J.; MACKINNON, D.I. Use of the fluorescent marker calcein in biomineralisation studies of brachiopods and other marine organisms. **Bulletin de Institut Océanographique**. v. 14 n. part 2, p. 111-120, 1995.

SCHMITT, P.D. Marking growth increments in otoliths of larval and juvenile fish by immersion in tetracycline to examine the rate of increment formation. **Fishery Bulletin**. v. 82, n. p. 237-242, 1984.

SCHONE, B.R.; HOUK, S.D.; FREYRE CASTRO, A.D.; FIEBIG, J.; OSCHMANN, W.; KRONCKE, I.; DREYER, W.; GOSSELCK, F. Daily Growth Rates in Shells of *Arctica islandica*: Assessing Sub-seasonal Environmental Controls on a Long-lived Bivalve Mollusk. **Palaios**. v. 20, n. 1, p. 78-92, 2005.

VAKILY, J.M. Determination and comparison of bivalve growth, with emphasis on Thailand and other tropical areas. **International Center for Living Aquatic Resources Management Technical Reports**. v. 36, n. p. 137, 1992.

VAN DER GEEST, M.; VAN GILS, J.A.; VAN DER MEER, J.; OLFF, H.; PIERSMA, T. Suitability of calcein as an *in situ* growth marker in burrowing bivalves. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 399, n. 1, p. 1-7, 2011.

VON BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth. **Human Biology**. v. 10, n. 2, p. 181-213, 1938.

WILSON, C.A.; BECKMAN, D.W.; DEAN, J.M. Calcein as a fluorescent marker of otoliths of larval and juvenile fish. **Transactions of the American Fisheries Society**. v. 116, n. p. 668-670, 1987.

ZHAO, L.; SCHÖNE, B.R.; MERTZ-KRAUS, R. Controls on strontium and barium incorporation into freshwater bivalve shells (*Corbicula fluminea*). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 465, n. p. 386-394, 2015.

ZHAO, L.; SCHÖNE, B.R.; MERTZ-KRAUS, R.; YANG, F. Insights from sodium into the impacts of elevated p CO₂ and temperature on bivalve shell formation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 486, n. p. 148-154, 2017a.

CAPÍTULO 4. CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOMÉTRICA DA CONCHA DE *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) (BIVALVIA: HYRIIDAE)³

RESUMO

O bivalve de água doce *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) é um molusco bivalve distribuído na região Nordeste da América do Sul. No entanto, na literatura atual, não há informações atuais sobre a dinâmica população desta espécie. Partindo do exposto, o presente estudo tem como objetivo contribuir ao conhecimento conquiliológico de *P. syrmatophorus* através da caracterização biomorfológica da concha de indivíduos coletados entre setembro de 2016 a setembro de 2017 no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará, Amazônia Oriental. Para tanto, primeiramente, mensurou-se as medidas externas (comprimento, largura e altura) da concha de 362 indivíduos, efetuando-se posteriores regressões entre essas medidas, aplicando posteriormente um teste t-Student para avaliar significância das relações. Adicionalmente calculou-se o Indicador de Estabilização da Forma (IEF) da concha da espécie por meio de razões morfométricas. Os resultados indicam que *P. syrmatophorus* apresenta excelentes relações biomorfológicas, possibilitando a estimação das medidas externas da concha. O rendimento da carne comestível é em média 16,2% da massa total, podendo ser calculada através da equação gerada com as medidas externas da concha (comprimento, largura e altura). Além disso, através do IEF destaca-se uma suave estabilização no formato da concha ao longo de seu crescimento. Conclui-se que a alta correlação morfométrica e o IEF indicam *P. syrmatophorus* com um desenvolvimento proporcional de sua concha ao longo de todo seu crescimento.

Palavra-chave: IEF, Bivalve de água doce, Morfometria

ABSTRACT

The freshwater bivalve *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) is a bivalve mollusk distributed in northeastern South America. However, in the current literature, there is no current information on the population dynamics of this species. Based on the above, the present study aims to contribute to the conchological knowledge of *P. syrmatophorus* through the biomorphometric characterization of the individuals collected between September 2016 and September 2017 in the Maratauíra, Abaetetuba, Pará, and Amazonas Oriental rivers. To do so, the external measurements (length, width and height) of the shell of 362 individuals were first measured, and subsequent regressions were performed between these measurements, after which a Student's t-test was used to assess the significance of the relationships. Additionally, the Form Stabilization Indicator (IEF) of the shell of the species was calculated by means of morphometric ratios. The results indicate that *P. syrmatophorus* presents excellent biomorphometric relationships, allowing the estimation of external shell measurements. The yield of edible meat is on average 16.2% of the total biomass, and can be calculated through the equation generated with the outer shell measurements (length, width and height). In addition, through the IEF, a slight stabilization in the shape of the shell is observed throughout its growth. It is concluded that the high morphometric correlation and the IEF indicate *P. syrmatophorus* with a proportional development of its shell throughout its growth.

Key Word: IEF, Freshwater mussel, Morphometry

³ Artigo a ser submetido na Revista de Biología Tropical

4.1 Introdução

A classificação taxonômica mais atualizada dos moluscos bivalves de água doce divide-os em cinco ordens, 201 gêneros e 1.283 espécies (GRAF, 2013), que se distribuem por todo o globo, habitando, geralmente, substratos do tipo lodosos, argilosos ou areno-lodosos, restringindo-se a áreas marginais e em pouca profundidade (AQUINO-ALMEIDA, 2006). Atualmente, dentre todos os organismos de água doce, este grupo apresenta o maior risco de extinção (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005b).

Estudos com bivalves de água doce no Brasil passou a ser estudado no início da década de 60, com os trabalhos de Haas (1969), que subsidiaram o desenvolvimento de diversos outros trabalhos na região (BARROS et al., 2019; PIMPÃO, MANSUR, 2009; PIMPÃO et al., 2012; PIMPÃO, ROCHA, FETTUCCIA, 2008). Com os resultados destes, atualmente, registra-se cinco famílias, 22 gêneros e 115 espécies em águas brasileiras (AVELAR, 1999; PEREIRA, MANSUR, PIMPÃO, 2012; SIMONE, 2006). Dentre as famílias de bivalves de água doce, a Hyriidae contém o maior número de espécies (40 spp.) (GRAF, CUMMINGS, 2007; PEREIRA et al., 2013), sendo *Paxyodon syrmatorphorus* (Gmelin, 1791) uma espécie abundante em diversos rios amazônicos. De acordo com Pastorino, Darrigan e Cummings (2014) *P. syrmatorphorus* apresenta distribuição geográfica no Nordeste da América do Sul, abrangendo desde o rio Orinoco até o baixo Amazonas.

Paxyodon syrmatorphorus apresenta concha de espessura mediana, de forma subtriangular alongado. Sua concha é brilhosa com coloração, geralmente, marrom claro a escuro (ESCARBASSIERE, CABRERA, LASSO, 2004). Vivem depende da associação com algumas espécies de peixes nas quais os gloquídeos – denominação das larvas – se desenvolvem ao longo de aproximadamente um mês (MANSUR, VOLKMER-RIBEIRO, CARVALHO, 1997). Os autores ainda ressaltam que até o presente momento, nenhuma pesquisa foi realizada para descobrir quais são as espécies de peixes envolvidas nessa associação.

Os estudos com *P. syrmatorphorus* são restritos, contando com informações acerca do impacto da pesca para a produções de botões no rio Tocantins – PA (BEASLEY, 2001), ciclo reprodutivo (BEASLEY et al., 2000), caracterização morfológica e morfométricas dos gloquídeos (BEASLEY et al., 2005; BEASLEY et al., 2003; PIMPÃO et al., 2012), uso como alimento para peixes (BARBOSA, 2012), análise genética (SANTOS-NETO et al., 2016), descrição da espécie (BEASLEY, TAGLIARO, FIGUEIREDO, 2003; MATA et al., 2019), bem como, estudos das pérolas presentes em sua concha (BARROS et al., 2019).

Conforme observado acima, poucos ou quase nenhum estudo são relacionados as características morfométricas, rendimento e estabilização da forma da concha. Contudo, a informação sobre esses dados é importante para compreender melhor a espécie. Partindo do exposto, o presente estudo tem como objetivo contribuir ao conhecimento conquiliológico de *P. symmatophorus* através da caracterização biomorfométrica (morfometria, rendimento e IEF) da concha de indivíduos coletados em Abaetetuba, Pará, Amazônia Oriental.

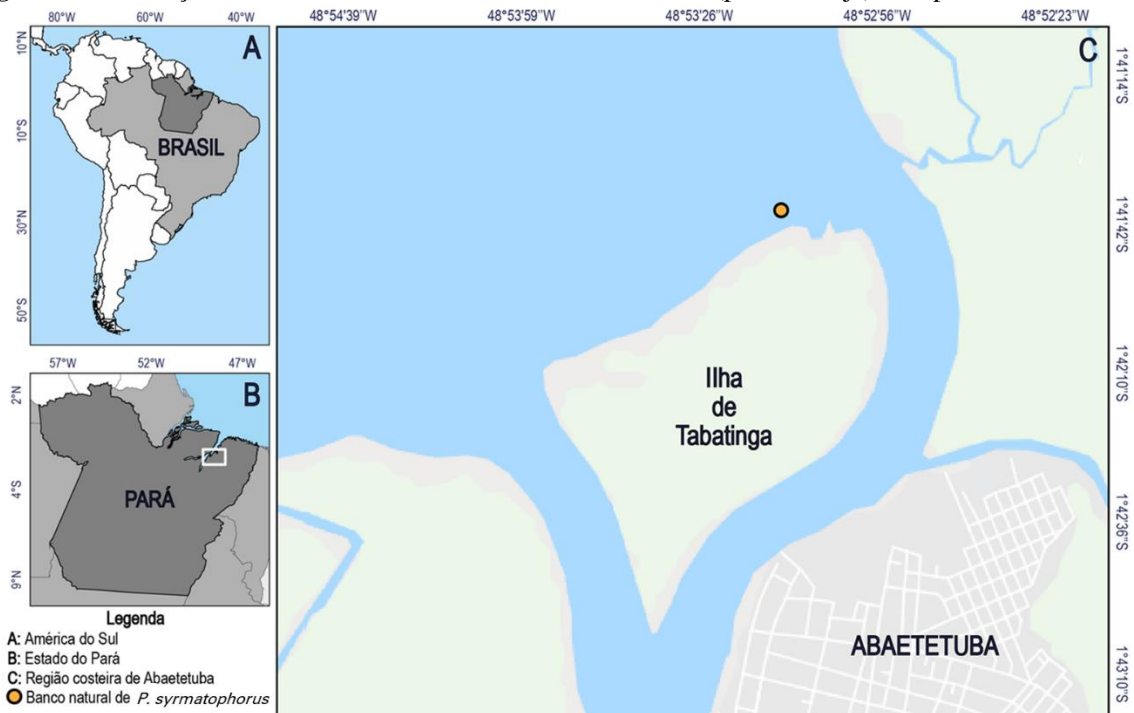
4.2 Material e Métodos

Metodologia de amostragem

A área de estudo delimita-se as margens da Ilha de Tabatinga ($1^{\circ}41'41.94''S$, $48^{\circ}53'2.22''W$), situada no rio Maratauíra, pertencente ao município de Abaetetuba, que está localizado na Amazônia Oriental (Figura 1).

Utilizou-se os dados referentes a metodologia de amostragens qualitativa, que se consistiu na localização dos bivalves aleatoriamente e de coleta manual sobre o banco natural, de acordo com Olivier e Schneiderman (1956), e quantitativa, baseado no método dos quadrados, de acordo com Castillo, Bortoluzzi e Oliveira (2007), utilizando um total de 362 indivíduos.

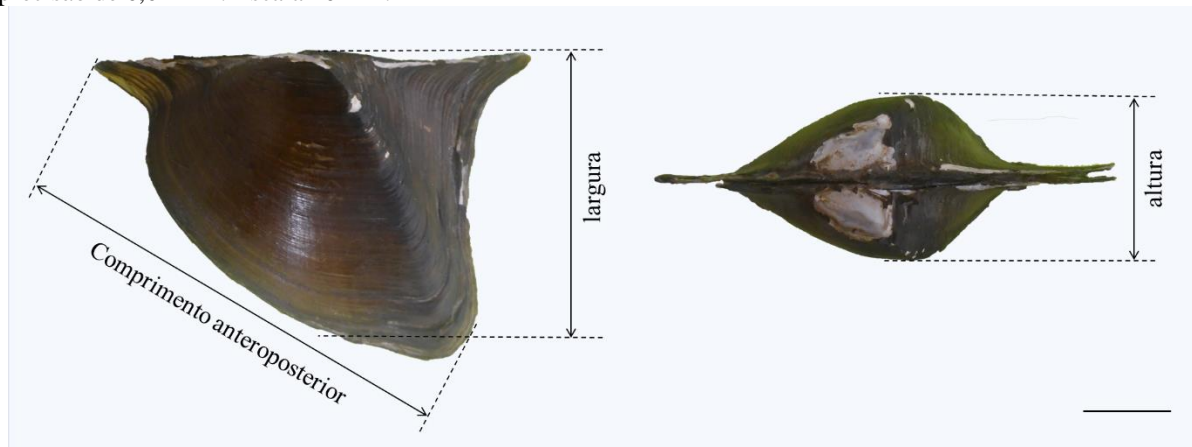
Figura 1: Localização da área de estudo, destacando o banco natural (ponto laranja) da espécie estudada.



Caracterização conquiliológica

A caracterização conquiliológica ocorreu primeiramente com a determinação das respectivas medidas externas da concha de 362 indivíduos de *P. syrmatophorus*: comprimento anteroposterior (mm), largura (mm) e altura (mm). Além disso, determinou-se a massa total (concha + massa visceral) (g) e massa visceral (g) dos bivalves coletados. A morfometria dos indivíduos efetuou-se conforme demonstrado na Figura 2, mensuradas com o uso de um paquímetro digital (marca: TESA Data-Direct, precisão: 0,01 mm) e o peso total e a massa visceral foram determinadas em balança digital (marca: MH-Series Pocket Scale, precisão: 0,01 g). Ressalta-se que, para a estimação da massa total, abriu-se as valvas para a retirada do líquido intervalvar. O rendimento da carne foi determinado através da relação massa total/massa visceral, utilizando indivíduos de todos os tamanhos disponíveis.

Figura 2: Morfometria da concha do bivalve límnico *Paxyodon syrmatophorus*. Comprimento da concha Anteroposterior (linha tracejada branca), largura da concha e altura da concha, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Escala 10 mm.



Determinação biomorfológicas

Para caracterizar a biomorfológica de *P. syrmatophorus*, seguiu-se a metodologia utilizada por Gaspar, Santos e Vasconcelos (2001) com bivalves. Deste modo, efetuou-se relações morfométricas entre as medidas externas (comprimento total, largura e altura) da concha utilizando equações lineares, descrita na equação 1 abaixo:

$$Y = a + b.X \quad (1)$$

Para a relação peso/comprimento da espécie, primeiramente realizou-se uma regressão múltipla entre as variáveis morfométricas externas e as respectivas massas para evidenciar qual

das medidas externas correspondia a melhor significância. Sequentemente, efetuou-se relações entre a medida externa da concha destacada na análise com a massa total e visceral, utilizando o modelo potencial descrito na equação 2 abaixo:

$$Y = a.X^b \quad (2)$$

Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) para testar a existência de dependência estatística entre as variáveis das relações morfométricas e de peso/comprimento. Utilizou-se um teste t de Student para verificar a significância dos valores de r conforme Rodrigues (2010).

Estimou-se os coeficientes linear (a) e angular (b) das regressões pelo método dos mínimos quadrados, sendo que para o modelo potencial, utilizou-se a fórmula linearizada descrita na equação 3 abaixo:

$$\ln Y' = \ln a + b \cdot \ln X \quad (3)$$

Posteriormente, classificou-se as equações conforme os valores do coeficiente angular (b) de acordo com Vasconcelos e Gaspar (2017). Segundo os autores, para o modelo linear a isometria ocorre quando $b = 1$, enquanto que para o modelo potencial a isometria ocorre quando $b = 3$. Deste modo, equações que apresentam valores de b superiores são classificadas por alometria positiva e aquelas que apresentam valores de b inferiores são classificadas por alometria negativa.

Determinação do Indicador de Estabilização da Forma da concha (IEF)

Para determinar o tamanho no qual *P. syrmatophorus* atinge a forma definida da concha aplicou-se o método proposto por Gil, Troncoso e Thomé (2007), que denomina-se Indicador de Estabilização da Forma (IEF) da concha. Utilizou-se esse método para analisar um padrão morfométrico da concha ao longo de seu crescimento, sendo eficaz por possibilitar uma análise simples e consistente entre as três medidas lineares da concha. Para tanto, separou-se os exemplares amostrados em classes de comprimento, calculadas através da regra da raiz quadrada ($k = \sqrt{n}$, onde k é o número de classes e n é a quantidade de bivalves) e o intervalo de classes calculado pela equação $IC = (Ls - Li)/k$, onde IC é o intervalo de classe e Ls e Li são os maiores e menores valores de comprimento total amostrado. Calculou-se a média das

medidas lineares para cada intervalo, determinando-se as seguintes razões morfométricas: A/C , L/C e A/L , sendo A a altura, C o comprimento anteroposterior e L a largura da concha.

Análise dos dados

Todas as análises estatísticas foram realizadas a um nível de significância de 95%, segundo Zar (2010) no *software* Statistica (versão 7.0) para Windows.

4.3 Resultados e discussão

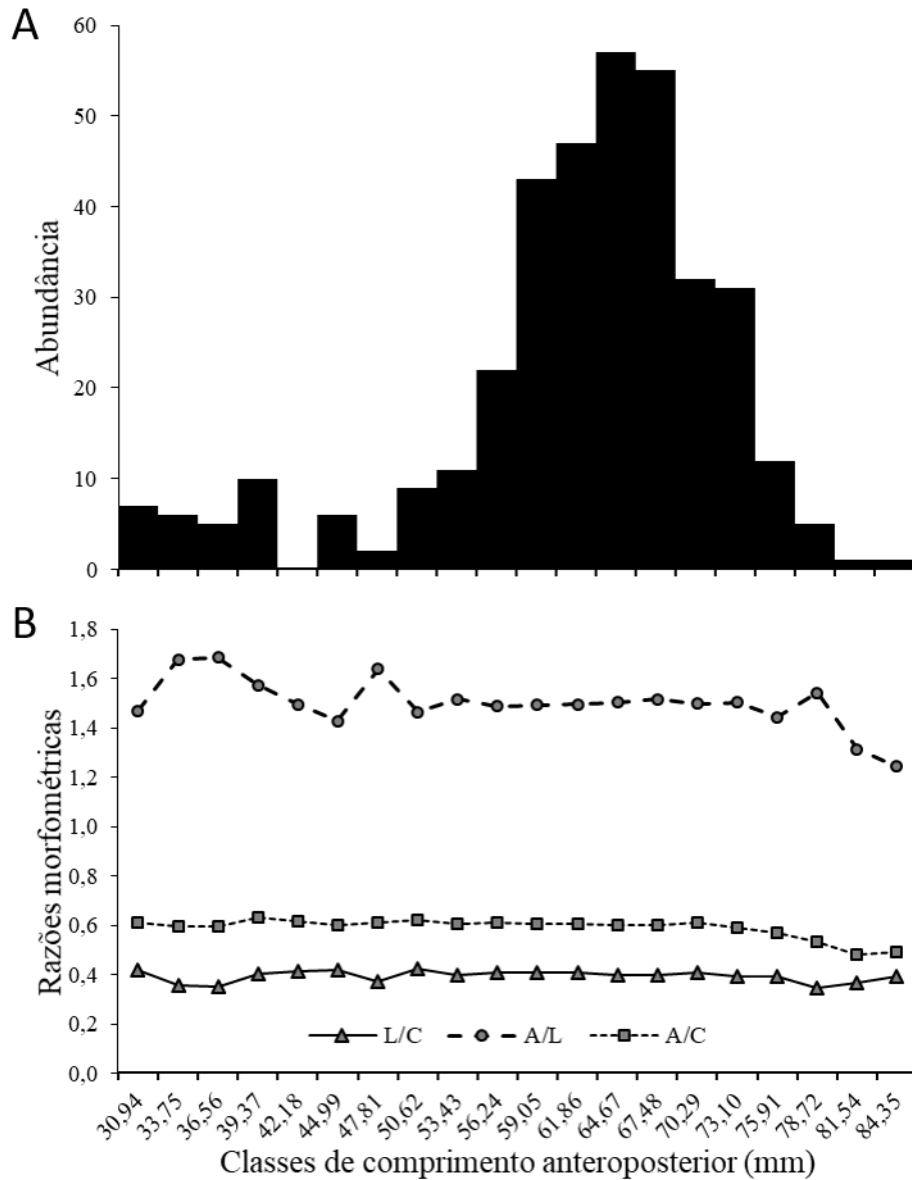
Os indivíduos coletados apresentaram comprimento anteroposterior de $63,49 \pm 10,26$ mm (média \pm DP), variando de 30,94 mm a 84,42 mm, largura de $25,40 \pm 4,59$ mm, variando de 10,89 mm a 34,59 mm, e altura de $38,13 \pm 6,37$ mm, variando de 17,68 mm a 50,92 mm (Figura 3A). Entretanto, ressalta-se que foram encontrados indivíduos que apresentam comprimento anteroposterior máximo de 104,63 mm no presente projeto.

O comprimento anteroposterior máximo encontrado nesse estudo, foi similar ao encontrado por Beasley et al. (2000) em estudos realizados no rio Tocantins, encontrando indivíduos com comprimento igual a 81 mm e por Mata et al. (2019) em estudos com exemplares oriundos de Abaetetuba, Oriximiná e Santarém (praia do Maracanã, Ponta de Pedras e Álter do Chão) que apresentaram o maior indivíduo com 88,2mm.

O IEF de *P. syrmatorphorus* indica duas características na morfologia ao longo de seu crescimento. A primeira característica é uma leve proporção morfológica da espécie nas razões morfométricas L/C e A/C , isso indica que os jovens são proporcionalmente iguais aos adultos. No entanto, ao a razão A/L apresenta uma variação morfológica ao longo do crescimento de *P. syrmatorphorus* (Figura 3B). Esse comportamento do IEF indica que *P. syrmatorphorus* apresenta um crescimento proporcional e que a variação de A/L pode estar relacionada ao estado de maturação gonadal dos indivíduos analisados (GOSLING, 2015). Por ser uma análise simples, eficaz e indicar o padrão morfológico de crescimento de um organismo, Gil, Troncoso e Thomé (2007) citam que o IEF deve ser aplicado antes de realizar relações morfométricas de uma espécie. De acordo com os autores, em situações onde há uma tendência a estabilização entre as razões morfométricas, as relações entre as medidas morfométricas apresentara um resultado mais significativo e real. Já nos casos onde há uma diferença no crescimento de jovem, ao comparar com os adultos, a relação morfométrica deve ser realizada de modo separado em cada caso. Diversos autores já se utilizam do IEF em estudos morfométricos de

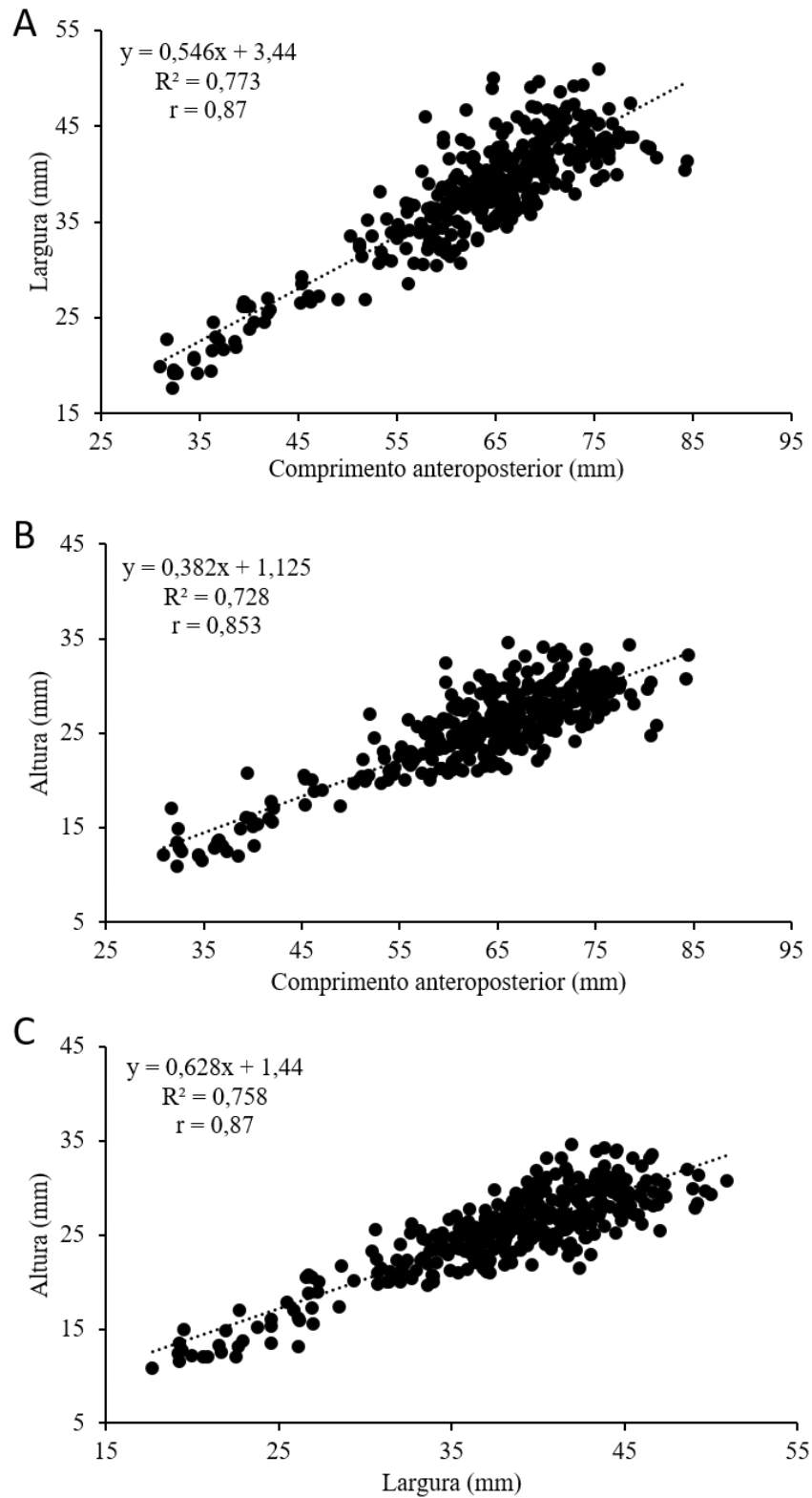
moluscos bivalves para analisar o padrão da concha ao se desenvolver (CHAGAS, 2018b; CHAGAS, BARROS, BEZERRA, 2018; MARINHO et al., 2018; OCAÑA, FERNÁNDEZ, 2011).

Figura 3: (A) Histograma de frequência de ocorrência de classes de comprimento da espécie estudada *Paxyodon syrmatophorus*. (B) Gráficos do IEF de *P. syrmatophorus*, apresentando as razões morfométricas entre largura e comprimento anteroposterior (L/C), altura e largura (A/L) e altura e comprimento anteroposterior (A/C).



Os gráficos das relações morfométricas entre as medidas externas da concha de *P. syrmatophorus* apresentam uma tendência linear. Esse fato corrobora com os elevados valores dos coeficientes de correlações. Os coeficientes de correlação de Pearson evidenciam correlações significativas, classificadas como fortes ($r > 0,8$; $p < 0,001$) e, alometria negativa (Figura 4). Tais resultados são importantes, pois resultados na literatura atual referentes as relações morfométricas de *P. syrmatophorus* são escassos.

Figura 4: Regressões morfométricas efetuadas entre as medidas externas da concha de *P. syrmatophorus*. (A) Comprimento anteroposterior e largura da concha. (B) Comprimento anteroposterior e altura da concha e (C) Largura e altura da concha.



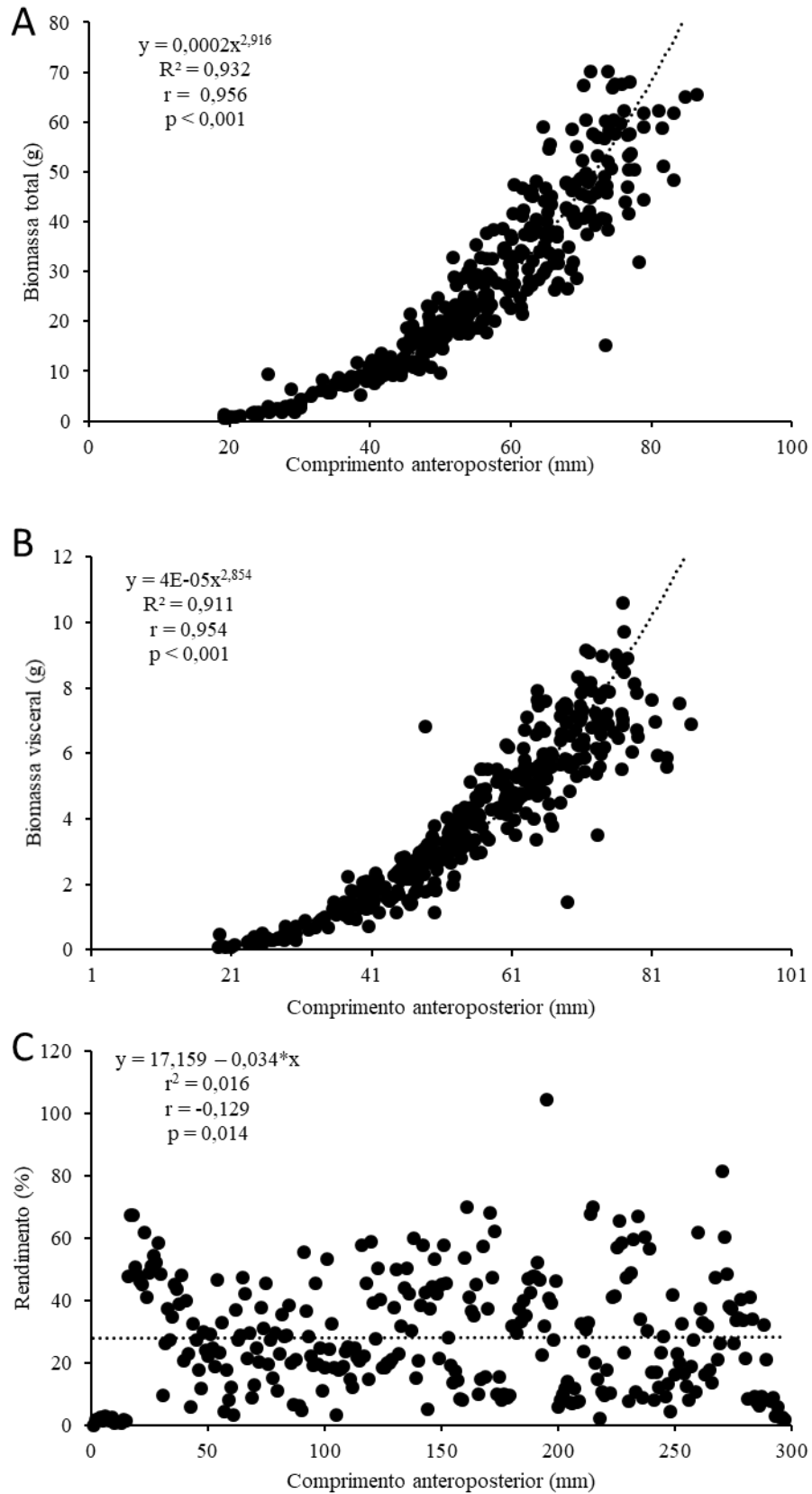
Os resultados da regressão múltipla realizada, indica o comprimento anteroposterior como a medida morfométrica mais correlacionada com as massas ($R^2=0,032$; $p=0,008$). Deste modo, ao utilizar essa medida externa da concha na relação com a massa total, evidenciou-se

uma correlação alta, classificada como extremamente forte e alometria negativa ($R^2=0,932$; $r = 0,956$; $b = 2,916$; $p < 0,001$) (Figura 5A). Do mesmo modo, a relação entre o comprimento anteroposterior e a massa visceral realizada também indica uma correlação alta, extremamente forte e com alometria negativa ($R^2=0,911$; $r = 0,954$; $b = 2,854$; $p < 0,001$) (Figura 5B). Ambos resultados possibilitam a estimação de massa total da espécie por meio das equações geradas. Em contrapartida, a relação realizada entre o comprimento anteroposterior e o rendimento da carne foi muito baixa, com tendência a nulidade ($R^2=0,016$; $r = 0,129$; $b = 0,034$; $p = 0,014$) (Figura 5C). Esse resultado indica que não é possível estimar o rendimento da carne de *P. syrmatorphorus* através das medidas morfométricas da concha. Deste modo, quando a estimação do rendimento for necessária, deverá ser utilizado o rendimento médio da carne, que foi de ~16%. Nesses casos, para obter-se um quilograma de carne comestível do molusco, deverá ser coletado um total de aproximadamente 6.170 g de bivalve com concha.

4.4 Conclusão

Paxyodon syrmatorphorus apresenta excelentes relações biomorfométricas, gerando equações que satisfazem estimação de medidas morfométricas da concha. O rendimento da carne comestível de *P. syrmatorphorus* é em média 16% da massa total, podendo ser calculada através da equação gerada com as medidas externas da concha (comprimento, largura e altura). Além disso, através da análise de IEF, conclui-se que *P. syrmatorphorus* apresenta um crescimento proporcional ao longo de todo seu desenvolvimento, ou seja, os jovens possuem conchas de proporções equivalentes aos adultos.

Figura 5: Regressões biomorfológicas efetuadas entre as medidas externas da concha e massas. (A) Comprimento anteroposterior e massa total. (B) Comprimento anteroposterior e massa visceral. (C) Comprimento anteroposterior e rendimento.



4.4 Agradecimentos

A FAPESPA pela aquisição de financiamento através do projeto (nº 2015/55820). A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela disponibilidade dos espaços físicos para o desenvolver do projeto. Ao Instituto Federal do Pará (IFPA) pela disponibilidade da lancha para todas as coletas realizadas. Bem como, a comunidade da ilha de Tabatinga, Abaetetuba em nome de Dona Sônia Margalho, por nos ajudar em tudo o que foi necessário ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A., A.; THOMAZ, S., M.; GOMES, L., C. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. . **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, 2005b.
- AQUINO-ALMEIDA, A.L.A. **Comparação temporal de uma associação de bivalves límnicos do rio Pardo, município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo, Brasil**. 2006. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2006. <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp007329.pdf>
- AVELAR, W.E.P. Moluscos Bivalves. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURATUNDISI, T. & ROCHA, O. **Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: Fundação de Amparo para Pesquisa do Estado de São Paulo, 1999. p. 65-68.
- BARBOSA, T.A.P. **Aspectos ecológicos do bacu-pedra *Lithodoras dorsalis* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae) na foz amazônica, Brasil**. 2012. 73f. Dissertação (Mestre em Zoologia) - Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2012.
- BARROS, M.R.F.; CHAGAS, R.A.D.; SANTOS, W.C.R.D.; ABREU, V.S.; SILVA, R.E.O.D.; HERRMANN, M. Bivalves límnicos da família Hyriidae que indicam um potencial para um cultivo de pérolas na região tropical do Brasil. In: ZUFFO, A.M. **Aquicultura e pesca: adversidades e resultados**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2019. p. 23-27. DOI 10.22533/at.ed.2721929034
- BEASLEY, C.R. The Impact of Exploitation on Freshwater Mussels (Bivalvia: Hyriidae) in the Tocantins River, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 36, n. 2, p. 159-165, 159, 2001.
- BEASLEY, C.R.; MIRANDA, L.D.Q.; ALVES, S.T.M.; MELO, A.G.; SOUZA, J.O.; TAGLIARO, C.H. Brood size and larval length of *Paxyodon syrmatophorus* (Bivalvia, Hyriidae) from the Tocantins river, Brazil. **Amazoniana**. v. XVII, n. 3/4, p. 173-184, 2005.
- BEASLEY, C.R.; MIRANDA, Q.D.L.; ALVES, M.; TAGLIARO, C.H. Evaluation of methods for assessing brood size in freshwater mussels (Hyriidae). **Journal of Molluscan Studies**. v. 69, n. p. 159-161, 2003.

BEASLEY, C.R.; TAGLIARO, C.H.; FIGUEIREDO, W.B. The occurrence of the asian clam *Corbicula fluminea* in the lower amazon basin. **Acta Amazonica**. v. 32, n. 2, p. 317-324, 2003.

BEASLEY, C.R.; TÚRY, E.; VALE, W.G.; TAGLIARO, C.H. Reproductive Cycle, Management and Conservation of *Paxyodon Syrmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) from the Tocantins River, Brazil. **Journal of Molluscan Studies**. v. 66, n. 3, p. 393-402, 393, 2000.

CASTILLO, A.R.; BORTOLUZZI, L.R.; OLIVEIRA, É.V. Distribuição e densidade populacional de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1774) do Arroio Imbaá, Rio Uruguai, Uruguaiana, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**. v. 5, n. 1, p. 25-29, Uruguaiana, 2007.

CHAGAS, R.A.D. **Impacto do El Niño na Amazônia: Influência no crescimento da ostra-do-mangue cultivada no litoral Paraense, Norte do Brasil**. 2018b. 291f. Dissertação - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2018b.

CHAGAS, R.A.D.; BARROS, M.R.F.; BEZERRA, A.M. Morfometria da concha do gastrópode invasor *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae). **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**. v. 6, n. 1, p. 10-16, 2018.

ESCARBASSIERE, R.M.; CABRERA, M.A.; LASSO, C.A. Moluscos bivalvos (Unionacea y Mutelacea) de la cuenca del río Orinoco, Venezuela. **Memoria de la Fundación La Salles de Ciencias Naturales**. v. 159-160, n. p. 283-303, 2004.

GASPAR, M.B.; SANTOS, M.N.; VASCONCELOS, P. Weight-length relationships of 25 bivalve species (Mollusca: Bivalvia) from the Algarve coast (southern Portugal). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. v. 81, n. p. 805-807, 2001.

GIL, G.M.; TRONCOSO, J.S.; THOMÉ, J.W. **Shell shape stabilization indicator (IEF): Handling and optimization of bivalves mollusks exploitation**. Porto Alegre: Edição do autor, 152p., 2007.

GOSLING, E. **Marine Bivalve Molluscs**. John Wiley & Sons, Ltd, 537p., 2015.

GRAF, D.L. Patterns of freshwater bivalve global diversity and the state of phylogenetic studies on the Unionoida, Sphaeriidae, and Cyrenidae. **American Malacological Bulletin**. v. 31, n. 1, p. 135-153, set., 2013.

GRAF, D.L.; CUMMINGS, K.S. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). **Journal of Molluscan Studies**. v. 73, n. p. 291-314, nov., 2007.

HAAS, F. **Superfamilia Unionacea** 88. Berlin: Tierreich, 1969.

MANSUR, M.C.D.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; CARVALHO, J.L.D. *Paxyodon syrmatophorus* (MEUSCHEN, 1781) (Mollusca, Bivalvia Unionoida) in the Curuá-Una reservoir, Santarém, Pará., Brazil. **Amazoniana**. v. 14, n. 3/4, p. 349-351, 1997.

MARINHO, R.A.; MAIA, L.C.; CONCEIÇÃO, R.N.D.L.; MATTHEWS-CASCON, H. Determinação do indicador de estabilização da forma da concha (IEF) de *Anomalocardia*

brasiliana em Icapuí (Ceará, Brasil). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v. 12, n. 4, p. 510-519, 2018.

MATA, L.S.D.; TAGLIARO, C.H.; SIMEONE, D.; BEASLEY, C.R. Shell shape variation in Amazonian freshwater mussels (Unionida: Hyriidae: Hyriini). **Journal of Molluscan Studies**. v. eyz001, n. p. 1-12, 2019.

OCAÑA, F.A.; FERNÁNDEZ, A. Morfometría de la concha de *Donax denticulatus* y *Donax striatus* de dos playas de Cuba Oriental. **Revista Ciencias Marinas y Costeras**. v. 3, n. p. 67-75, 2011.

OLIVIER, L.; SCHNEIDERMAN, M. A method for estimating the density of aquatic snail populations. **Experimental Parasitology**. v. 5, n. 2, p. 109-117, 1956.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; CUMMINGS, K. *Prisodon serratophorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/189780/44824090>> Acesso em: 18 September 2019.

PEREIRA, D., et al. Bivalve distribution in hydrographic regions in South America: historical overview and conservation. **Hydrobiologia**. v. n. p. 2013.

PEREIRA, D.; MANSUR, M.C.D.; PIMPÃO, D.M. Identificação e diferenciação dos bivalves límnicos invasores dos demais bivalves nativos do Brasil. In: MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; PAZ, I.C.P.P.; M.L., Z.; M.C.D., M.; RAYA-RODRIGUES, M.T.; NERHKE, M.V. & BERGONCI, P.A. **Guia Prático: Moluscos límnicos Invasores do Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 75-94.

PIMPÃO, D.M.; MANSUR, M.C.D. Chave pictórica para identificação dos bivalves do baixo Rio Aripuanã, Amazonas, Brasil (Sphaeriidae, Hyriidae e Mycetopodidae). **Biota Neotropica**. v. 9, n. 3, p. 377-384, 2009.

PIMPÃO, D.M.; MANSUR, M.C.D.; BERGONCI, P.E.A.; BEASLEY, C.R. Comparative Morphometry and Morphology of Glochidial Shells of Amazonian Hyriidae (Mollusca: Bivalvia: Unionida). **American Malacological Bulletin**. v. 30, n. 1, p. 73-84, 2012.

PIMPÃO, D.M.; ROCHA, M.S.; FETTUCCIA, D.D.C. Freshwater mussels of Catalão, confluence of Solimões and Negro rivers, state of Amazonas, Brazil. **Check List**. v. 4, n. 4, p. 395, 2008.

RODRIGUES, W.C. **Estatística Aplicada**. 70p., 2010.

SANTOS-NETO, G.D.C.; BEASLEY, C.R.; SCHNEIDER, H.; PIMPAO, D.M.; HOEH, W.R.; SIMONE, L.R.L.; TAGLIARO, C.H. Genetic relationships among freshwater mussel species from fifteen Amazonian rivers and inferences on the evolution of the Hyriidae (Mollusca: Bivalvia: Unionida). **Mol Phylogenet Evol**. v. 100, n. p. 148-159, 2016.

SIMONE, L.R.L. **Land and Freshwater Molluscs of Brazil: an illustrated inventory on the Brazilian Malacofauna, including neighbor regions of the South America, respect to the terrestrial and freshwater Ecosystems**. São Paulo: 390p., 2006.

VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. A importância e utilidade dos estudos morfométricos e do crescimento relativo em bivalves e gastrópodes. **Portugalia**. v. 20, n. p. 10-11, 2017.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 960p., 2010.

CAPÍTULO 5. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO MOLUSCO *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791) (BIVALVIA: HYRIDIIDAE) CONSUMIDOS NA ILHA DE TABATINGA, AMAZÔNIA ORIENTAL⁴

RESUMO:

Os recursos pesqueiros (e.g., peixes, crustáceos e moluscos) compõem a dieta alimentar das populações, pois representa uma fonte de proteína. Neste contexto, os moluscos bivalves apresentam elevada importância ecológica e socioeconômica, principalmente para comunidades que vivem as margens dos rios. Desta forma, o presente trabalho registra a utilização de *Paxyodon syrmatophorus* como alimento pela comunidade nativa da ilha de Tabatinga, Abaetetuba, Estado do Pará, bem como, caracteriza a composição centesimal do molusco. Este estudo foi realizado em julho de 2018. E para o registro da sua utilização como fonte de alimento, acompanhou-se o preparo dos moluscos na residência do morador. Determinou-se a composição centesimal seguindo, metodologia de *microKjedhal*, método de *Soxhlet* e Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Evidenciou-se dois tipos de preparo do molusco (escaldado e refogado), utilizando sempre temperos simples na cocção do alimento. Além disso verificou-se que a espécie apresenta alta taxa de umidade e proteínas em sua composição, com baixo teor de lipídio e calorias, apresentando em média rendimento da carne comestível em 16,2%. Conclui-se que a utilização dos bivalves de água doce na região apresenta-se como uma fonte de subsistência, utilizando conhecimentos empíricos na organização do preparo de *P. syrmatophorus*. O bivalve apresenta composição centesimal satisfatória a necessidade nutricional complementar. Recomenda-se estudos acerca do crescimento e reprodução para inferir medidas ao manejo sustentável do recurso e utilização posterior das conchas.

Palavra-chave: Molusco, Unionidae, região amazônica, Alimentação

ABSTRACT

Fishing resources (e.g., fish, crustaceans and mollusks) make up the diet of populations, as they represent a source of protein. In this context, bivalve mollusks are of high ecological and socioeconomic importance, especially for communities that live along riverbanks. In this way, the present work registers the use of *Paxyodon syrmatophorus* as food by the native community of the island of Tabatinga, Abaetetuba, state of Pará, as well as, characterizes the centesimal composition of the mollusk. This study was carried out in July 2018, and for the registration of the use as a food source, the preparation of the mollusks in the resident's house was followed. The centesimal composition of the mollusk following *microKjedhal* methodology, *Soxhlet* method and Analytical Standards of the Adolfo Lutz Institute. There were two types of preparation of the mollusk (scalded and stewed), always using simple seasonings in the cooking of the food. In addition, it was verified that the species presents a high moisture and protein content in its composition, with low lipid and calories, presenting in an average yield of the edible meat in 16.2%. It is concluded that the use of freshwater bivalves in the region is a source of subsistence for the inhabitants, who use their empirical knowledge in the organization of the preparation of *P. syrmatophorus*. Bivalve has a satisfactory centesimal composition and a complementary nutritional need. Studies on growth and reproduction are recommended to infer measures for sustainable resource management and subsequent use of shells.

Keyword: Mollusk, Unionidae, Amazon Region, Feed

⁴ Artigo a ser submetido na revista Acta Limnológica Brasiliensia

5.1 Introdução

Mundialmente, recursos pesqueiros (e.g., peixes, moluscos e crustáceos) são utilizados como componente da dieta alimentar, por representar uma fonte de proteína de origem animal de elevada qualidade (HUSS, 1997; NASCIMENTO, GUERRA, 2016). Os autores ainda relatam que a maior parte do pescado é retirado de uma população “selvagem”, ou seja, diretamente da natureza, no qual, os pescadores não têm influência sobre o manejo antes de serem capturadas.

Nesse contexto, os moluscos bivalves, por apresentarem ampla distribuição no mundo são utilizados comumente como fonte de alimento (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005a). Destes, destaca-se a amplitude do consumo de bivalves marinhos (e.g., ostras, vieiras e mexilhões) em comparação as espécies de água doce (RIBEIRO et al., 2016).

A pesca de moluscos bivalves de água doce, também contribui socioeconomicamente para as comunidades ribeirinhas, por meio da utilização de suas conchas na confecção de zooartesanatos e na possibilidade de produção de pérolas e madrepérolas (BARROS, CHAGAS, 2019; CLAVIJO, 2017; HOHN, COSTA, 2002; MANSUR, 2013; SILVA et al., 2017). Além disso, são utilizados como bioindicadores na avaliação de impactos ambientais e monitoramento de áreas em risco de contaminação (MANSUR et al., 2016; ZHAO et al., 2017b).

A importância ecológica dos bivalves de água doce, advém principalmente de sua diversidade, e de sua ampla distribuição (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005a), habitando uma variedade de substratos (e.g., lodoso, argiloso ou areno-lodoso) (AQUINO-ALMEIDA, 2006). Pertencem a este grupo, cinco ordens, 201 gêneros, 23 famílias (dentre as que são somente de água doce e as que apresentam espécies de água doce, mas são marinhas ou salobras) e 1283 espécies (GRAF, 2013; GRAF, CUMMINGS, 2007; GRAF, CUMMINGS, 2018; LIMA, 2010).

Dentre as famílias, destaca-se a diversidade da Hyriidae na América do Sul (PEREIRA et al., 2013). Nesta família, encontra-se a espécie *Paxyodon syrmatorphorus* (Gmelin, 1791), que apresenta distribuição geográfica no Brasil, Guiana e Venezuela (PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014). Ressalta-se que pouco se conhece sobre os aspectos populacionais de *P. syrmatorphorus* e deste modo, assume-se que suas estratégias ecológicas (e.g., alimentação, crescimento e habitat) se apresentam semelhante aos demais bivalves (PEREIRA, MANSUR, PIMPÃO, 2012). Além disso, não há registros na literatura atual referências sobre seu consumo na alimentação humana.

Partindo do exposto, o presente estudo tem como objetivo registrar a utilização de bivalves de água doce (com destaque a espécie *P. syrmatorphorus*) como parte da dieta alimentar

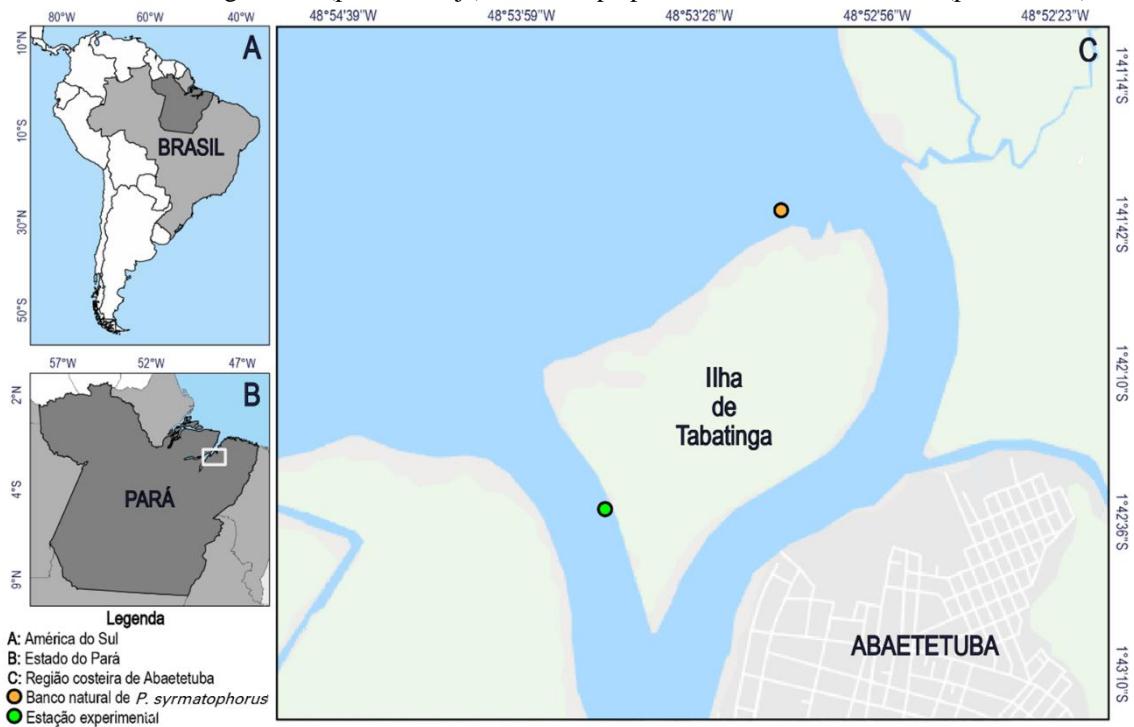
no município de Abaetetuba, Estado do Pará, e caracterização da composição centesimal da espécie.

5.2 Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo delimita-se em um banco natural de moluscos bivalves de água doce localizado no rio Maratauíra (afluente do rio Tocantins) pertencente a baía do Capim, que se situa às margens da ilha de Tabatinga, município de Abaetetuba (Figura 1), estado do Pará, Amazônia Oriental.

Figura 1: Localização da área de coleta, destacando a ilha de Tabatinga a direita com a localização do banco natural de bivalves de água doce (ponto laranja). Local de preparo e consumo dos bivalves (ponto verde).



Os bivalves, tanto para a análise de composição centesimal quanto para o registro da utilização como forma de alimentação, foram coletados manualmente, durante a maré baixa de sizígia, no mês de julho de 2018. O desenvolvimento deste trabalho, foi realizado no decorrer do projeto *Aspectos populacionais da dinâmica de bivalves límnicos no rio Tabatinga, Abaetetuba, Pará* (PROEX nº 022017-743), sob autorização do SISBIO (nº 60204-1). Durante as coletas deste projeto, os moradores informaram sobre a utilização dos bivalves de água doce na dieta da comunidade.

Coleta de moluscos para alimentação

Os bivalves foram coletados em banco natural, buscando coletar indivíduos com concha fechada – termo utilizado pelo morador para evidenciar que o molusco está vivo e, então, segundo o mesmo, apto ao consumo, já que aqueles com a concha aberta ou semiaberta indicam que o bivalve está morto e, deste modo, não está apto ao consumo.

Após a coleta, os moluscos foram lavados previamente no próprio rio antes de serem transportados até a residência do morador local. Já na residência, os moluscos foram novamente lavados, no entanto, em água corrente para a retirada da matéria orgânica aderida à superfície das conchas.

Para fins alimentícios, os moradores costumam seguir um determinado modo de preparo, elaborados em dois tipos (*e.g.* escaldado e refogado), uma vez, que sua utilização para consumo difere do consumo de outros bivalves marinhos que são habitualmente consumidos *in natura*. Os ingredientes empregados no preparo são locais, devido serem encontrados com facilidade na região (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos ingredientes utilizados na cocção da carne de bivalve de água doce.

Ingrediente	Formulação	Importância dos componentes
Carne de <i>P. serratophorus</i> (sem concha)	~500 gramas	Matéria-prima
Limão	4	Lavagem e esterilização da carne
Óleo	1 colher de sopa	Refogar os temperos
Alho	2 dentes	Aroma e sabor
Cebola em rodela	1	Aroma e sabor
Xícara de água	1	Auxiliar o cozimento
Pimentinha verde	À gosto	Aroma e sabor
Urucum	À gosto	Coloração e sabor
Pimenta-cominho	À gosto	Aroma e sabor
Cheiro-verde	À gosto	Aroma e sabor

Análise composição centesimal

Para a análise da composição centesimal, separou-se dez indivíduos variando de 61 a 81 mm de comprimento da concha, com peso total de 448 g de bivalves inteiros (concha + massa mole). Após a coleta, os bivalves foram submetidos ao processo de desconchamento para retirada da massa mole, rendendo aproximadamente 76 g. Para a análise, separou-se 50 g de massa de *P. serratophorus*, armazenando em seguida sobre refrigeração até o horário de transporte ao laboratório de alimentos da Universidade Estadual do Pará – UEPA, no município de Belém.

A composição centesimal foi obtida através das determinações de umidade por secagem em estufa de circulação de ar forçada (105°C), resíduo por incineração – cinzas (550°C /6hr),

determinação de proteínas pela metodologia de *microKjedhal*, lipídios ou extrato etéreo pelo método de *Soxhlet* e determinação de carboidratos por diferença, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). O valor calórico foi obtido de acordo com Franco (1999).

5.3 Resultados e Discussão

O rio, bem como a espécie estudada apresentam extrema importância socioeconômica para a região, uma vez que são fonte de alimentação, meios de obtenção da alimentação (e.g., peixe, camarão e moluscos), transporte e consumo na região (FARIAS, 2019) Ressalta-se ainda, que o rio sofre indiretamente a influência dos afluentes lançados no igarapé Jaquarequara, por conta dos descartes de carcaças e vísceras do matadouro público municipal, que através da dinâmica da maré, pode interferir na qualidade da água (RIBEIRO et al., 2014).

Os moradores ressaltaram, que para fins alimentícios, utilizam somente os bivalves com as valvas totalmente fechadas, este conhecimento empírico está totalmente de acordo com a legislação brasileira, que recomenda apenas o consumo e a comercialização de bivalves vivos, que são detectadas através da visualização das valvas fechadas com retenção de água incolor e límpida, uma vez, que tais características indicam o frescor do produto (BRASIL, 1997).

Para a utilização dos bivalves na alimentação, os moradores, empiricamente dividem aleatoriamente o processamento da carne do bivalve em duas etapas. A etapa preliminar (lavagem), realizada após a coleta dos moluscos é necessária para a retirada do substrato arenolamoso, no qual os organismos vivem enterrados, bem como, a retirada de esponjas que se fixam nas conchas dos bivalves (Figura 2). Segundo Toledo e Barrera-Bassols (2009) e Farias (2019) o conhecimento para a utilização de um determinado recurso, assim como, seu preparo dá-se através de ensinamento dos mais velhos para os mais novos, sendo passado de geração em geração até os dias atuais.

Após a lavagem inicial os bivalves são levados à fervura previa para a abertura das valvas e retirada do corpo mole. Os moradores, cortam o estomago para retirar os resíduos intestinais de cada organismo, buscando lavar em água corrente para posterior utilização. A carne já cortada em cubos pequenos é refogada com os demais temperos para adicionar sabor e cor ao alimento. A utilização dos temperos pelos moradores, ocorre principalmente pela facilidade de encontra-los em seus próprios quintais, uma vez que existe uma grande riqueza de espécies alimentícias que proporcionam uma alimentação mais saudável (ROCHA GARCIA,

VIEIRA, OLIVEIRA, 2015). A utilização dos temperos e especiarias não servem somente para dar sabor aos alimentos, mas servem também para ser utilizado como ação antibacteriana e antioxidante (TARCITANO, MESQUITA, 2017).

Figura 2: Bivalves cobertos pelo substrato inconsolidado (A) e por esponjas provenientes (B) do rio Maratauíra. Setas azuis indicando dois bivalves totalmente cobertos por esponjas de água doce.



Ressalta-se que para fins de melhor entendimento sobre o modo de preparo e degustação, os registros em vídeos apresentam-se disponibilizados na plataforma digital *Figshare* em Barros et al. (2018).

Os resultados da composição centesimal encontrados para *P. syrmatorphorus* indicam que a umidade foi o componente de maior concentração encontrado na carne do bivalve correspondendo a aproximadamente 82,38%, sendo similar aos valores de umidade encontrado em ostras 79,71%, vôngole 75,35% e mexilhões 85,8% (CORDEIRO et al., 2007). A concentração de umidade é esperada, visto que o conteúdo hídrico representa a maior percentagem na constituição dos moluscos já estudados até o presente momento (FURLAN et al., 2011) (Tabela 2).

O nível de carboidrato apresentou-se similar quando comparados a outros moluscos bivalves utilizados na dieta humana. Salles, Macedo e Figueiredo (2017) relatam em seu estudo que a composição dos alimentos sofre influência em diferentes espécies, quanto a sua alimentação e atividade reprodutiva. Segundo Beasley et al. (2000), a espécie *P. syrmatorphorus* apresenta atividade reprodutiva continua durante o ano com desovas ocorrendo principalmente durante os meses secos.

Tabela 2: Composição centesimal (%) e calorias da espécie *Paxyodon syrmatophorus* oriundo do rio Maratauíra, Abaetetuba comparada a outros bivalves consumidos pela população humana. Estudo realizado em diferentes estações (a) outono e (b) primavera.

Espécie	Umidade	Lipídeos	Cinzas	Proteínas	Carboidratos	V.E. (Kcal/100g)	Referência
<i>Paxyodon syrmatophorus</i>	82,38	1,18	4,53	10,4	1,51	58,26	Atual estudo
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	81,58	1,10	2,12	12,67	-	70,70	Pedrosa e Cozzolino (2001)
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	75,35	2,68	2,24	17,46	-	103,52	Lira et al. (2004)
<i>Anomalocardia flexuosa</i> ^a	83,10	9,29	1,21	3,90	2,53	63,65	Aveiro et al. (2011a)
<i>Anomalocardia flexuosa</i> ^b	84,07	8,30	0,72	4,40	2,51	57,28	Aveiro et al. (2011a)
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	79,71	1,79	1,36	14,19	-	84,67	Pedrosa e Cozzolino (2001)
<i>Mytella falcata</i>	76,68	3,84	1,80	17,26	-	107,72	Lira et al. (2004)
<i>Perna perna</i>	83,80	1,1	1,8	9,1	4,2	-	Furlan et al. (2011)
<i>Perna perna</i>	85,80	1,2	1,9	7,2	3,8	-	Cordeiro et al. (2007)
<i>Tagelus plebeus</i>	76,70	2,84	1,61	16,39	-	100,52	Lira et al. (2004)

O uso de bivalves para uso de subsistência por algumas comunidades possui algumas etapas (e.g., extração, lavagem, desconchamento, dentre outros) (RIBEIRO et al., 2016). Com isso, após o desconchamento - separação da concha e do corpo mole - o bivalve de água doce *P. syrmatophorus* apresentou ~16% de rendimento. Esse rendimento é similar a outros organismos, como por exemplo, *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767), que apresenta 10 a 12% (CHAGAS et al., 2014b; FREITAS et al., 2010) e *Donax striatus* Linnaeus, 1767 que possui 12% de rendimento (CHAGAS et al., 2014a), caranguejos com 11 a 18%, e inferiores a peixes 30 a 50% e camarões 50% (LIMA et al., 2007; MACEDO-VIEGAS, SOUZA, 2004; OGAWA et al., 2008), que são muito utilizados como alimento pela população.

A preocupação de estudos com grupo de bivalves se dá principalmente pelo pouco conhecimento difundido a respeito dos moluscos presentes na região amazônica, uma vez que a mesma se encontra classificada globalmente como LC (*Least Concern*) na *The International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species* (PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014). Entretanto, mesmo classificada com *status* de baixa preocupação muita informação a respeito da espécie ainda falta ser estudada.

5.4 Conclusão

Conclui-se que a utilização dos bivalves de água doce na região apresenta-se como forma de subsistência. Neste sentido, o conhecimento etnoecológico mostrou-se presente na forma de coleta e preparo do molusco bivalve *P. syrmatophorus*.

Adicionalmente, verifica-se que *P. syrmatorphorus* apresenta-se como uma fonte proteica de baixo teor de lipídio e calorias, podendo compor parte de uma dieta considerada saudável, desde que esteja adequada a quantidade e forma de preparo.

Estudos mais específicos são recomendados, tais como o tamanho de primeira maturação da *P. syrmatorphorus*, possibilitando o manejo sustentável estabelecendo de um tamanho mínimo de captura. Adicionalmente, estudos voltados a reutilização das conchas, em forma de zooartesanato, fabricação de biojóias agregando valor ao recurso com potencial econômico para a população local. Além disso, uma análise de sanidade microparasitária sobre a espécie, uma vez que a mesma se apresenta como hospedeira de diversos parasitas.

5.5 Agradecimentos

A FAPESPA pela aquisição de financiamento através do projeto (nº 2015/55820). A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela disponibilidade dos espaços físicos para o desenvolver do projeto. Ao Instituto Federal do Pará (IFPA) pela disponibilidade da lancha para todas as coletas realizadas. A Universidade Estadual do Pará (UEPA) pela análise da composição centesimal realizada. Bem como, a comunidade da ilha de Tabatinga, Abaetetuba em nome de Dona Sônia Margalho, por nos ajudar em tudo o que foi necessário ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A., A.; THOMAZ, S., M.; GOMES, L., C. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, jul., 2005a.

AQUINO-ALMEIDA, A.L.A. **Comparação temporal de uma associação de bivalves límnicos do rio Pardo, município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo, Brasil**. 2006. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2006. <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp007329.pdf>

AVEIRO, M.V.; MAGALHAES, A.R.M.; TRAMONTE, V.L.C.G.; SCHAEFER, A.L.C. Variação sazonal na composição centesimal e reprodução do bivalve de areia *Anomalocardia brasiliana* da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, Florianópolis/SC. **Atlântica**. v. 33, n. 1, p. 5-14, Rio Grande, 2011a.

BARROS, M.R.F.; CHAGAS, R.A.D. Use of mollusks in zoohandicraft manufacturing in the Amazon Region. **Brazilian Journal of Biological Sciences**. v. 6, n. 12, p. 263-269, 2019.

BARROS, M.R.F.; CHAGAS, R.A.D.; QUARESMA, L.M.; HERRMANN, M. (2018). Utilization of freshwater mussel in the feeding of the native community. Figshare. Fileset.

BEASLEY, C.R.; TÚRY, E.; VALE, W.G.; TAGLIARO, C.H. Reproductive Cycle, Management and Conservation of *Paxyodon Syrmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) from the Tocantins River, Brazil. **Journal of Molluscan Studies**. v. 66, n. 3, p. 393-402, 393, 2000.

BRASIL Decreto nº 2.244, de 04 de junho de 1997. Brasília, DF, 1997.

CHAGAS, R.A.D.; SILVA, F.B.A.; VALE, A.V.P.; HERRMANN, M. **Morphometry and biomass of the bivalve *Donax striatus* at the beach Ajuruteua, State of Pará, Brazil**. 2014a. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science. doi:10.1594/PANGAEA.830344

CHAGAS, R.A.D.; SILVA, F.B.A.D.; VALE, A.V.P.D.; HERRMANN, M. **Morphometry and biomass of the bivalve *Anomalocardia flexuosa* at the beach Ajuruteua, State of Para, Brazil**. 2014b. PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science. doi:10.1594/PANGAEA.830381

CLAVIJO, C. The pearl industry and pioneering research in biology and conservation of pearl mussel (Unionoida) in the Río de La Plata Basin. **Tentacle**. v. n. 25, p. 14-15, fev., 2017.

CORDEIRO, D.; LOPES, T.G.G.; OETTERER, M.; PORTO, E.; GALVÃO, J.A. Qualidade do mexilhão *Perna perna* submetido ao processo de cocção, congelamento e armazenamento. **Boletim Centro de esquisas e Processamento de Alimentos**. v. 25, n. 1, p. 165-179, jan.-jun., 2007.

FARIAS, E.Y.X. **Mapeamento social: As concheiras do rio Maracapucu, comunidade Palmar**. 2019. 15f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Extensão, Inovação Socioambiental e Desenvolvimento de Sistemas Agroalimentares) - Universidade do Estado do Pará, Abaetetuba, PA, 2019.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos Alimentos**. 9. São Paulo: 1999.

FREITAS, S.T.; FOGAÇA, F.H.S.; LEGAT, J.F.A.; BARROS, R.F.M.; PAMPLIN, P.A.Z. Análise morfométrica das conchas e rendimento da carne de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário adjacente a praia de Barra Grande, Cajueiro da Praia-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2010, Rio Grande-RS. **Anais**, 2010,

FURLAN, É.F.; GALVÃO, J.A.; SALÁN, E.O.; OETTERER, M. Composição centesimal e valor calórico de mexilhões *Perna perna* cultivados no litoral Norte de São Paulo, Brasil. **Boletim de Instituto de Pesca**. v. 37, n. 1, p. 85-93, abr., 2011.

GRAF, D.L. Patterns of freshwater bivalve global diversity and the state of phylogenetic studies on the Unionoida, Sphaeriidae, and Cyrenidae. **American Malacological Bulletin**. v. 31, n. 1, p. 135-153, set., 2013.

GRAF, D.L.; CUMMINGS, K.S. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). **Journal of Molluscan Studies**. v. 73, n. p. 291-314, nov., 2007.

_____. **The Freshwater Mussels (Unionoida) of the World (and other less consequential bivalves)**. 2018. <http://www.mussel-project.net/>

HOHN, H.; COSTA, M.L. Ocorrência de ostras perliíferas no Marajó, rio Pará. **Revista Escola de Minas**. v. 55, n. 1, p. 61-64, jan.-mar., 2002.

HUSS, H.H. **Garantia da qualidade dos produtos da pesca**. Food & Agriculture Org., 1997. <https://books.google.com.br/books?id=PQ5SaiSXBFC>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos 4ª**. São Paulo: 2005.

LIMA, R.C. **Reprodução e cultivo de bivalves límnicos ameaçados de extinção: uma estratégia para a conservação do gênero *Diplodon* (Spix, 1827) (Mollusca, Hyriidae)**. 2010. 138f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, 2010.

LIMA, S.B.P.D.; RABELLO, C.B.-V.; DUTRA-JUNIOR, W.M.; LUDKE, M.D.C.M.M.; COSTA, F.G.P. Avaliação nutricional da farinha da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) para frangos de corte. **Revista Caatinga**. v. 20, n. 3, p. 35-39, jul.-set., 2007.

LIRA, G.M.; OLIVEIRA, A.C.D.; MANCINI-FILHO, J.; SANTANA, L.S.; COMENA, R.M.B.D.; TORRES, R.P.; SILVA NETA, M.D.L.D. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-Al. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 40, n. 4, p. 529-537, 2004.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. & CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Funep, 2004. p. 405-480.

MANSUR, M.C.D. O lindo bivalve que virou sapo. **Informativo SBMa**. v. 44, n. 183, p. 4, 2013.

MANSUR, M.C.D.; DOS SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; BERGONCI, P.E.A.; CALLIL, C.T. Moluscos límnicos - Bivalves. In: LATINI, A.O.; RESENDE, D.C.; POMBO, V.B. & CORADIN, L. **Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil**. Brasília: M, 2016. p. 791p.

NASCIMENTO, E.C.D.; GUERRA, G.A.D. Do avortado ao comprado: práticas alimentares e a segurança alimentar da comunidade quilombola do baixo Acaraqui, Abaetetuba, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**. v. 11, n. 1, p. 225-241, jan.-abr., 2016.

OGAWA, M.; SILVA, A.I.M.D.; OGAWA, N.B.P.; MALA, E.L.; NUNES, M.L. Adequações tecnológicas no processamento da carne de caranguejo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 1, p. 78-82, jan.-mar., 2008.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; CUMMINGS, K. *Prisodon serratophorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/189780/44824090>> Acesso em: 18 September 2019.

PEDROSA, L.D.F.C.; COZZOLINO, S.M.F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21, n. 2, p. 154-157, mai.-ago., 2001.

PEREIRA, D., et al. Bivalve distribution in hydrographic regions in South America: historical overview and conservation. **Hydrobiologia**. v. n. p. 2013.

PEREIRA, D.; MANSUR, M.C.D.; PIMPÃO, D.M. Identificação e diferenciação dos bivalves límnicos invasores dos demais bivalves nativos do Brasil. In: MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; PEREIRA, D.; PAZ, I.C.P.P.; M.L., Z.; M.C.D., M.; RAYA-RODRIGUES, M.T.; NERHKE, M.V. & BERGONCI, P.A. **Guia Prático: Moluscos límnicos Invasores do Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 75-94.

RIBEIRO, H.M.C.; MORALES, G.P.; BARBOSA, K.D.S.; VERA, M.A.P. Avaliação preliminar da qualidade das águas superficiais do rio Marataúra do município de Abaetetuba – PA. **Enciclopedia Biosfera**. v. 10, n. 19, p. 377, 2014.

RIBEIRO, P.K.; CALIXTO, F.A.; KELLER, L.A.; MARQUES, M.E.D.F. O Sururu como produto de subsistência e renda da população ribeirinha, Brasil - Revisão De literatura. **Semioses**. v. 10, n. 3, p. dez., 2016.

ROCHA GARCIA, B.N.; VIEIRA, T.A.; OLIVEIRA, F.D.A. Quintais agroflorestais e segurança alimentar em uma comunidade rural na Amazônia Oriental. **Revista Faculdade Agronomica La Plata**. v. 114, n. 1, p. 67-73, 2015.

SALLES, P.B.D.; MACEDO, Y.B.; FIGUEIREDO, E.L. Caracterização físico-química e microbiológica da carne do molusco Bivalve Sarnambi (*Phacoides pectinitus*) coletado nas praias em Algodual e Salinópolis, no Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 11, n. 1, p. 2245-2261, jan.-jun., 2017.

SILVA, E.J.; GOMES, R.B.; DE BRITO, C.S.F.; ROCHA-BARREIRA, C.D.A. Os moluscos bivalves de água doce do Brasil: Potencial ainda não aproveitado pela aquicultura. **Aquaculture Brasil**. v. 7, n. p. 26-31, 2017.

TARCITANO, L.A.C.; MESQUITA, E.D.F.M.D. Ação do condimentos alimentares in natura sobre a microbiota patogênica durante o processamento, preparo e/ou consumo do pescado: uma revisão sistematica de literatura. **Arquivos de Ciência do Mar**. v. 50, n. 1, p. 141-162, mai., 2017.

TOLEDO, V.M.; BARRERA-BASSOLS, N. A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. v. 20, n. p. 31-45, jul.-dez., 2009.

ZHAO, L.; WALLISER, E.O.; MERTZ-KRAUS, R.; SCHÖNE, B.R. Unionid shells (*Hyriopsis cumingii*) record manganese cycling at the sediment-water interface in a shallow eutrophic lake in China (Lake Taihu). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 484, n. p. 97-108, mar., 2017b.

CAPÍTULO 6. OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE PÉROLAS EM BIVALVES DE ÁGUA DOCE NA REGIÃO AMAZÔNICA⁵

RESUMO

Os moluscos bivalves apresentam elevada importância ecológica e socioeconômica, com destaque a pesca e o cultivo como principais atividades efetuadas por famílias litorâneas e ribeirinhas. No entanto, além da utilização com fins alimentícios, também são utilizados na confecção de zooartesanato e bijóias, botões e na produção de pérolas e madrepérolas. Tais atividades, quando descontroladas ocasionam o declínio de populações naturais, acarretando na extinção de muitas espécies. Desta forma, o objetivo do trabalho é registrar e caracterizar as pérolas produzidas por três bivalves límnicos (*Paxyodon syrmatophorus*, *Triplodon corrugatus* e *Castalia ambigua*) da região amazônica e inferir possíveis medidas de manejo para as espécies. A área de estudo delimitou-se ao banco natural de moluscos bivalves presente no rio Maratauíra, as margens da Ilha de Tabatinga, município de Abaetetuba, Amazônia Oriental. As três espécies estudadas de bivalves límnicos do rio Maratauíra apresentam-se capazes de produzir pérolas, classificadas comercialmente como “encistadas” e “ampoladas” (mais abundante) e de diferentes tamanhos e colorações. Ressalta-se que *P. syrmatophorus* apresenta-se como a espécie com maior potencial para o cultivo com finalidade de produção de pérolas. Além disso, evidenciou-se que não há relação entre a abundância de pérolas quanto ao comprimento da concha ou área da valva dos bivalves.

Palavras-chave: Molusco, Hyriidae, Madre pérola, Biomineralização.

ABSTRACT

Bivalve molluscs are of high ecological and socioeconomic importance, with emphasis on fishing and farming as the main activities carried out by coastal and riverine families. However, in addition to the food uses, they are also used in the manufacture of zooartesanato and bijóias, buttons and in the production of pearls and mother-of-pearl. Such activities, when uncontrolled, cause the decline of natural populations, leading to the extinction of many species. In this way, the objective of the work is to record and characterize the pearls produced by three limbic bivalves (*Paxyodon syrmatophorus*, *Triplodon corrugatus* and *Castalia ambigua*) from the Amazon region and infer possible measures of sustainable management of the species. The study area was delimited by the natural bank of bivalve molluscs present in the Maratauíra river, the banks of Tabatinga Island, Abaetetuba municipality, Eastern Amazonia. The three studied species of limestone bivalves of the Maratauíra River are capable of producing pearls, classified commercially as "encistadas" and "ampoladas" (more abundant) and of different sizes and colors. It should be pointed out that *P. syrmatophorus* is the species with the greatest potential for cultivation with a pearl production purpose. In addition, it was evidenced that there is no relation between the abundance of pearls as to the length of the shell or the area of the bivalve valve.

Key words: Mollusk, Hyriidae, Mother-of-pearl, Biomineralization.

⁵ Artigo a ser submetido na revista Zoological Studies

6.1 Introdução

A pesca e o cultivo de moluscos bivalves (e.g., ostras, mexilhões, sarnambis e os bivalves límnicos), apresenta-se como umas das principais atividades realizadas por famílias litorâneas e ribeirinhas (LIMA, 2010; RAMOS, CASRO, 2004; SILVA, MARTINS, 2017). A finalidade dessa pescaria manifesta-se de inúmeras maneiras, dentre elas: para fins alimentícios, fabricação de botões, confecção de zooartesanatos, biojóias e na produção de pérolas e madreperolas (BARROS et al., 2018; CERVIGÓN et al., 1992; FERRERIRA, 2013; HOHN, COSTA, 2002; LI et al., 2016).

Os bivalves marinhos ou límnicos que produzem madreperolas e pérolas são chamados de bivalves perlíferos ou bivalves alados (HOHN, COSTA, 2002; RIOS, 2009). A formação das pérolas em ambiente natural ou cultivado ocorrem a partir da introdução de um corpo estranho, que pode ser um simples grão de areia, resíduos de matéria-orgânica, esferas de porcelanas e pedaços de tecido moles de outros bivalves (BLAY, PLANES, KY, 2018; DENTON, 1916; LI et al., 2016; SOUTHGATE, LUCAS, 2008). Após a inserção, este material é envolvido pelo nácar presente na concha do bivalve, firmando-se em uma materialização densa e brilhante (ALVES, 2010).

No Brasil, as espécies de bivalves perlíferos marinhos apresentam importância econômica devido suas pérolas apresentarem oportunidade de desenvolvimento ideal para as comunidades (ALVES, 2010; BACHI, 2015). Os bivalves perlíferos límnicos habitam rios, riachos, açudes e córregos. No geral, esses ambientes apresentam águas ácidas, com algumas ocorrências de rochas calcárias, que contribuem à correção da acidez, favorecendo o desenvolvimento das conchas dos bivalves e, conseqüentemente, a formação de pérolas e ainda não apresentam cultivos na região (HOHN, COSTA, 2002).

Segundo Hohn e Costa (2002), a produção internacional de pérolas apresenta uma oferta de 2.000 ton./ano, divididos entre pérolas de três, seis e nove anos. Southgate e Lucas (2008), comentam em seus estudos que uma pérola esférica com 8 mm de diâmetro leva em média quatro anos para se formar e estar apta à venda, apresentando uma representatividade na indústria das pérolas de água doce em 23% (SOUTHGATE, LUCAS, 2008). O mercado da pérola é calculado de acordo com a relação entre o g^2 e o valor base para pérolas, sendo que, irregularidades (e.g., cores opacas e deformidades) acarretam na redução do valor em 20 a 30% (DENTON, 1916),

Atualmente, o comércio de pérolas classifica-as em “ampolada” – conhecida também por “meia-pérola” ou “blister” –, que surgem através de uma protrusão da superfície interna da

concha (LI et al., 2016) e “encistada”, que forma-se no corpo mole do molusco, resultando em uma estrutura solta dentro do bivalve (NOMURA, 1978; TAYLOR, STRACK, 2008).

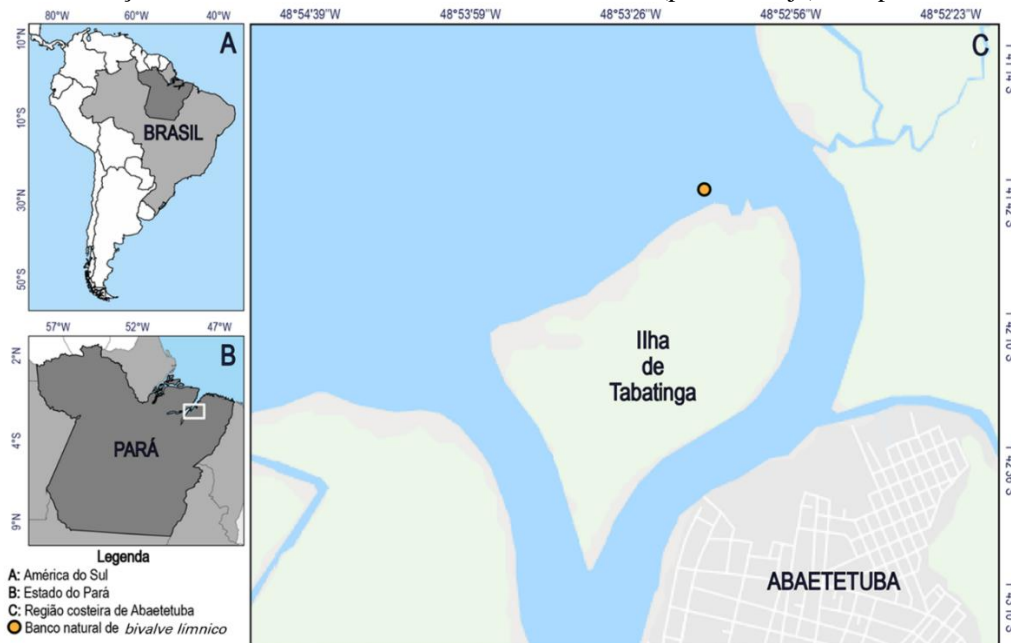
Partindo do exposto, o objetivo do presente trabalho é confirmar a ocorrência e caracterizar as pérolas em bivalves límnicos presentes em um banco natural situado do rio Maratauíra, município de Abaetetuba, Pará, Amazônia Oriental.

6.2 Material e Métodos

Área de estudo

O banco de bivalves delimita-se ao norte da Ilha de Tabatinga ($1^{\circ}41'41.94''\text{S}$, $48^{\circ}53'2.22''\text{W}$), situada no rio Maratauíra, pertencente ao município de Abaetetuba, que está localizado na Amazônia Oriental. De acordo com visualizações pessoais, o local apresenta predominância de três espécies de bivalves límnicos: *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791), *Castalia ambigua* Lamarck, 1819 e *Triplodon corrugatus* (Lamarck, 1819), todos pertencentes a família Hyriidae.

Figura 1: Localização da área de estudo, destacando o banco natural (ponto laranja) da espécie estudada.



Procedimentos de amostragem

Os bivalves utilizados neste estudo compõem um conjunto de dados referente ao projeto *Aspectos populacionais da dinâmica de bivalves límnicos no rio Tabatinga, Abaetetuba, Pará*, financiado pela Fundação Amazônica de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA, (PROEX nº 022017-743), realizado entre setembro de 2016 e setembro de 2018, e sob autorização do

SISBIO (n° 60204-1). Foram utilizados 88 valvas (das três espécies predominantes) durante os processos em laboratório.

Caracterização da pérola

Para a caracterização das pérolas e micropérolas dos tipos “ampolada” ou “encistadas”, utilizou-se descrição segundo Hohn e Costa (2002) e Southgate e Lucas (2008), que descrevem suas formas e colorações.

Para uma melhor análise das pérolas, digitalizou-se as imagens, e utilizou-se o *software ImageJ*, o que possibilitou a determinação da área das valvas que continham pérolas, o comprimento anteroposterior das valvas, a mensuração do comprimento máximo das pérolas e a quantificação das pérolas “ampoladas”.

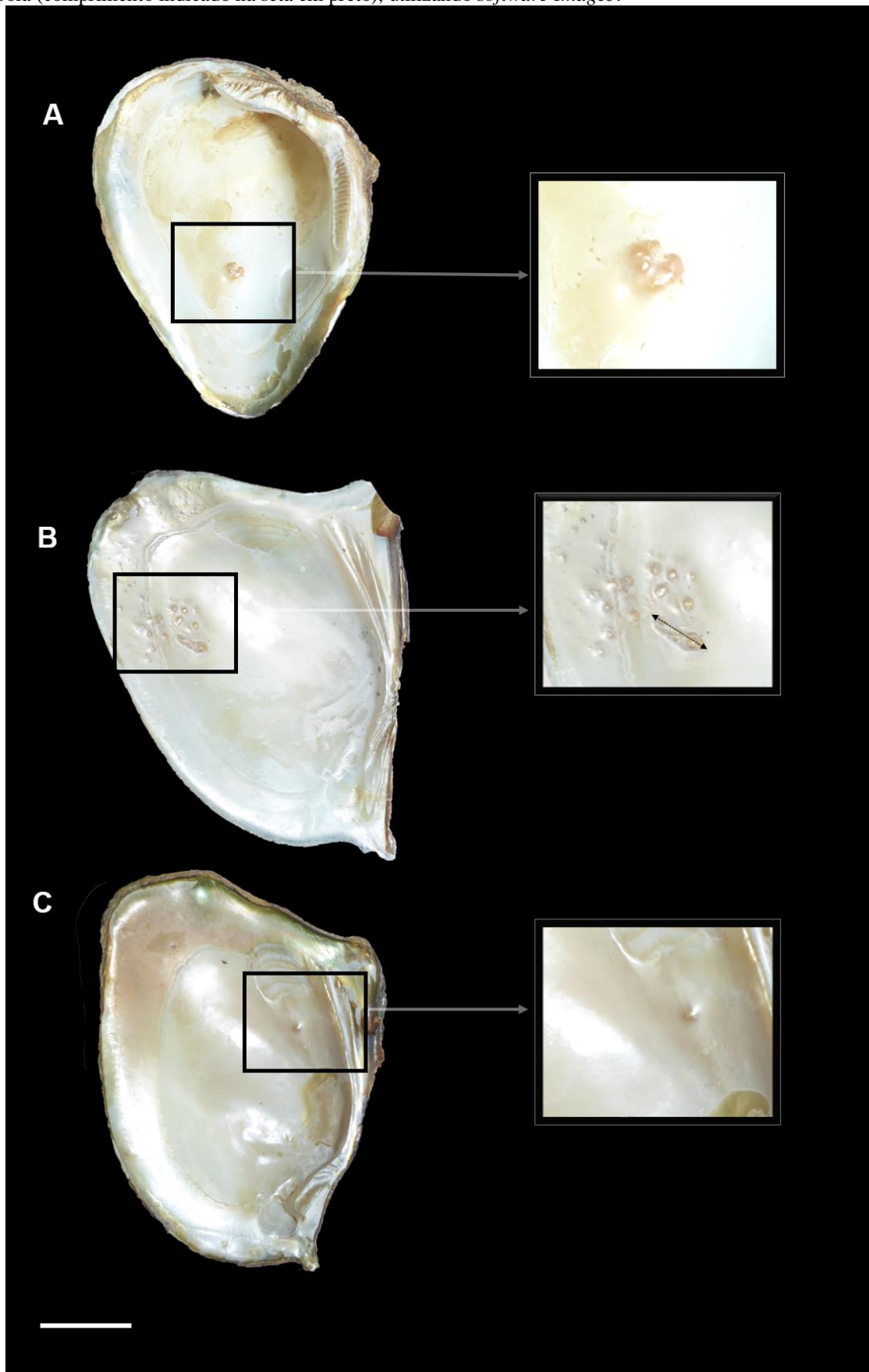
Sequentemente, correlacionou-se as medidas morfométricas da valva com o comprimento máximo e abundância das pérolas. Para tanto utilizou-se o *software* Statistica para Windows. Para a estimativa do peso de cada pérola do tipo “encistada”, utilizou-se uma balança digital analítica (MARTE, modelo AL 500c), com precisão de 0,001 g.

6.3 Resultados e discussão

O local de coleta deste estudo, apresenta substrato inconsolidado e correnteza média, o que propicia a introdução de pequenas partículas no interior das valvas dos moluscos bivalves, auxiliando e favorecendo o desenvolvimento das pérolas. As pérolas encontradas apresentam características semelhantes a descoberta realizada por Li et al. (2016), que em recentes escavações encontrou pérolas por acaso. Embora no Brasil, não exista produção de pérolas de água doce com fins comerciais, tem-se a ocorrência de pérolas produzidas naturalmente por espécies da ordem Unionoida na porção sul da Ilha de Marajó, no estado do Pará (BARROS et al., 2017; HOHN, COSTA, 2002).

Dos bivalves analisados, evidenciou-se previamente indícios de pérolas, sendo que das 88 valvas analisadas 83 apresentaram pérolas do tipo “ampolada” (990 micropérolas) e cinco pérolas do tipo “encistadas”, encontrando-se ao todo 995 nas três espécies. Destas 86,8% (72 ind.) correspondem a *P. syrmatophorus*, 10,8% (nove ind.) a *C. ambigua* e 2,4% (dois ind.) a *T. corrugatus* (Figura 2). As pérolas foram encontradas presentes na parte interna das brânquias e fixadas nas valvas dos bivalves. Ressalta-se, que todos os exemplares estão acessíveis na coleção do Laboratório de Ecologia Bentônica Tropical para consulta e posteriores análises.

Figura 2: Registros de pérola nas três espécies de bivalves límnicos: (A) *Castalia ambigua* (escala: 1 cm), (B) *Paxyodon syrmatophorus* e (C) *Triplodon corrugatus* (escala: 2 cm). Indicação das morfometrias das pérolas ampola (comprimento indicado na seta em preto), utilizando software *ImageJ*.



Evidenciou-se que, as pérolas classificadas como “ampolada”, estavam presentes em todos as três espécies de bivalves analisados, sendo 92,8% (920 und.) encontradas em *P. syrmatophorus*, 6,9% (68 und.) em *C. ambigua* e 0,3% (três ind.) em *T. corrugatus* (Tabela 1).

Pérolas dos dois tipos já foram registradas para algumas espécies de bivalves límnicos (e.g., *Anodonta* sp., Hyrriidae e *Unio*) (DENTON, 1916; HOHN, COSTA, 2002; LI et al., 2016), porém em quantidades bem inferiores à encontrada no presente estudo.

Quanto as características, as pérolas “encistadas”, encontradas na parte interna das brânquias próximo ao marsúpio, apresentaram coloração amarelo ouro, creme e rosa (Figura 4). Em seu estudo Hohn e Costa (2002), ainda citam que a coloração variada das pérolas se dá principalmente devido a composição da concha presente nos bivalves.

Ressalta-se que todas as pérolas do tipo “encistada” apresentam formatos irregulares (e.g., pérola-barroca, gota e cintada) (Figura 4), padrão semelhante ao descrito por Hohn e Costa (2002). Mesmo com seus formatos irregulares, existe uma durabilidade para as pérolas de bivalves límnicos, sendo constatado em estudos de Li et al. (2016), que encontrou registros fósseis de pérolas de Unionidae da época geológica chamada de Pleistoceno.

Figura 3: Pérolas do tipo “encistadas” encontradas nos bivalves, *Paxyodon syrmatophorus* (A), *Triplodon corrugatus* (B) e (C). Escala 1 mm (A e B) e 1,5 mm (C).



As conchas analisadas apresentaram comprimento anteroposterior médio de $39,55 \pm 2,16$ mm (média \pm DP) em *C. ambigua*, $68,98 \pm 6,21$ mm em *P. syrmatophorus* e $88 \pm 7,69$ mm em *T. corrugatus*. Destas, *P. syrmatophorus* apresentou-se como a espécie mais abundante em número de pérolas dentre as espécies analisadas (Tabela 1).

Tabela 1: Análise descritiva das variáveis estudadas para as três espécies.

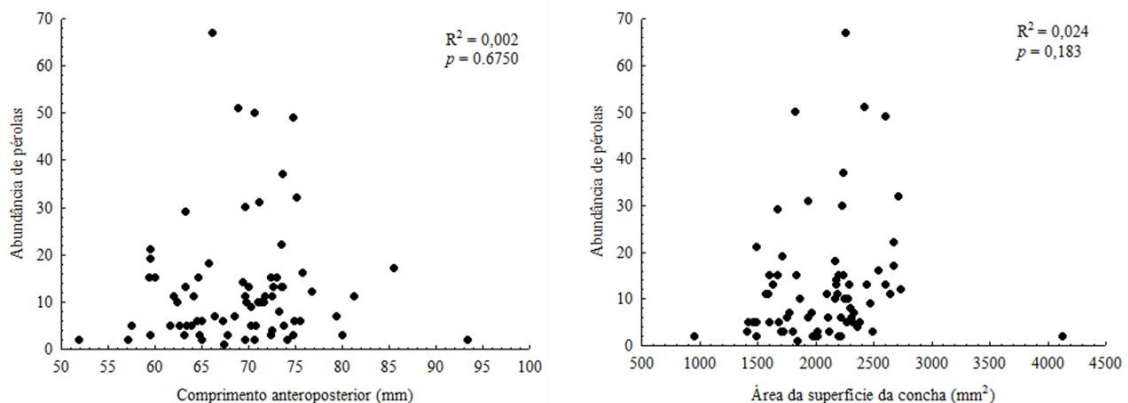
Espécies estudadas	Ab. Pérola total	Abundância (pérola/bivalve)	Área (m ² /valva)	Comprimento anteroposterior (mm)
<i>Castalia ambigua</i>	68	8±11 (1 e 33)	790,14±67,6	39,55±2,1
<i>Paxyodon syrmatorphorus</i>	920	13±13 (1 e 66)	2051,34±377,0	68,98±6,2
<i>Triplodon corrugatus</i>	3	2±10 (1 e 29)	3941,93±274,8	88,00±7,6

Ao analisar o comprimento das pérolas encontradas, verifica-se que 98,15% possuem diâmetros de até 2 mm, as pérolas que apresentaram comprimento >2 mm representam 1,85%. O maior exemplar de pérola do tipo “ampolada” encontrada (10,23 mm) (Tabela 2) sugere que o corpo estranho encoberto por nácar, provavelmente seja um organismo de corpo alongado e cilíndrico.

Tabela 2: Análise descritiva das pérolas tipo “ampolada” encontradas nas valvas das três espécies estudadas. Com valores de comprimento anteroposterior máximo e mínimo representados em milímetros (mm).

Espécie estudadas	Mínimo	Máximo	Média/DP
<i>Castalia ambigua</i>	0,133	1,745	0,374±0,328
<i>Paxyodon syrmatorphorus</i>	0,056	10,233	0,601±0,565
<i>Triplodon corrugatus</i>	0,424	1,682	1,039±0,629

Em virtude da espécie *P. syrmatorphorus* ser a espécie com maior abundância de indivíduos e presença de pérola (evidenciado nas tabelas acima), realizou-se uma análise de correlação entre os comprimentos dos bivalves e sua abundância de pérola. Com isso, constatou-se que a presença de pérolas não está relacionada com o comprimento do indivíduo, tampouco com sua área, visto que existe uma correlação classificadas como fraca entre as variáveis: $R^2=0,002$ ($p=0,6750$) e $R^2=0,024$ ($p=0,183$), respectivamente (Figura 3). Entretanto, vale ressaltar que nenhum exemplar menor que 40 mm apresentou sinais de pérolas em suas conchas.

Figura 4: Correlações entre as variáveis de abundância pelo comprimento e abundância pela área da concha.

No cenário atual, ressalta-se que o cultivo de espécies límnicas não fomenta somente a produção de pérolas, mas auxilia na gestão sustentável dos moluscos bivalves, visto que informações a respeito das espécies são escassas, conforme dados da *The IUCN Red List of Threatened Species*. Segundo dados da IUCN, *P. syrmatophorus* e *C. ambígua* atualmente são classificadas como uma espécie com pouca preocupação (LC) (PASTORINO, DARRIGAN, 2011; PASTORINO, DARRIGAN, CUMMINGS, 2014) e *T. corrugatus* não apresenta qualquer informação. Com isso, estudos mais profundos sobre seu desenvolvimento serão necessários para adquirir maiores conhecimentos sobre tais espécies. Desta forma, fatores responsáveis pela degradação do ambiente e a inserção de espécies exóticas que contribuem para o declínio da população local (AGOSTINHO, THOMAZ, GOMES, 2005a), serão melhor entendidos para que possam desenvolver-se medidas preventivas ao seu desenvolvimento.

A evidência de pérolas de bivalves límnicos nos dias atuais vem a corroborar com o proposto por Hohn e Costa (2002), para a Ilha do Marajó, como um ponto de partida para a produção e comércio de pérolas naturais límnicas. Visto que, dentre os inúmeros ramos que a aquicultura oferece, a malacocultura – cultivo de moluscos – destaca-se, não somente pela produção alimentícia e seus subprodutos, mas também na produção de pérolas, que apresenta sucesso em vários países, como relata Southgate e Lucas (2008) sobre a o auge da produção no Japão e China (nos anos 2004 e 2005) devido a sua disponibilidade de tamanhos maiores e formatos inovadores. E para garantir tal sucesso, o cultivo de pérolas requer trabalho intenso, vindo a contribuir com o desenvolvimento de empregos para os moradores mais próximos as áreas cultivadas (SIMS, 1993).

6.5 Conclusão

Neste estudo, confirmou-se que as espécies de bivalves límnicos do rio Maratauíra são capazes de produzir pérolas. Além disso, evidenciando a presença dos dois tipos de pérolas comerciais, sendo a “ampolada” a mais abundante. Adicionalmente, destaca-se o bivalve *Paxyodon syrmatophorus* como a espécie com maior potencial para o cultivo, principalmente devido a abundância de pérolas nesta espécie. Os resultados das análises realizadas, permitem-nos concluir que a abundância de pérolas não está relacionada ao comprimento anteroposterior da concha ou área da valva dos bivalves. Recomenda-se estudos de crescimento e aspectos reprodutivos para inferir sobre um tamanho mínimo de coleta, no caso da coleta para obtenção de pérolas, e/ou técnicas de produção de pérolas em ambientes de cultivo, reduzindo assim, o impacto causado na população nativa dos moluscos.

6.6 Agradecimentos

A FAPESPA pela aquisição de financiamento através do projeto (nº 2015/55820). A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela disponibilidade dos espaços físicos para o desenvolver do projeto. Ao Instituto Federal do Pará (IFPA) pela disponibilidade da lancha para todas as coletas realizadas. Bem como, a comunidade da ilha de Tabatinga, Abaetetuba em nome de Dona Sônia Margalho, por nos ajudar em tudo o que foi necessário ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A., A.; THOMAZ, S., M.; GOMES, L., C. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 1-9, jul., 2005a.

ALVES, R. **Biologia de *Pteria hirundo*, ostra perlífera nativa do Brasil**. 2010. 164f. Tese (Doutor em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2010.

BACHI, G.C. **Avaliação de diferentes adesivos para produção de meia-pérola na ostra perlífera *Pteria hirundo***. 2015. 37f. Monografia (Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2015.

BARROS, M.R.F.; CHAGAS, R.A.D.; ABREU, V.S.; SILVA, R.E.O.D.; SANTOS, W.C.R.D.; HERRMANN, M. Bivalves límnicos da família Hyriidae indicam potencial para um cultivo de pérolas na região tropical do Brasil. In: 17º CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO MAR - COLACMAR, 2017, Balneário Camboriú -SC, 13 a 17 de novembro de 2017. **Anais.**, 2017, 1666-1167.

BARROS, M.R.F.; CHAGAS, R.A.D.; QUARESMA, L.M.; HERRMANN, M. (2018). Utilization of freshwater mussel in the feeding of the native community. Figshare. Fileset.

BLAY, C.; PLANES, S.; KY, C.L. Optimal age of the donor graft tissue in relation to cultured pearl phenotypes in the mollusc, *Pinctada margaritifera*. **PLoS One**. v. 13, n. 6, p. e0198505, 2018.

CERVIGÓN, F., et al. **Guia de campo de las especies comerciales marinas y de agua salobres de la costa septentrional de sur america**. Roma: FAO, 577p., 1992.

DENTON, S.F. **The Story of the Pearl**. Wentworth Press, 28p., 1916. <https://books.google.com.br/books?id=PdNPvgAACAAJ>

FHERREIRA, H. **Ostra em São Miguel do Guamá: Rograma de desenvolvimento da cadeia produtiva de moluscos bivalves no estado do Pará**. São Miguel do Guamá. 2013. Disponível em: <<http://harlemfherreira.blogspot.com.br/2013/06/governo-do-estado-investiga-o-potencial.html>> Acesso em: junho 2017.

HOHN, H.; COSTA, M.L. Ocorrência de ostras perlíferas no Marajó, rio Pará. **Revista Escola de Minas**. v. 55, n. 1, p. 61-64, jan.-mar., 2002.

LI, S.P.; YAO, P.Y.; LI, J.F.; FERGUSON, D.K.; MIN, L.R.; CHI, Z.Q.; WANG, Y.; YAO, J.X.; SHA, J.G. Freshwater Fossil Pearls from the Nihewan Basin, Early Early Pleistocene. **PLoS ONE**. v. 11, n. 10, p. e0164083, 2016.

LIMA, R.C. **Reprodução e cultivo de bivalves límnicos ameaçados de extinção: uma estratégia para a conservação do gênero *Diplodon* (Spix, 1827) (Mollusca, Hyriidae)**. 2010. 138f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP, 2010.

NOMURA, H. **Criação de moluscos e crustáceos**. 102p., 1978.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G. *Castalia ambigua*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e. T188881A8657032. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T188881A8657032.en>> Acesso em: 14, February 2019.

PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.; CUMMINGS, K. *Prisodon syrmatorphorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/189780/44824090>> Acesso em: 18 September 2019.

RAMOS, R.S.; CASRO, A.C.L.D. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Paquatua - Alcântara/MA, Brasil. **Boletim do Laboratorio de Hidrobiologia**. v. 17, n. p. 29-42, 2004.

RIOS, E.C. **Compendium of braziliansea shells**. Rio Grande, RS: Evangraf, 676p., 2009.

SILVA, E.J.D.; MARTINS, I.X. A pesca de moluscos em ambientes intermareais no oeste do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**. v. 50, n. 2, p. 110-118, 2017.

SIMS, N.A. Pearl Oysters. In: WRIGHT, A. & HILL, L. **Nearshore Marine Resources of the South Pacific**. IPS, Suva: 1993. p. 712.

SOUTHGATE, P.; LUCAS, J. **The Pearl Oyster**. 2. 544p., 2008.

TAYLOR, J.J.; STRACK, E. Pearl Production. In: OUTHGATE, P.C. & LUCAS, J.S. **The Pearl Oyster**. Oxford, UK: Elsevier, 2008. p. 273-302.

7 CONCLUSÕES GERAIS

Levando-se em consideração os aspectos apresentados, conclui-se que a utilização dos bivalves de água doce na região apresenta-se como uma fonte alimentícia complementar pelos moradores, que utilizam seus conhecimentos empíricos na organização do preparo do *Paxyodon syrmatorphorus*. A espécie também apresenta composição centesimal satisfatória a necessidade nutricional complementar. Uma vez, que se verificou que *P. syrmatorphorus* apresenta uma fonte proteica de baixo teor de lipídio e calorias, podendo compor parte de uma dieta considerada saudável, desde que seja adequada a quantidade e forma de preparo.

Evidencia-se também que *P. syrmatorphorus* apresenta excelentes relações biomorfológicas, gerando equações satisfatória na estimação de medidas morfométricas da concha. Apresenta rendimento médio de 16,2% quando se utiliza a biomassa total, podendo ser calculada através da equação gerada com as medidas externas da concha (comprimento, largura e altura). Além disso, através da análise de IEF, conclui-se que *P. syrmatorphorus* apresenta um crescimento proporcional ao longo de todo seu desenvolvimento, ou seja, os jovens possuem conchas de proporções equivalentes aos adultos.

Em relação a abundância do bivalve, conclui-se que a mesma está relacionada a eficiência da amostragem, sendo intensificado no período seco, visto que nesse período os bivalves ficam mais vulneráveis estando mais expostos a captura, apresentando um padrão agregado para a espécie. Conclui-se também, que um animal que apresenta média 20,09 g de massa total, encontrar-se com 3,24 g de massa úmido, estando assim, presente na faixa de comprimento anteroposterior de 53 a 69 mm.

A utilização da análise de distribuição de frequência de comprimento apresenta-se como método ineficaz em estudo de crescimento de *P. syrmatorphorus*, pois superestima os parâmetros de crescimento da espécie. No entanto, a utilização de concentrações de 150mg/L de calceína como marcador químico é um método satisfatório e eficiente na marcação de *P. syrmatorphorus*, não afetando a sobrevivência dos bivalves estudados, deixando uma banda clara e definida quando as secções são observadas sob luz ultravioleta.

Com isso, o método de marcação e recaptura utilizando fluorocromo calceína, apresenta-se como um método eficaz na determinação dos parâmetros de crescimento de *P. syrmatorphorus*. Desta forma, os resultados deste estudo indicam que *P. syrmatorphorus* apresenta uma baixa taxa de crescimento e alta longevidade.

Ressalta-se ainda que no presente estudo, foi possível constatar que os bivalves estudados no rio Maratauíra, são capazes de produzir pérolas, “encistadas” e “ampoladas” (mais

abundante) de diferentes tamanhos e colorações, independente da área e comprimento das valvas.

8 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se estudos de biologia reprodutiva para caracterizar o ciclo reprodutivo, período de maturação e deste modo inferir sobre o tamanho mínimo de captura. Tais dados, somados a uma análise de sanidade microparasitária sobre a espécie, são essenciais visto a utilização como fonte de alimento.

Além disso, o estudo de dispersão larval possibilitaria a identificação dos peixes que atuam como hospedeiros dos gloquídeos e assim poderia ser estimado a área de abrangência da espécie.

Adicionalmente, uma análise de isótopo estáveis em secções das conchas dos maiores indivíduos permitiria a estimação de idade dos indivíduos e a detecção de eventuais influencias ambientais (anomalias climáticas, ausência e/ou excesso de alimentação).

Os estudos recomendados acima, somados aos resultados do presente estudo possibilitariam com eficiência a gestão da espécie.

APÊNDICES⁶

Nesta secção estão anexadas cópias dos resumos simples e expandidos (nesse caso apenas será anexado a primeira página) apresentados em eventos científicos realizados no Brasil e no exterior. Estão indicados o nome do evento, local, data (dia, mês e ano) de realização, título os respectivos autores dos trabalhos.

⁶ Após a defesa desta dissertação no dia 03 de julho de 2019, alterou-se o nome da espécie estudada de *Prisodon obliquus* para *Paxyodon syrmatophorus* (Gmelin, 1791). No entanto os resumos publicados até esta data ainda referencia a espécie nomeada anteriormente.

APÊNDICE A: Resumos simples apresentados em eventos científicos no Brasil

Título: Caracterização do macrozoobentos associados ao cultivo experimental de bivalves límnicos no rio Tabatinga, Abaetetuba, Pará.

Autores: Chagas, Rafael Anaise das; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Assis, Alessandra Silva de; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Santos-Neto, Guilherme da Cruz; Herrmann, Marko

Evento: XIV Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA

Local: Belém, PA

Ano: 2016

Anais do XIV Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA



Caracterização do macrozoobentos associados ao cultivo experimental de bivalves límnicos no rio Tabatinga, Abaetetuba, Pará

Rafael Anaise das CHAGAS^{2,4}✉, Rosana Esther Oliveira da SILVA^{1,4}, Alessandra Silva de ASSIS^{1,4}, Mara Rúbia Ferreira BARROS^{1,4}, Guilherme da Cruz SANTOS-NETO³, Marko HERRMANN^{4,5}

O macrozoobentos apresenta importância ecológica pois participa diretamente na ciclagem de nutrientes no meio ambiente e é muito utilizado como bioindicador para avaliar a qualidade ambiental. Estudos relacionados a caracterização de organismos em ambientes límnicos são importantes pois monitora-se, por exemplo, a bioinvasão, ou seja, o processo de estabelecimento de espécies exóticas, sendo este considerado a segunda maior causa de perda de diversidade, modificando a estrutura e composição de ecossistemas. O presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento sistemático das espécies que compõem a macrozoofauna bentônica associado ao cultivo experimental de três espécies de bivalves límnicos (*Castalia ambigua* Lamarck, 1819, *Prisodon corrugatus* (Lamarck, 1819) e *Prisodon obliquus* Schumacher, 1817) em seis lanternas mantidas submersas constantemente no rio Tabatinga, município de Abaetetuba nos meses setembro e outubro de 2016. Fixou-se os organismos bentônicos encontrados em etanol 70 % e os transferiu para identificação taxonômica ao laboratório de Ecologia Bentônica Tropical, na capital Belém, analisando a frequência de ocorrência por espécie. Encontrou-se ao todo 94 indivíduos subdivididos em quatro grandes táxons (Annelida, Arthropoda, Chordata e Mollusca), representados por nove famílias, com nove respectivas espécies: Nereididae: *Namalycastis abiuma* (Grube, 1872), Cymothoidae indet., Decapoda indet., Palaemonidae: *Macrobrachium* sp., Polymitarcyidae: *Tortopus* sp., Loricariidae: *Peckoltia* sp., Neritidae: *Neritina zebra* (Bruguière, 1792), Hydrobiidae: *Potamolithus fodinarum* Pilsbry, 1924 e Hyriidae: *Diplodon* sp.). Os moluscos foram os mais abundantes em número de indivíduos (61,7 %, 58 ind.) e os artrópodes em diversidade de espécies (44,4 %, quatro spp.). Em relação a frequência das espécies, classificou-se duas espécies como constantes (*P. fodinarum* e *Macrobrachium* sp.), cinco espécies comuns e duas espécies raras. Conclui-se que, apesar de poucas coletas, o macrozoobentos encontrado apresenta-se diverso, com espécies que buscam nas lanternas do cultivo abrigo e proteção contra possíveis predadores, alimentação, e reprodução, no caso dos gastrópodes. Recomenda-se avaliar, com índices bióticos específicos, a possibilidade de utilizar os organismos encontrados bioindicadores de qualidade ambiental.

Palavras-chaves: Cultivo experimental, bentos límnicos, relação ecológica.

Agradecimentos: FAPESPA, IFPA Campus Abaetetuba e UFRA.

¹ Graduanda(o) em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA.

² Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais – PPGAqRAT/UFRA.

³ Professor, Instituto Federal do Pará – IFPA (campus Abaetetuba).

⁴ Grupo de pesquisa Ecologia Bentônica Tropical (<http://www.benthos.eu>).

⁵ Professor/Orientador, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH/UFRA

✉ Autor correspondente: rafael@benthos.eu

Título: Densidade populacional de bivalves límnicos no rio Tabatinga, Baía do Capim, região Norte do Brasil.

Autores: Abreu, Valdo Sena; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das Santos-Neto, Guilherme da Cruz; Herrmann, Marko

Evento: XXV Encontro Brasileiro de Malacologia

Local: Mossoró - RN

Ano: 2017



XXV Encontro Brasileiro de Malacologia – 19 a 23 de junho de 2017 – Mossoró-RN



Densidade populacional de bivalves límnicos no rio Tabatinga, Baía do Capim, região Norte do Brasil

*Abreu, V. S.^{1,2}; Silva, R. E. O.^{2,3}; Barros, M. R. F.²; Chagas, R. A.²; Santos-Neto, G. C.⁴; Herrmann, M.⁵

¹Bolsista do PET Engenharia de Pesca (www.pesca.pet); ²Graduando(a) em Engenharia de Pesca; ³Pós-Graduação em Aquicultura; ⁴Professor do Instituto Federal do Pará (IFPA/Campus Abaetetuba); ⁵Professor do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH/UFRA)
Contato: www.benthos.eu / E-mail: valdo@benthos.eu

Os moluscos límnicos desempenham importante papel nos ecossistemas aquáticos. Nesse contexto, os bivalves destacam-se na manutenção da dinâmica dos corpos hídricos, podendo ser utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental. Apesar disso, evidencia-se uma lacuna relacionado ao conhecimento da densidade populacional dos bivalves nos rios amazônicos. O presente estudo tem como objetivo avaliar a densidade populacional das espécies *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819), *Prisodon obliquus* (Schumacher, 1817) e *Triplodon corrugatus* (Lamarck, 1819), em um banco natural, situado no rio Tabatinga, município de Abaetetuba, entre os meses de novembro de 2016 e março de 2017, utilizando um quadrado de 50x50 cm (área de 0,25m²), coletando apenas os indivíduos vivos disponíveis dentro desta área. Em cada coleta, dispôs-se o quadrado aleatoriamente três vezes no local, efetuando três réplicas, totalizando nove amostragens por mês. Depois de coletados, os bivalves foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Ecologia Bentônica Tropical para contabilizar e mensurar o comprimento total da concha de cada indivíduo, afim de verificar seu comprimento médio. Ao todo, encontrou-se 179 indivíduos, média de 45 ind./mês, estimando-se 19 ind./m². Dezembro e novembro de 2016, foram os meses que apresentaram menor e maior abundância com (28 ind., média de 12 ind./m²) e (62 ind., média de 26 ind./m²) respectivamente. Dentre os organismos estudados, o bivalve *P. obliquus* apresentou-se mais abundante (114 ind., com média de 12 ind./m²), seguido por *T. corrugatus* (42 ind., quatro ind./m²) e *C. ambigua* (24 ind., três ind./m²). O comprimento médio encontrado no presente estudo para os bivalves límnicos foi de 54,74±8,11 mm (média±SD), variando de 27,81 a 70,54 mm para *P. obliquus*, 67,54±8,18 mm, variando de 52,22 a 85,85 mm para *T. corrugatus* e 34,08±5,41 mm, variando de 23,14 a 47,76 mm para *C. ambigua*. Conclui-se que o banco natural de moluscos bivalves situado no rio Tabatinga apresenta a espécie *P. obliquus*, como predominante dentre os bivalves estudados. Recomenda-se o monitoramento da densidade dos bivalves límnicos no rio Tabatinga, com o fim de inferir medidas para um manejo sustentável do recurso pesqueiro, pois embora não haja uma exploração assídua sobre as espécies na região, esses moluscos possuem importância econômica em outros locais, como por exemplo, a utilização dos moluscos como isca para pesca, alimentação de populações ribeirinhas, produção de zooartesanato e a possibilidade de extração de pérolas.

Palavras-chave: Amazônia, moluscos bivalve, *Castalia ambigua*, *Prisodon obliquus* e *Triplodon corrugatus*.

Agências financiadoras: FAPESPA, IFPA Campus Abaetetuba e UFRA.

Título: Macrozoobentos associado ao cultivo de bivalves límnicos no rio Tabatinga.

Autores: Chagas, Rafael Anaise das; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Abreu, Valdo Sena; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Herrmann, Marko

Evento: XXV Encontro Brasileiro de Malacologia

Local: Mossoró - RN

Ano: 2017



XXV Encontro Brasileiro de Malacologia – 19 a 23 de junho de 2017 – Mossoró-RN



Macrozoobentos associado ao cultivo de bivalves límnicos no rio Tabatinga

Chagas, R. A.¹; Silva, R. E. O.²; Abreu, V. S.^{2,3}; Barros, M. R. F.¹; Santos, W. C. R.¹; Herrmann, M.⁴

¹Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, ²Graduando(a) em Engenharia de Pesca (UFRA),

³Bolsista PET em Engenharia de Pesca, ⁴Professor do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH/UFRA).

Contato: www.benthos.eu /*E-mail: rafael@benthos.eu

A região amazônica contém a maior biodiversidade do mundo, tanto ao nível florístico quanto faunístico, contudo apenas apresenta de 10 a 20 % de suas espécies conhecidas. Nesse contexto, para sanar esta lacuna no conhecimento, o presente estudo propôs-se a caracterizar a comunidade macrozoobentônica associada à bivalves límnicos cultivados em lanternas – apetrecho utilizado geralmente na ostreicultura – no rio Tabatinga, município de Abaetetuba, Pará, Brasil. Os macroinvertebrados foram coletados mensalmente entre os meses setembro de 2016 e março de 2017 e posterior fixados em etanol 70 % para sua identificação taxonômica no laboratório do grupo de pesquisa de Ecologia Bentônica Tropical. Foi analisado a abundância e a frequência de ocorrência das espécies. Ao todo, encontraram-se 915 indivíduos pertencentes a quatro grandes táxons (Annelida, Arthropoda, Chordata e Mollusca), representados por 11 famílias e 11 espécies. A variação mensal do macrozoobentos destaca o mês de dezembro com a maior abundância com 401 ind. e outubro com a maior riqueza com oito espécies, ambos em 2016. Dos táxons encontrados, os moluscos foram mais abundantes (78%, 715 ind.) e os artrópodes o mais rico em espécies (46%, cinco spp.). A curva de acumulação de espécies apresenta que as réplicas amostradas foram suficientes para inferir mais de 97% das espécies que compõem a comunidade macrozoobentônica a partir do terceiro mês de coleta. Dentre as espécies, as mais abundantes foram o gastrópode *Potamolithus fodinarum* Pilsbry, 1924 (73%, 664 ind.) e o camarão *Macrobrachium* sp. (20%, com 178 ind.). Em relação a frequência, classificou-se três espécies como constantes [*P. fodinarum*, *Macrobrachium* sp. e *Neritina zebra* (Bruguière, 1792)], três comuns [*Diplodon* sp., *Namalycastis abiuma* (Grube, 1872) e Decapoda indet.] e cinco raras [*Peckoltia* sp., Cymothoidae indet., *Tortopus* sp., *Typhlonectes natans* (Fischer in Peters, 1880) e *Phyllogomphoides* sp.]. Conclui-se que as espécies associadas buscam nas lanternas do cultivo um ambiente para reprodução (devido a presença de estágios larvais dos insetos *Tortopus* sp. e *Phyllogomphoides* sp. e ovos de *P. fodinarum*), alimentação (presença de espécies detritívoras: *Macrobrachium* sp., *N. abiuma* e o *Peckoltia* sp.) e algumas provavelmente em busca de refúgio e proteção contra possíveis predadores (*N. zebra* e Decapoda indet.). A presença de *T. natans* em estágios de desenvolvimento distintos deve ser avaliada, pois seu desenvolvimento é prospero em ambientes poluídos, apresentando-se como um possível bioindicador da qualidade de água.

Palavras-chave: Amazônia, Bentos, Malacocultura.

Agências financiadoras: FAPESPA.

Agradecimentos: A família Margalho pela receptividade e concessão do espaço à inserção do cultivo e aos discentes do curso de Biologia do IFPA (Campus Abaetetuba) e da Engenharia de Pesca da UFRA pela colaboração nas coletas de material biológico.

Título: Primeiro registro de *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) (Bivalvia: Cyrenidae) no rio Tabatinga, Amazônia, Norte do Brasil.

Autores: Silva, Rosana Esther Oliveira da; Chagas, Rafael Anaisce das; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Santos-Neto, Guilherme da Cruz; Herrmann, Marko

Evento: XXV Encontro Brasileiro de Malacologia

Local: Mossoró - RN

Ano: 2017



XXV Encontro Brasileiro de Malacologia – 19 a 23 de junho de 2017 – Mossoró-RN



Primeiro registro de *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) (Bivalvia: Cyrenidae) no rio Tabatinga, Amazônia, Norte do Brasil

*Silva, R. E. O.^{1,2,3,6}; Chagas, R. A.^{3,4}; Santos, W. R.^{3,4}; Barros, M. R. F.^{3,4}; Santos-Neto, G. C.⁵; Herrmann, M.^{3,6}

¹ Bolsista projeto Fapespa, ² Graduando(a) em Engenharia de Pesca, ³ Membro do grupo de pesquisa do CNPq Ecologia Bentônica Tropical (<http://www.benthos.eu>), ⁴ Discente do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (UFRA), ⁵ Instituto Federal do Pará (IFPA/Campus Abaetetuba), ⁶ Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH/UFRA).

* Contato: rosana@benthos.eu

Corbicula largillierti (Philippi, 1844) é um bivalve límnico invasor da família Cyrenidae, que tem origem asiática e provável introdução na América do Sul por água de lastro no Uruguai na década de 1970. No Brasil, registrou-se pela primeira vez em Itaqui e São Borja, ambas localidades situadas no Rio Grande do Sul, às margens do trecho médio do rio Uruguai, no ano de 1988. Atualmente, há registros nos estados do Ceará, Paraíba, Mato Grosso, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, mas até agora não foi coletado na região Amazônica. Acredita-se que o principal meio de dispersão da espécie em território brasileiro ocorre devido a água de lastro, tanto navios intercontinentais, quanto embarcações menores que lastram e deslastram em pequenos portos ao longo da costa brasileira. O presente trabalho tem como objetivo relatar a primeira ocorrência de *C. largillierti* na região Amazônica. Os registros ocorreram no rio Tabatinga, situado no município de Abaetetuba, pertencente à região hidrográfica Costa Atlântica - Nordeste do estado do Pará, entre os meses de julho/2016 e abril/2017. Encontrou-se o molusco como fauna associada ao banco natural de bivalves perliíferos, principalmente consistindo das espécies *Castalia ambigua*, *Prisodon obliquus* e *Tripodon corrugatus*, durante a maré de sizígia de cada mês. Ao todo evidenciou-se a presença de 27 indivíduos, apresentando comprimento total de 8,62±3,18 mm (média±SD), variando entre 4,41 e 14,83 mm, altura de 7,97±2,92 mm, variando entre 4,18 e 13,61 mm, largura de 5,07±1,99 mm, variando entre 2,86 e 9,91 mm. *C. largillierti* provavelmente foi introduzida na região Amazônica por ser uma espécie muito prolífica e pela proximidade das nascentes de alguns rios amazônicos ao centro do país. É necessário a documentação e o monitoramento dos registros de *C. largillierti*, visto que na região Amazônica já há registros de *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), havendo uma competição entre ambas as espécies nos locais onde ocorrem. Com os resultados deste trabalho, será possível efetuar a prospecção de dispersão da espécie na Amazônia, subsidiando estudos sobre a bioecologia, comportamento e dinâmica do molusco.

Palavras-chave: Região amazônica - Molusco - Bivalve - Bioecologia

Agência financiadora: FAPESPA, IFPA, UFRA.

Título: Caracterização bromatológica de moluscos *Prisodon obliquus* coletados no rio Maratauíra, Abaetetuba, região Amazônica.

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Quaresma, Luciana Margalho; Ribeiro, Illana de Araújo; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Chagas, Rafael Anaisce das; Herrmann, Marko

Evento: XVI Seminário de Iniciação Científica da UFRA

Local: Belém - PA

Ano: 2018



II SEMINÁRIO
DE INTEGRAÇÃO
DA UFRA

XVI SEMINÁRIO
DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA

SUSTENTABILIDADE: ÉTICA,
CONHECIMENTO E INOVAÇÃO

3 a 7 de dezembro de 2018

CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DO BIVALVE *Prisodon obliquus* COLETADO NO RIO MARATAUÍRA, ABAETETUBA, REGIÃO AMAZÔNICA

Mara Rúbia Ferreira Barros^{1,5}, Luciana Margalho Quaresma², Illana de Araújo Ribeiro¹, Wagner Cesar Rosa dos Santos^{1,5}, Rafael Anaisce das Chagas^{1,5,6} & Marko Herrmann^{5,6}

¹ Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT/UFRA);

² Técnica em Meio Ambiente, Instituto Federal do Pará (IFPA, *campus* Abaetetuba);

³ Tecnóloga em Alimentos, Universidade do Estado do Pará;

⁴ Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

⁵ Grupo de pesquisa Ecologia Bentônica Tropical;

⁶ Professor do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH/UFRA);

✉ Autor correspondente: eng.p.marabarro@gmail.com

Os bivalves límnicos apresentam importância ecológica e econômica, sendo utilizados como uma fonte de alimentação pelas comunidades que se desenvolve ao redor de rios, lagos e açudes. Com isso, o objetivo deste trabalho é de caracterizar a composição bromatológica (e.g. umidade, cinzas, lipídios, proteína e carboidratos totais e valor energético) da espécie *Prisodon obliquus*. As amostras foram coletadas em fevereiro de 2018 no rio Maratauíra, Abaetetuba-PA e transportadas ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos no Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará. Posteriormente, abriu-se cada amostra para recolhimento das partes moles. As mesmas foram pesadas, pré-secas e moídas para análises posteriores. A composição centesimal foi obtida através das determinações de umidade por secagem em estufa de circulação de ar forçada (105°C), os resíduos por incineração – cinzas (550°C/6h), para os lipídios ou extrato etéreo utilizou-se o método de Soxhlet, a determinação de proteínas foi realizada pela metodologia de microKjedhal, a determinação de carboidratos por diferença, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005) e o valor calórico foi obtido de acordo com o método de Franco (1989). Os resultados encontrados para o bivalve *P. obliquus*, foram Umidade (82,38 %), Cinzas (4,53 %), Lipídeos (1,18 %), Proteínas (10,40 %), Carboidratos (1,51 %) e Valor Energético (58,26 Kcal/100 g). Desta forma, pode-se perceber que a espécie apresenta um elevado teor de umidade e proteína quando comparados com amostras provenientes de Santarém, porém dentro dos limites para moluscos bivalves. A baixa presença de carboidrato, nos indica que o conteúdo de amônia ou de bases voláteis aumentam consideravelmente durante a deterioração da carne do bivalve, entretanto, se o carboidrato estiver elevado, a decomposição proteica apresentará baixa concentração de amônia. Com isto, conclui-se que o bivalve *Prisodon obliquus*, apresenta-se como um alimento de fácil preparo com uma importante fonte proteica, apresenta-se também com um baixo teor de gorduras, evidencia-se também um baixo teor calórico, ressaltando sua importância como alternativa alimentar.

Palavras-chave: Alimentação; Bromatologia; Molusco.

Título: Biomorfometria de *Prisodon obliquus* (Bivalvia: Hyriidae) no rio Maratauíra, Pará

Autores: Passos, Luiz Fernando Gomes dos; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Abreu, Valdo Sena; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Herrmann, Marko

Evento: Aquaciência

Local: Natal, RN

Ano: 2018



BIOMORFOMETRIA DE PRISODON OBLIQUUS (BIVALVIA: HYRIIDAE) DO RIO MARATAUÍRA, PARÁ

Autor(es)

LUIZ FERNANDO GOMES DOS PASSOS; MARA RÚBIA FERREIRA BARROS; RAFAEL ANAISCE DAS CHAGAS;
VALDO SENA ABREU; ROSANA ESTHER OLIVEIRA DA SILVA; MARKO HERRMANN

Resumo

Prisodon obliquus, é um bivalve límnico tropical, com contorno subtriangular alongado, charneira larga com dentes pseudocardinais e laterais, carena muito saliente e perióstraco marrom claro, amarelado ou esverdeado. Apesar da grande importância ecológica e socioeconômica, realça-se a necessidade uma maior atenção para a espécie, visto que pouco se conhece sobre a espécie. Com isso, as relações biomorfométricas dos bivalves fornecem informações importantes que podem ser aplicadas na exploração comercial das espécies. Desta forma, o presente trabalho visa analisar as relações morfométricas das conchas do bivalve *P. obliquus*. Em total foram coletados 748 indivíduos no rio Maratauíra, Abaetetuba, Pará, entre os meses de setembro de 2016 a setembro de 2017 e subsequentemente mensurados. As medidas morfométricas da concha (comprimento, largura e altura) foram correlacionando através de regressão linear simples. Estimando-se o coeficiente de determinação R^2 e classificando as equações através do coeficiente angular ($b > 1$ [alometria positiva], $b < 1$ [alometria negativa] e $b = 1$ [isometria]), testados significativamente pelo teste-t de Student. Nos indivíduos coletados o comprimento total foi de $56,75 \pm 12,23$ mm (média \pm SD), largura $36,55 \pm 7,27$ mm e altura $24,03 \pm 4,93$ mm. Todas as relações morfométricas estimadas apresentaram altos valores de correlação, destaca-se o comprimento total pela largura $r = 0,97$. Constatou-se em todas uma relação extremamente positiva, que apresentou valores de determinação $R^2 > 85\%$. As relações apresentaram alometria negativa em sua totalidade. As equações determinadas apresentaram um índice de confiança de 99%. Conclui-se que as relações morfométricas das conchas de *P. obliquus* são extremamente fortes entre si, gerando equações que possibilitam estimar qualquer uma das medidas externas do organismo para futuros manejo da espécie.

APÊNDICE B: Resumos expandidos apresentados em eventos científicos no Brasil

Título: Eficiência do marcador fluorocromo calceína em bivalves límnicos tropicais amazônicos.

Autores: Beleza, Adriann Renato Flexa; Santos, Barbara Janaina Vieira dos; Nascimento, Brenda Carolline Trindade do Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Herrmann, Marko

Evento: XX Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca

Local: Florianópolis, SC

Ano: 2017

Título: Cultivo experimental de bivalves límnicos no rio Guamá, Baía do Guajará, Pará, Amazônia Oriental.
Autores: Freire, Cibele Cristina Oeiras; Abreu, Valdo Sena; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Santos, Wagner Cesar Rosa dos Chagas, Rafael Anaisce das; Herrmann, Marko
Evento: XX Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca
Local: Florianópolis, SC **Ano:** 2017



ISSN – 2237720-4



XX CONBEP
 CONGRESSO BRASILEIRO DE
 ENGENHARIA DE PESCA

08 a 11 de Out/2017
 Florianópolis/SC

CULTIVO EXPERIMENTAL DE BIVALVES LÍMNICOS NO RIO GUAMÁ, BAÍA DO GUAJARÁ, PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

Cibele Cristina O. Freire^{1,3,5*}, Valdo S. Abreu^{1,3,5}, Mara Rúbia F. Barros^{4,5}, Wagner César R. dos Santos^{4,5}, Rafael A. das Chagas^{4,5,6}, Marko Herrmann^{3,4,5,7}.

¹ Graduando (a) em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

² Bolsista de iniciação científica UFRA-PIBIC/CNPq;

³ Petiano do Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia de Pesca, PET Pesca (www.pesca.pet);

⁴ Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT/UFRA);

⁵ Grupo de pesquisa CNPq Ecologia Bentônica Tropical (www.benthos.eu);

⁶ Professor do Instituto Tecnológico e Ambiental da Amazônia (ITAM) e

⁷ Professor/Orientador, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH/UFRA).

* Autor correspondente: cibele@benthos.eu

RESUMO

A aquicultura, em especial a malacocultura, apresenta-se a nível mundial como uma alternativa viável para mitigar o declínio da pesca. Neste contexto, o cultivo de moluscos bivalves destaca-se por sua viabilidade socioeconômica e ambiental, indicando um potencial na produção alimentos e produtos secundários (zooartesanato e biojóias, por exemplo). Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do cultivo de bivalves límnicos *Triplodon corrugatus*, *Castalia ambigua* e *Prisodon obliquus* no rio Guamá, litoral do município Belém, Pará. Previamente coletou-se os bivalves em banco natural existente no rio Maratauíra, situado no município de Abaetetuba, em março de 2017, e sequentemente, transportou-os ao trapiche da Universidade Federal Rural da Amazônia, na capital Belém, onde implantou-se o cultivo dos bivalves em apetrechos do tipo lanternas. O cultivo experimental iniciou-se com 516 bivalves límnicos (102 *T. corrugatus*, 163 *C. ambigua* e 251 *P. obliquus*), efetuando-se inicialmente a morfometria dos moluscos e o monitoramento da sobrevivência semanalmente por um período de três meses. Ao final do experimento verificou-se a maior taxa de sobrevivência *T. corrugatus* (87%), seguida pelo bivalve *C. ambigua* (72%) e *P. obliquus* (58%). A menor sobrevivência de *P. obliquus* não seguiu a dinâmica do ambiente nativo, onde é mais abundante, e consequentemente, apresenta maior resistência as variações ambientais. Conclui-se que os bivalves *T. corrugatus* e *C. ambigua* apresentam viabilidade do cultivo de bivalves límnicos no rio Guamá. Recomenda-se estudos sobre a sobrevivência destas espécies sob influência da salinidade, visto que na região, por um período durante o ano a água apresenta-se salobra.

Palavras-chave: Aquicultura continental, *Triplodon corrugatus*, *Castalia ambigua*, *Prisodon obliquus*.

Abstract

Aquaculture, especially poultry farming, is globally a viable alternative for reducing the decline in fishing. In this context, the cultivation of bivalve molluscs stands out for its socioeconomic and environmental viability, indicating a potential in the production of foods and secondary products (zooartesanato and biojóias, for example). This work aims to analyze the feasibility of the cultivation of limestone bivalves *Triplodon corrugatus*, *Castalia ambigua* and *Prisodon obliquus* on the Guamá river, in the county of Belém,

Título: Etnobiologia: Bivalves de água doce como uma fonte de alimentação na comunidade nativa da ilha de Tabatinga, Amazônia Oriental.

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Quaresma, Luciana Margalho; Faro, Adriane Carvalho; Abreu, Valdo Sena; Chagas, Rafael Anaisce das; Herrmann, Marko

Evento: XVI Seminário de Iniciação Científica da UFRA

Local: Belém - PA

Ano: 2018



II SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA UFRA | XVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

SUSTENTABILIDADE: ÉTICA, CONHECIMENTO E INOVAÇÃO

3 a 7 de dezembro de 2018

ETNOBIOLOGIA: BIVALVES DE ÁGUA DOCE COMO UMA FONTE DE ALIMENTAÇÃO NA COMUNIDADE NATIVA DA ILHA DE TABATINGA, AMAZÔNIA ORIENTAL

Mara Rúbia Ferreira Barros^{1,5}, Luciana Margalho Quaresma², Adriane Carvalho Faro³, Valdo Sena Abreu^{4,5}, Rafael Anaisce das Chagas^{1,5} & Marko Herrmann^{5,6}

¹ Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT/UFRA);

² Técnica em Meio Ambiente, Instituto Federal do Para (IFPa, *campus* Abaetetuba);

³ Tecnóloga em Alimentos, Universidade Estadual do Pará (UEPa);

⁴ Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA);

⁵ Grupo de pesquisa Ecologia Bentônica Tropical;

⁶ Professor do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH/UFRA);

✉ Autor correspondente: eng.p.marabarros@gmail.com

Resumo: Mundialmente, o pescado é utilizado como componente da dieta alimentar, visto que representa uma fonte de proteína de origem animal. O presente trabalho visa registrar a utilização do bivalve límnic como forma de alimento pela comunidade nativa da ilha de Tabatinga, município de Abaetetuba, estado do Pará. Os bivalves límnicos (~3,5kg) foram coletados manualmente, por um morador da comunidade em julho de 2018, lavando-se previamente os moluscos para utilização posterior. O modo de preparo foi dividido em dois modos (e.g. escaldado e refogado), utilizando temperos típicos da região na cocção do alimento. Este relato de utilização dos moluscos bivalves de água doce como fonte de alimento pelos moradores da ilha, que utilizam seus conhecimentos empíricos na organização do preparo da iguaria, destaca a importância de mais estudos sobre relacionados sobre a dinâmica populacional destes organismos, visto que anteriormente não havia registros de consumo. Adicionalmente, recomenda-se estudos mais específicos, tais como, aspectos de crescimento e reprodutivos (com destaque ao tamanho de primeira maturação) de modo que possibilite o manejo sustentável e uso dos resíduos da pesca (as conchas).

Keyword: Molusco, Unionidae, Bentos, Amazônia, Densidade

INTRODUÇÃO

Mundialmente, o pescado (*e.g.* peixes, moluscos e crustáceos) é utilizado como componente da dieta alimentar, pois representa uma fonte de proteína de origem animal (HUSS, 1997). Nesse contexto, os moluscos bivalves, por apresentarem-se amplamente distribuídos no globo (AGOSTINHO, THOMAZ; GOMES, 2005) são utilizados constantemente como fonte alimentícia, entretanto, esse consumo advém principalmente das espécies marinhas (*e.g.* ostras e mexilhões) (RIBBEIRO, P.K et al., 2016)

Nesse contexto, pesca de moluscos bivalves de água doce, contribui economicamente para as comunidades litorâneas, por meio de sua utilização através da produção de pérolas e madreperolas, bem como, a utilização de suas conchas na confecção de zooartesanato (HOHN; COSTA, 2002; MANSUR, 2013; CLAVIJO, 2017; SILVA et al., 2017).

Título: Métodos de estimação de crescimento em moluscos bivalves.

Autores: Silveira, Daniele Sousa da; Menezes, Lucas Henrique do Rosário; Chagas, Rafael Anaisce das; Miranda, Alan Patrick Souza; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Herrmann, Marko

Evento: X Encontro Amazônico de Agrárias

Local: Belém - PA

Ano: 2018



MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE CRESCIMENTO EM MOLUSCOS BIVALVES

Rafael Anaisce das Chagas¹; Alan Patrick de Souza Miranda²; Mara Rúbia Ferreira Barros³; Marko Herrmann⁴

RESUMO:

Historicamente observa-se um enorme interesse na pesca e cultivo dos moluscos bivalves, deste modo, o conhecimento da dinâmica de seu crescimento é primordial. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar as metodologias utilizados em estudos de crescimento de moluscos bivalves pelo mundo através de dados disponíveis na plataforma PANGAEA. Verificou-se a existência de sete metodologias aplicadas em estudos de moluscos bivalves: marcações externas (etiquetas, epoxy, tintas e gravuras) e internas com fluorocromos (calceína, cloridrato de tetraciclina, oxitetraxilina, cloreto de estrôncio, manganês e alizarina) da concha, marcador autofluorescente, leitura de anéis etários, análise de isótopos estáveis, distribuição de frequência de comprimento e médias morfométricas periódicas. Evidencia-se uma ascensão histórica na quantidade de métodos utilizados, entretanto, na última década o declínio observado é resultado dos intensos estudos de comparação dos métodos, onde seus resultados recomendando a utilização daquele com a maior viabilidade técnica-econômica. Os resultados deste estudo apresentam a diversidade de metodologias que podem ser utilizadas na determinação de estudos com moluscos bivalves e recomenda que, antes de iniciar um estudo, faz-se necessário verificar o método mais indicado aos objetivos da pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: PANGAEA, etiquetas, fluorocromos, linhas de crescimento.

ABSTRACT

Historically, there has been an enormous interest in the fishing and cultivation of bivalve molluscs, so knowledge of the dynamics of their growth is paramount. The present work aims to characterize the methodologies used in bivalve mollusc growth studies around the world through data available in the PANGAEA. In all, there were seven methodologies applied in studies of bivalve molluscs: external labels (labels, epoxy, paints and engravings) and internal fluorochromes (calcein, tetracycline hydrochloride, oxytetraxilcine, strontium chloride, manganese and alizarin), autoflowering marker, age ring reading, stable isotope analysis, length frequency distribution, and periodic morphometric means. There is a historical rise in the number of methods used, however, in the last decade the observed decline is the result of intense studies comparing the methods, where its results recommend the use of the one with the highest technical-economic feasibility. The results of this study show the diversity of methodologies that can be used in the determination of studies with bivalve molluscs and recommends that, before starting a study, it is necessary to verify the method most appropriate to the research objectives.

KEYWORDS: PANGAEA, labels, fluorochromes, growth lines.

¹ Mestrando em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, UFRA, <http://bit.ly/chagasra>, rafael@benthos.eu;

² Graduando em oceanografia, UFPA;

³ Mestrando em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, UFRA;

⁴ Professor do Instituto Tecnológico e Ambiental da Amazônia – ISARH/UFRA.

APÊNDICE C: Resumos simples apresentados em eventos científicos internacionais

Título: A proposed method for standardization of growth estimations of tropical and subtropical molluscs.

Autores: Chagas, Rafael Anaisce das; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Sousa, Trycia

Ciellen Lima de; Freire, Cibele Cristina Oeiras; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Abreu, Valdo Sena; Herrmann, Marko

Evento: 8th European Congress of Malacological Societies

Local: Polônia

Ano: 2017

POSTER
PRESENTATION

Hall: Kotłownia

Ecology

Monday
18:00

A proposed method for standardization of growth estimations of tropical and subtropical molluscs

RAFAEL ANAISCE DAS CHAGAS^{1,2,4}, WAGNER CÉSAR ROSA DOS SANTOS^{1,2,4}, MARA RÚBIA FERREIRA BARROS^{1,2,4}, TRYCIA CIELLEN LIMA DE SOUSA^{2,4}, CIBELE CRISTINA OEIRAS FREIRE^{2,3,4}, ROSANA ESTHER OLIVEIRA DA SILVA^{2,4}, VALDO SENA ABREU^{2,3,4}, MARKO HERRMANN^{1,2,3,4}

¹ Postgraduate Program in Aquaculture and Tropical Aquatic Resources

² Member of the CNPq research group Tropical Benthic Ecology (www.benthos.eu)

³ Scholarship holder of the Fishery Engineering Tutorial Education Program (www.pesca.pet)

⁴ Socioenvironmental and Water Resources Institute (ISARH), Federal Rural University of Amazonia (UFRA), Av. Presidente Tancredo Neves 2501, P.O. Box nº 917, Montese, CEP: 66.077-830 Belém, Pará, Brasil

marko@benthos.eu

Following a particular cohort by analysing length-frequency distributions (*LFD*), originating from a timeconsuming quantitative sampling, is a common technique among ecologists to estimate the population growth of a single species. In this method, a given year class is followed, and the change in the average size of the mode is equivalent to average growth. Nevertheless, *LFD* analysis only works well in molluscs with a very narrow reproductive or recruitment period, which is normally the case of temperate and polar species. On the contrary, since in tropical and subtropical molluscs the recruitment pe-

riod is usually extended or growth rates are variable, *LFD* analysis has limited application and may not be useful to estimate growth for species of this climatic zone. On this account, the present study summarizes the available information on growth estimations of tropical and subtropical molluscs and recommends short time tagging-recapture experiments, using the *in situ* fluorescent marking (*IFM*) method, for measuring absolute growth as an appropriate standard method for future studies of economically and ecologically important molluscs, inhabiting tropical and subtropical climate areas.

APÊNDICE D: Resumos expandidos apresentados em eventos científicos internacionais

Título: Bivalves límnicos da família Hyriidae indicam potencial para um cultivo de pérolas na região tropical do Brasil.

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Abreu, Valdo Sena; Silva, Rosana Esther Oliveira da Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Herrmann, Marko

Evento: 17º Congresso Latino-Americano de Ciência do Mar - COLACMAR

Local: Balneário Camboriú -SC

Ano: 2017

17º Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR 2017
Associação Latino-Americana de Pesquisadores em Ciências do Mar - ALICMAR

Painel

Recursos Pesqueiros - Maricultura/Aquicultura

26.30.388 - BIVALVES LÍMNICOS DA FAMÍLIA HYRIIDAE INDICAM POTENCIAL PARA UM CULTIVO DE PÉROLAS NA REGIÃO TROPICAL DO BRASIL

MARA RUBIA FERREIRA BARROS, RAFAEL CHAGAS, VALDO SENA ABREU, ROSANA ESTHER OLIVEIRA DA SILVA, WAGNER CÉSAR ROSA DOS SANTOS, MARKO HERRMANN

Contato: MARA RUBIA FERREIRA BARROS - MARA@BENTHOS.EU

Palavras-chave: Reação amazônica, Abaetetuba, invertebrados bentônicos, bivalves períferos, pérola

INTRODUÇÃO

A pesca de moluscos, com destaque os bivalves, apresenta-se como umas das principais atividades efetuadas por famílias ribeirinhas e litorâneas. Dos bivalves coletados com mais frequência, destaca-se as ostras, mexilhões, sarnambis e os bivalves límnicos, que são utilizados com fim alimentícios, na fabricação de botões, zooartesanatos, bijóias e na extração de pérolas e madreperolas (FERREIRA, 2013; HOHN & COSTA, 2002).

Segundo Hohn and Costa (2002) as águas dos rios amazônicos, em geral, são ácidas, entretanto, em alguns locais ocorrem rochas calcárias o que corrige essas condições, alcalinizando-as, o que favorece o desenvolvimento das conchas dos bivalves límnicos e consequentemente suas pérolas. A formação das pérolas ocorre a partir de uma pequena partícula rodeada por camadas concêntricas de nácar, composta por conchiolina, carbonato de cálcio na forma de aragonita e água, firmando-se em uma materialização densa e brilhante (ALVES, 2010), denominando-se aqueles que produzem pérolas e madreperolas de "bivalves períferos" ou "bivalves aladas" (RIOS, 2009). Hohn and Costa (2002), cita que a extração de pérola dá-se principalmente devido ao passado geológico recente e ressalta que uma pérola esférica com 9 mm de diâmetro leva aproximadamente um período de quatro anos para se formar e o mercado internacional, oferta por ano 2 t de pérolas divididos entre pérolas de três, seis e nove anos (HOHN & COSTA, 2002).

Desta maneira, existe dois tipos de pérolas: (1) ampolada, conhecida por "meia-pérola", "blister" ou "mabé", no qual observa-se como uma protusão da superfície interna da concha, provocada por inúmeros fatores, e (2) encistada, formada ao redor do núcleo, dentro do corpo do molusco (NOMURA, 1978; TAYLOR & STRACK, 2008). Assim sendo o objetivo do presente trabalho é relata novos registros de pérolas em bivalves límnicos do rio Marataúira, Abaetetuba, Pará.

METODOLOGIA

A área de estudo delimita-se ao rio Marataúira (Ilha de Tabatinga), situado no município de

Abaetetuba, pertencente a Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste, estado do Pará (PARÁ, 2012). Ao norte da ilha situa-se o banco natural de bivalves límnicos, que apresenta três principais espécies.

Mensalmente, desde agosto de 2016, são efetuadas coletas de bivalves límnicos, durante a maré baixa, no rio Marataúira (1°41'41.94"S, 48°53'2.22"W), através do projeto "Aspectos ecológicos de bivalves períferos de água doce no estado do Pará", financiado pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas - FAPESPA, na qual efetua pesquisa sobre a dinâmica reprodutiva e de crescimento. Desta forma, o registro das pérolas ocorreu durante o processamento em laboratório das amostras trazidas para a determinação do ciclo reprodutivo. Assim sendo, os bivalves no qual encontrou-se as pérolas primeiramente foram fixados em solução de Bouin durante duas horas, e subsequentemente transferido para álcool 70%. As pérolas encontradas foram observadas no mês de março e maio de 2017. Onde se pode perceber as pérolas na parte interna das brânquias e uma fixada na valva do bivalve, todas observadas a olho nu. As pérolas encontradas foram separadas para estudos de gemologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, não há produção de pérolas, entretanto sabe-se da ocorrência de pérolas produzidas pela ordem Unionoidea na porção sul da Ilha de Marajó, no Pará. Entretanto, nunca foi relatado cientificamente para as espécies *Prisodon obliquus*, *Triplodon corrugatus* e *Castalia ambigua*.

O local de coleta dos bivalves apresenta fundo inconsolidado e correnteza média o que propiciar a introdução de pequenas partículas no interior dos bivalves, favorecendo assim o desenvolvimento de pérolas.

No estudo encontrou-se, duas pérolas (4 mm e 2,5 mm) na espécie *P. obliquus*, sendo estas com coloração esbranquiçada, encontrou-se duas (3 mm e 2 mm) em *T. corrugatus*, onde a coloração foi totalmente diferenciada, a primeira apresenta coloração mais amarelada e possui formato irregular (pérola-barroca), já a segunda apresenta

Título: Aplicabilidade do método de marcação fluorescente in situ para estimativas crescimento de bivalves límnicos tropicais.

Autores: Chagas, Rafael Anaisce das; Beleza, Adriann Renato Flexa; Santos, Barbara Janaina Vieira dos; Abreu, Valdo Sena; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Santos-Neto, Guilherme da Cruz; Herrmann, Marko

Evento: 17º Congresso Latino-Americano de Ciência do Mar - COLACMAR

Local: Balneário Camboriú -SC

Ano: 2017

17º Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR 2017
Associação Latino-Americana de Pesquisadores em Ciências do Mar - ALICMAR

Painel

Recursos Pesqueiros - Avaliação e Gestão Pesqueira

26.29.387 - APLICABILIDADE DO MÉTODO DE MARCAÇÃO FLUORESCENTE IN SITU PARA ESTIMATIVAS CRESCIMENTO DE BIVALVES LÍMNICOS TROPICAIS

RAFAEL CHAGAS, ADRIANN RENATO FLEXA BELEZA, BÁRBARA JANAINA VIEIRA DOS SANTOS, VALDO SENA ABREU, WAGNER CÉSAR ROSA DOS SANTOS, ROSANA ESTHER OLIVEIRA DA SILVA, MARA RUBIA FERREIRA BARROS, GUILHERME DA CRUZ SANTOS-NETO, MARKO HERRMANN

Contato: RAFAEL ANAISCE DAS CHAGAS - RAFAEL@BENTHOS.EU

Palavras-chave: Amazônia, dinâmica de crescimento, calceína, moluscos límnicos

INTRODUÇÃO

O filo Mollusca é composto por nove classes, todas com representantes marinhos, das quais apenas Gastropoda e Bivalvia possuem representantes de água doce (PONDER; LINDBERG, 2008). O filo apresenta um número inestimável de espécies, podendo variar de de acordo com autoria, porém diferentes autores estimam em torno de 110.000 espécies descritas, sendo considerado o maior grupo animal, atrás apenas dos artrópodes (HICKMAN JR, ROBERTS; LARSON, 2004), mas regiões como a Amazônia ainda carecem de inventários malacológicos e estudos taxonômicos (PIMPÃO, 2007).

O manejo e conservação de bivalves límnicos são primordiais por apresentarem importância significativa na cadeia trófica, servindo de alimento para inúmeros animais, dentre eles diversos peixes comerciais (PIMPÃO, 2007). Além disso, estudos citam a importância dos moluscos límnicos para a saúde, economia, fonte de alimentos podendo ser utilizados no monitoramento de poluição (MANSUR, VALER; AIRES, 1994; PIMPÃO, 2007).

O monitoramento das populações, bem como estudos que descrevam a dinâmica populacional das espécies são necessários para a conservação de bivalves límnicos. Neste sentido, diversos estudos são realizados, assim como o proposto por Chagas e Herrmann (2016) que indicam o uso do marcador fluorocromo calceína como método adequado para estimar o crescimento de bivalves tropicais e subtropicais marinhos, nativos e cultivados. Os autores citam que o método é relativamente econômico, pode ser aplicado num curto período de tempo e não afeta a sobrevivência dos organismos marcados.

O presente trabalho é parte dos resultados preliminares do projeto "Aspectos ecológicos de bivalves períferos de água doce no estado do Pará". Tem por objetivo verificar a eficiência do marcador calceína, frequentemente utilizado em estudos com bivalves marinhos, na determinação de marcas de crescimento em *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819), *Prisodon obliquus* (Schumacher,

1817) e *Tripodon corrugatus* (Lamarck, 1819), que são bivalves límnicos presentes no rio tropical Marataúira, Abaetetuba, Pará.

METODOLOGIA

A área de estudo delimita-se ao rio Marataúira (Ilha de Tabatinga), situado no município de Abaetetuba, pertencente a Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste, estado do Pará (PARÁ, 2012). Ao norte da ilha situa-se o banco natural de bivalves límnicos, que apresenta três principais espécies, sendo *P. obliquus* (12 ind./m²) em maior abundância, seguidas por *T. corrugatus* (quatro ind./m²) e *C. ambigua* (três ind./m²), (ABREU et al., 2017). Para verificar a eficiência do marcador calceína nas respectivas espécies, coletou-se manualmente, durante maré de sizígia, 944 bivalves límnicos (248 *C. ambigua*, 313 *P. obliquus* e 319 *T. corrugatus*), em agosto de 2016. Após a coleta, os bivalves foram transportados ao cultivo experimental, instalado ao sul da ilha.

A imersão em solução contendo calceína (150mg/l) ocorreu em recipientes aerados durante 14h, sequentemente a esse período, efetuou-se a morfometria da concha dos bivalves e inseriu-os separadamente por classes de tamanhos em cinco lanternas – apetrecho utilizado em ostras e mexilhões -, uma lanterna contendo *C. ambigua*, duas com *P. obliquus*, duas com *T. corrugatus* e uma sexta lanterna com indivíduos não marcados das respectivas espécies, para verificar a influência do marcador na sobrevivência dos bivalves.

Mensalmente efetua-se morfometria de todos os indivíduos, coletando oito indivíduos de cada espécie e transportando, adequadamente codificados com dados da coleta, ao laboratório do grupo de pesquisa de Ecologia Bentônica Tropical (www.benthos.eu), na capital Belém, onde os bivalves são sacrificados e suas conchas limpas (retirada total do corpo mole) e secas.

Para a análise das marcas de crescimento já incorporadas, primeiramente deve-se formar blocos, individualmente, com uma das valvas do bivalve em resina cristal, em uma proporção 100:1

APÊNDICE E: Capítulo de livro publicado.

Título: Bivalves límnicos da família Hyriidae que indicam um potencial para um cultivo de pérolas na região tropical do Brasil.

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Abreu, Valdo Sena; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Herrmann, Marko

Título do livro: Aquicultura e pesca: adversidades e resultados **Editor:** Zuffo, Alan Mario

Local: Ponta Grossa, PR

Ano: 2019

Editora: Atena

CAPÍTULO 4

BIVALVES LÍMNICOS DA FAMÍLIA HYRIIDAE QUE INDICAM UM POTENCIAL PARA UM CULTIVO DE PÉROLAS NA REGIÃO TROPICAL DO BRASIL

Maria Rúbia Ferreira Barros
Rafael Anaisce das Chagas
Wagner César Rosa dos Santos
Valdo Sena Abreu
Rosana Esther Oliveira da Silva
Marko Herrmann

RESUMO: A utilização do molusco bivalve dentre as famílias que vivem ao em torno de rios e litorais apresenta-se como uma das principais atividades financeiras, uma vez que são utilizados como alimento, fabricação de biojóias e até mesmo extração de pérolas. Com isso, o objetivo do presente trabalho é relatar registros de pérolas em bivalves límnicos do rio Maratáira. A área de estudo delimita-se ao rio Maratáira (Ilha de Tabatinga), situado no município de Abaetetuba. Durante o desenvolvimento de um projeto de mestrado, encontrou-se pérolas do tipo encistada e do tipo mabé em três espécies de bivalves límnicos *Castalia ambigua*, *Prisodon obliquus* e *Triplodon corrugatus*.

PALAVRAS-CHAVE: Molusco. *Prisodon obliquus*. *Castalia ambigua*. *Triplodon corrugatus*

INTRODUÇÃO

A pesca de moluscos, com destaque os bivalves, apresenta-se como umas das

principais atividades efetuadas por famílias ribeirinhas e litorâneas. Dos bivalves coletados com mais frequência, destaca-se as ostras, mexilhões, sarnambis e os bivalves límnicos na fabricação de botões, zooartesanatos, biojóias e na extração de pérolas e madrepérolas (HOHN; COSTA, 2002; FERREIRA, 2013).

Segundo Hohn e Costa (2002) as águas dos rios amazônicos, em geral, são ácidas, entretanto, em alguns locais ocorrem rochas calcárias o que corrige essas condições, alcalinizando-as, o que favorece o desenvolvimento das conchas dos bivalves límnicos e conseqüentemente suas pérolas. A formação das pérolas ocorre a partir de uma pequena partícula rodeada por camadas concêntricas de nácar, composta por conchiolina, carbonato de cálcio na forma de aragonita e água, firmando-se em uma materialização densa e brilhante (ALVES, 2010). Denomina-se aqueles que produzem pérolas e madrepérolas de “bivalves perlíferos” ou “bivalves aladas” (RIOS, 2009).

Hohn e Costa (2002), cita que a extração de pérola dá-se principalmente devido ao passado geológico recente e ressalta que uma pérola esférica com 9 mm de diâmetro leva aproximadamente um período de quatro anos para se formar e o mercado internacional, oferta por ano 2 t de pérolas divididos entre pérolas de

APÊNDICE F: Publicação em plataformas digitais.

Título: Biomorphometry of the freshwater bivalve *Prisodon obliquus* at Maratauíra river, Abaetetuba, State of Pará, northern Brazil..

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Abreu, Valdo Sena; Freire, Cibele Cristina Oeiras; Herrmann, Marko

Plataforma: PANGAEA - Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data

DOI: <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.890913>

Ano: 2018

Citation: Barros, Mara Rúbia Ferreira; das Chagas, Rafael Anaisce; dos Santos, Wagner Cesar Rosa; Abreu, Valdo Sena; Freire, Cibele Cristina Oeiras; Herrmann, Marko (2018): Biomorphometry of the freshwater bivalve *Prisodon obliquus* at Maratauíra river, Abaetetuba, State of Pará, northern Brazil. Universidade Federal Rural da Amazônia, Brazil, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.890913>

Always quote above citation when using data! You can download the citation in several formats below.

[RIS Citation](#) [Bibtex Citation](#) [Copy Citation](#) [Facebook](#) [Twitter](#) [Show Map](#) [Google Earth](#)

Coverage: Latitude: -1.702630 * Longitude: -48.890900

Event(s): Maratauíra_river * Latitude: -1.702630 * Longitude: -48.890900 * Location: Brasil * Device: Biology (BIO)

Comment: Sampling interval: 2016-09-29 to 2017-09-19, sea surface temperature: 28.8°C.

Título: Review of methods of growth estimates for bivalve molluscs..

Autores: Chagas, Rafael Anaisce das; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Herrmann, Marko

Plataforma: PANGAEA - Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data

DOI: <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.889594>

Ano: 2018

Citation: das Chagas, Rafael Anaisce; Barros, Mara Rúbia Ferreira; Herrmann, Marko (2018): Review of methods of growth estimates for bivalve molluscs. Universidade Federal Rural da Amazônia, Brazil, PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.889594>

Always quote above citation when using data! You can download the citation in several formats below.

[RIS Citation](#) [Bibtex Citation](#) [Copy Citation](#) [Facebook](#) [Twitter](#)

License: Creative Commons Attribution 3.0 Unported

Size: 30.0 kBytes

Download Data
Download dataset

Datasets with similar metadata

- das Chagas, RA; Herrmann, M (2018): Relative growth of *Crassostrea* spp. oysters on the Brazilian coast: A review. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.890027>
- Bressan, M; Chinellato, A; Munari, M et al. (2014): Does seawater acidification affect survival, growth and shell integrity in bivalve juveniles? <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.836888>

Users interested in this dataset were also interested in

- Silva, EAC; da Silva, REO; Rafael, SA et al. (2016): Morphometry of the bivalve *Caryocorbula swiftiana* (Bivalvia: Corbulidae) of the Urindeua river, Pará state, northern Brazil. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.888785>
- Abreu, VS; da Silva, REO; Barros, MRF et al. (2017): Morphometry of the mussel *Myrella guyanensis* (Lamarck, 1819) at the Furo Grande estuary, Caeté Bay, Eastern Amazon. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.871711>

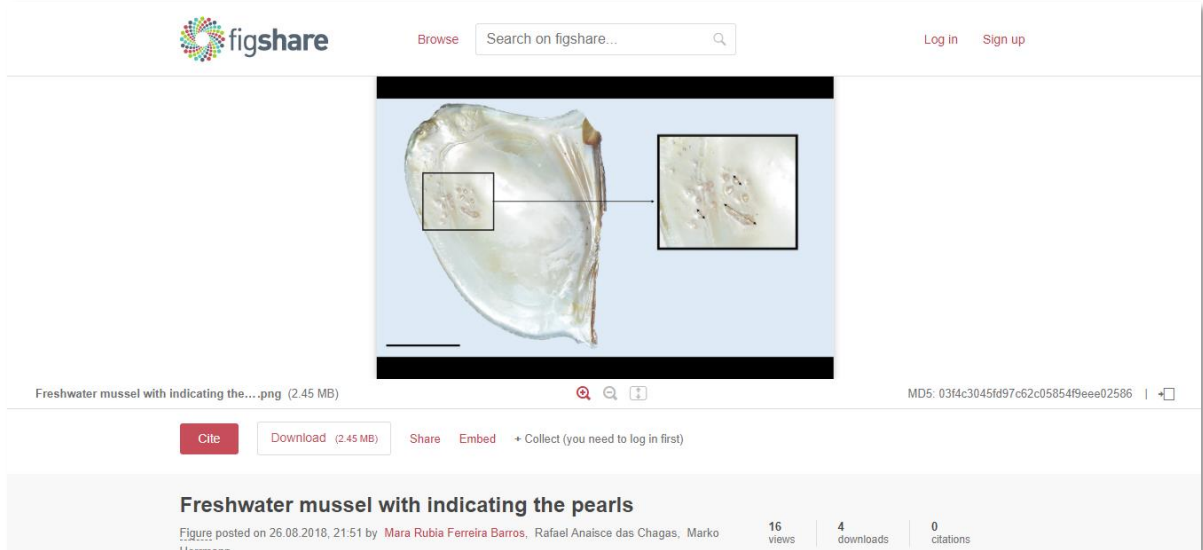
Título: Freshwater mussel with indicating the pearls..

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Herrmann, Marko

Plataforma: FigShare

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7011776.v1>

Ano: 2018



figshare Browse Search on figshare... Log in Sign up

Freshwater mussel with indicating the... .png (2.45 MB) MD5: 03f4c3045fd97c62c05854f9eee02586

Cite Download (2.45 MB) Share Embed + Collect (you need to log in first)

Freshwater mussel with indicating the pearls

Figure posted on 26.08.2018, 21:51 by Mara Rubia Ferreira Barros, Rafael Anaisce das Chagas, Marko Herrmann 16 views 4 downloads 0 citations

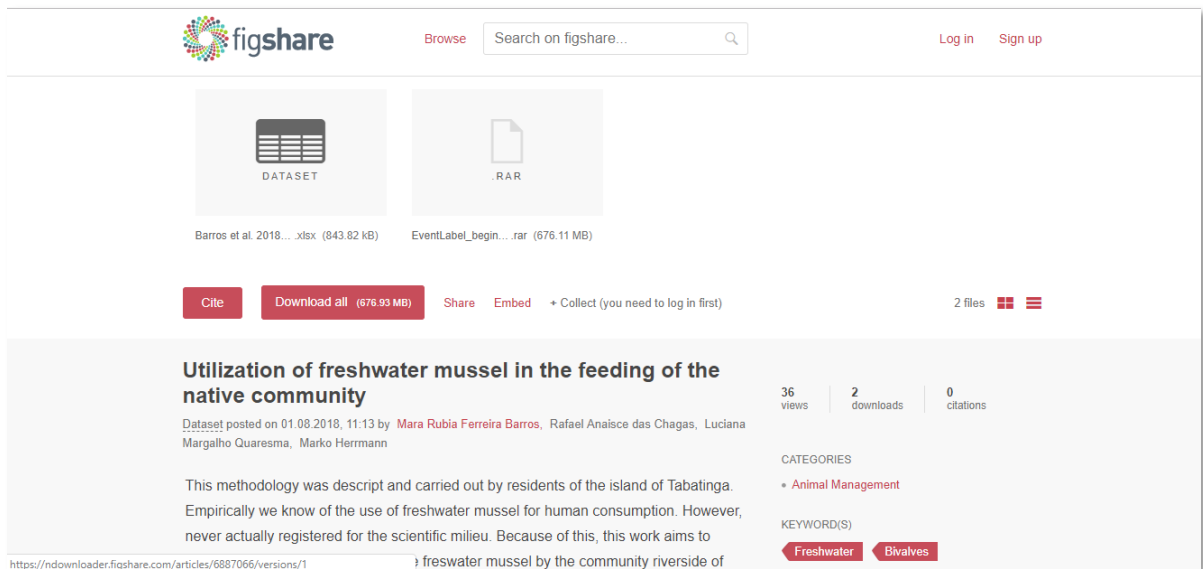
Título: Utilization of freshwater mussel in the feeding of the native community..

Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Quaresma, Luciana Margalho; Herrmann, Marko

Plataforma: FigShare

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.6887066.v1>

Ano: 2018



figshare Browse Search on figshare... Log in Sign up

DATASET RAR

Barros et al. 2018... .xlsx (843.82 kB) EventLabel_begin... .rar (676.11 MB)

Cite Download all (676.93 MB) Share Embed + Collect (you need to log in first) 2 files

Utilization of freshwater mussel in the feeding of the native community

Dataset posted on 01.08.2018, 11:13 by Mara Rubia Ferreira Barros, Rafael Anaisce das Chagas, Luciana Margalho Quaresma, Marko Herrmann 36 views 2 downloads 0 citations

CATEGORIES

- Animal Management

KEYWORD(S)

Freshwater Bivalves

<https://ndownloader.figshare.com/articles/6887066/versions/1> freshwater mussel by the community riverside of

Título: Freshwater mussel of the Hyriidae family indicate potential for a pearl cultivation in the tropical region of Brazil..
Autores: Barros, Mara Rúbia Ferreira; Chagas, Rafael Anaisce das; Abreu, Valdo Sena; Silva, Rosana Esther Oliveira da; Santos, Wagner Cesar Rosa dos; Herrmann, Marko
Plataforma: FigShare
DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.6934820.v1> **Ano:** 2018

The screenshot shows the FigShare interface for a dataset. At the top, there is the FigShare logo, a search bar, and links for 'Log in' and 'Sign up'. Below the header, two PDF files are displayed: 'Resume-CULTIV... .pdf (468.85 kB)' and 'Banner-BIVALVE... .pdf (3.4 MB)'. A navigation bar includes buttons for 'Cite', 'Download all (3.86 MB)', 'Share', 'Embed', and '+ Collect (you need to log in first)'. The main content area features the title 'Freshwater mussel of the Hyriidae family indicate potential for a pearl cultivation in the tropical region of Brazil' with 21 views, 3 downloads, and 0 citations. The authors listed are Mara Rubia Ferreira Barros, Rafael Anaisce das Chagas, Valdo Sena Abreu, Rosana Esther Oliveira da Silva, Wagner César Rosa dos Santos, and Marko Herrmann. The categories listed are Freshwater Ecology, Invertebrate Biology, Animal Developmental and Reproductive Biology, and Ecology not elsewhere classified. A partial abstract is visible at the bottom: 'Fishing for molluscs (eg bivalves and gastropods) is a traditional activity carried out by riverine and coastal families due to the widespread use of fishing resources. The formation of the pearls occurs from a small particle surrounded by concentric layers of