

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**BASE DE DADOS DIRECIONADA À ELABORAÇÃO DE UM  
PROGRAMA DE  
MONITORAMENTO DE ÁGUAS CONTINENTAIS  
UTILIZANDO MOLUSCOS BIVALVES**

**Cláudia Tasso Callil**

**TESE DE DOUTORADO**

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Av. Ipiranga 6681 – Caixa Postal 1429  
Fone: (051) 3320-3500 – Fax: (051) 3339 1564  
CEP 90619-900 – Porto Alegre - RS  
Brasil

2003

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**BASE DE DADOS DIRECIONADA À ELABORAÇÃO DE UM  
PROGRAMA DE  
MONITORAMENTO DE ÁGUAS CONTINENTAIS  
UTILIZANDO MOLUSCOS BIVALVES**

**Cláudia Tasso Callil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, para a obtenção do Título de Doutor em Biociências.

**Porto Alegre – RS**

**2003**

**BASE DE DADOS DIRECIONADA À ELABORAÇÃO DE UM  
PROGRAMA DE  
MONITORAMENTO DE ÁGUAS CONTINENTAIS  
UTILIZANDO MOLUSCOS BIVALVES**

***CIÁUDIA T. CALLIL***

Orientadora: Dra. Maria Cristina Dreher Mansur

TESE DE DOUTORADO  
PORTO ALEGRE - RS - BRASIL  
2003

*Aos meus filhos,  
Aruã e Iago,*

*como um estímulo a crer que  
em cada semente,  
não importa o quão pequena ela seja,  
existe um a intenção de Vida.*

*À minha mãe,*

*por me ensinar a  
encarar a vida de frente...*

MAVUTSINIM: *O primeiro homem*

(Camaiurá)

No começo só havia Mavutsinim.

Ninguém vivia com ele. Não tinha mulher. Não tinha filho, nenhum parente ele tinha.  
Era só.

Um dia ele fez uma concha virar mulher e casou com ela. Quando o filho nasceu, perguntou para a esposa:

- É homem ou mulher?

- *É homem.*

- Vou levar ele comigo.

E foi embora. A mãe do menino chorou e voltou para a aldeia dela, a lagoa, onde virou concha outra vez.

- Nós - dizem os índios - somos netos do filho de Mavutsinim.

(VILAS BOAS & VILAS BOAS, 1970)

SUMÁRIO:	pg
Introdução geral .....	1
Capítulo 1	
Ultrastructural analysis of the shells of <i>Anodontites trapesialis</i> and <i>Anodontites elongatus</i> from the Mato Grosso Pantanal region, Brazil (Mollusca, Bivalvia, Mycetopodidae).....	8
Abstract.....	9
Introdução .....	10
Material e métodos.....	12
Resultados .....	15
Discussão .....	23
Bibliografia .....	29
Capítulo 2	
Plasticidade fenotípica em <i>Anodontites trapesialis</i> (Lamarck, 1819) e <i>Anodontites elongatus</i> (Swainson, 1823) (Bivalvia, Mycetopodidae) em duas lagoas do Pantanal de Mato Grosso, Brasil.	
Resumo .....	32
Introdução .....	33
Material e métodos.....	35
Resultados	
<i>Anodontites trapesialis</i> .....	40
Biometria.....	40
Relação entre as variáveis .....	47
<i>Anodontites elongatus</i> .....	50
Biometria .....	50
Relação entre as variáveis .....	56
Características abióticas.....	59
Discussão .....	59
Conclusões.....	64
Bibliografia .....	65
Capítulo 3	
Gametogênese em <i>Anodontites trapesialis</i> e <i>Anodontites elongatus</i> (Unionoida: Mycetopodidae) no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. ....	68
Resumo .....	69
Introdução .....	70
Material e métodos.....	71
Resultados .....	78
Aspectos gerais da anatomia gonadal .....	78
Desenvolvimento dos folículos gonadais.....	80
<i>Anodontites trapesialis</i>	
Categoria sexual e aspectos populacionais .....	84
Aspectos gerais da gametogênese .....	86
Ciclo sexual feminino.....	90
Ciclo sexual masculino .....	91
<i>Anodontites elongatus</i>	
Sex-ratio e aspectos populacionais.....	100
Ciclo sexual feminino.....	106
Ciclo sexual masculino.....	107
Discussão.....	117
Conclusões.....	131
Bibliografia.....	132

## Capítulo 4

Bivalves de água doce: eficiência em filtração! Morfologia funcional, correntes ciliares e taxas de filtração.....	137
Resumo.....	138
Introdução.....	139
Material e métodos.....	144
Resultados	
Morfologia funcional e descrição microanatômica do sistema filtrador.....	149
Filtração.....	156
Discussão.....	160
Conclusões.....	164
Bibliografia.....	165

## Capítulo 5

Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central South America and biometrical data.....	168
Abstract.....	168
Introdução.....	169
Material e métodos.....	171
Resultados.....	175
Discussão.....	176
Conclusões.....	180
Bibliografia.....	188
Conclusões finais:.....	193
Base bibliográfica:.....	198
Glossário.....	208
Apêndices.....	210

*Foram muitos os que ajudaram  
a trilhar o caminho que me levou  
à conclusão deste trabalho.  
Quero deixar aqui registrado, de maneira sincera e inteira,  
meu respeito e agradecimento à todos aqueles  
que contribuíram de forma consciente ou não para este processo.*

Agradeço,

À Dra. Maria Cristina Dreher Mansur, pelo exemplo, orientação e disponibilidade permanente ao longo do desenvolvimento deste estudo. Pela compreensão e apoio nos momentos de dificuldades. Por sua amizade sincera, sempre.

À Universidade Federal do Mato Grosso, à CAPES e ao Programa de Pós Graduação em Biociências da PUCRS, por possibilitar o afastamento das atividades didáticas, os recursos liberados pela concessão da bolsa PICDT, e pela capacitação para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Projeto Ecologia do Pantanal - UFMT, através do Programa SHIFT de cooperação bilateral entre Brasil e Alemanha, CNPq/BMBF, por subsidiar o trabalho de campo e os experimentos de filtração desenvolvidos no IGB – Berlim.

Ao Professor Dr. José Willibaldo Thomé por me acolher em seu laboratório, oferecendo e disponibilizando todos os equipamentos e infra-estrutura necessários durante as fases de análise histológica e finalização da tese.

Ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, na pessoa da MSc. Lúcia M. Richinitti, responsável pelo laboratório de Malacologia onde me acolheu e sempre fui recebida com amizade.

Ao Dr. Martin Push e Norbert Wallz por me receber no Institut fuer Gewaesserwater und Binnenfisherei – IGB, em Berlim, oferecendo toda a estrutura necessária para o desenvolvimento dos experimentos de filtração.

À doce “Frau Mariana”, e tantos outros técnicos e pesquisadores do IGB, que me ajudaram durante o período que passei por lá.

À querida Frau Liane Wiertzoreck, “my germany mother”, pelo carinho, preocupação e cuidados, pelos passeios e conversas, por me consolar quando eu não agüentava mais de saudades dos meus meninos.

Ao Dr. Michael Optiks, pela amizade e colaboração no IGB.

Aos Profesores Dr. Alex P. Nuñez e Dra. Aimê Raquel do Dpto. de Aqüicultura-CCA-UFSC, pelo apoio oferecido em Santa Catarina.

Ao Prof. Dr. Nelson Fontoura, PUCRS, por me receber sempre que necessário para esclarecer dúvidas e contribuir com sugestões relacionadas à ecologia de populações.

À Prof. Dra. Alice M. Takeda, NUPELIA-UEM, pelo auxílio indispensável e no momento certo, colaborando para a conclusão das análises estatísticas.

Ao Laboratório de Histologia da PUCRS, à Prof. Dra. Betina Blochtein e as técnicas Maria Inêz, Camila e Karine, pelo acesso e auxílio durante o desenvolvimento dos procedimentos histológicos.

Aos meus queridos, na época alunos, hoje colegas e amigos, Grace Q. Davi, Ricardo Barbosa, Lívia Mondim, pelo auxílio durante os trabalhos de campo e obtenção dos dados biométricos, principalmente pela amizade, sempre.

Aos alunos de graduação em Biologia da PUCRS, Felipe, Ana, Aline, Vanessa, Luciana e July pela amizade e auxílio voluntário em diferentes etapas do desenvolvimento deste estudo.

À Guacira Gil, pela demonstração de amizade e coleguismo, pela leitura dos manuscritos e “pitecos” em diferentes momentos durante a execução deste trabalho. Obrigada por mudar a opinião que eu tinha sobre as “amizades” do Sul.

À Malú e Georgina e, novamente à Guacira, que além da demonstração de amizade, por contribuírem de forma solícita e imprescindível, quando foi necessário ampliar o número de exemplares analisados histologicamente. Valeu gurias!

À Cíntia Pinheiro dos Santos, companheira de lab., pela leitura criteriosa e revisão dos manuscritos.

À Luiza e Jose, secretárias e amigas da Pós, pelos sorrisos, carinhos, e jeitinhos...

À Rose, amiga e colega no Projeto Ecologia do Pantanal, demonstrando que a amizade e a vontade de realização, vai além das relações profissionais, colaborando com recursos pessoais para coletas e processamento das amostras.

Ao João Paulo, por quem eu decidi vir à Porto Alegre; agradeço também à D. Aracy e Sr. Dorvil, pela disponibilidade e dedicação aos meninos.

À família Dreher-Mansur, Nelson, Cirs e Kitte, pelo carinho com que sempre me receberam.

Finalmente quero agradecer de maneira muito carinhosa, à minha família. À minha mãe, D. Nadir, ao meu irmão Marcelo, à minha cunhada Isabella e aos meus filhos Aruã e Iago; pela demonstração de amor e paciência que tiveram comigo. Por estarem sempre ao meu lado. Quando estou com vocês, me sinto segura.

Agradeço especialmente,

À minha mãe pela sua presença, compreensão e tolerância, pelo amor e cuidados dispensados aos netos. Sem a sua ajuda incondicional e constante, eu não teria conseguido...

Aos meninos, Aruã e Iago, eles que são a razão de tudo isso, por compreenderem e aceitar a minha ausência quando “eu precisava trabalhar na tese”, mesmo que eu estive no quarto ao lado; por entenderem, que nós três juntos, somos fortes, somos muitos, somos UM.

## RESUMO

*Os trabalhos que compõe o corpo desta tese oferecem informações sobre aspectos biológicos e ecológicos de moluscos bivalves que ocorrem no estado de Mato Grosso. Registros pioneiros tratando sobre: 1 - morfologia ultraestrutural das conchas, 2 - comportamento populacional frente a parâmetros biométricos, 3 – gametogênese e ciclo sexual, e 4 - padrões relacionados a seleção de partículas, taxa de filtração e respiração, são considerados para duas espécies de Anodontites Bruguière, 1792, gênero de ocorrência exclusiva na América do Sul. Utilizando abordagens de morfologia funcional, ecologia de populações e experimental, os principais resultados obtidos foram: 1 - A. trapesialis (LAMARCK, 1819) e A. elongatus (SWAINSON, 1823) possuem valvas constituídas por três segmentos, perióstraco, camada prismática e camada nacarada, semelhante aos demais Unionoidea. Estruturas como pregas, arcos, microsestriae e espículas são descritas e diferenciadas para cada uma das espécies; 2 - quando comparadas populações provenientes de diferentes locais, ambas as espécies apresentaram diferenças significativas frente às variáveis peso da concha e altura, ficando demonstrado que as espécies apresentam plasticidade fenotípica decorrentes de diferenças ambientais; 3 – as duas espécies são espermatogonistas, com gametogênese contínua ao longo do ano, apresentando picos de produção e eliminação de gametas durante as estações de vazante e seca; 4 – A. trapesialis apresenta um potencial de filtração com capacidade de retenção de partículas entre 0,5 e 1,5 g.l<sup>-1</sup>/h. Paralelamente ao desenvolvimento dos estudos com as espécies nativas, foi observada na região, a presença de duas espécies invasoras, Corbicula largillierii (PHILIPPI, 1844) e Corbicula fluminea (MÜLLER, 1774). Como conhecimento complementar à tese, foi acrescentado um capítulo que traz a história da invasão de Corbiculidae na América do Sul e ainda apresenta dados biométricos das populações aplicado para diferenciar as duas espécies no limite Norte do Pantanal de Mato Grosso. Este conjunto de informações pretende compor uma base de dados, visando subsidiar a elaboração de programas de manutenção da biodiversidade e monitoramento da qualidade de águas interiores, utilizando bivalves de água doce como organismos sentinelas e indicadores de alterações ambientais.*

## ABSTRACT

Information on biological and ecological aspects of bivalve molluscs occurring in Mato Grosso State compound the body of this thesis work. Pioneer registers about two species of *Anodontites* Bruguière, 1792, a Neotropical endemic genus, are considered like: ultrastructural morphology of the shells; populational behavior based on biometrical parameters; gametogenesis and sexual cycle; and patterns related to the selection of feeding particles, filtration rate and respirometry. Using aspects of functional morphology, experimental and population ecology, the main results are: 1. *A. trapesialis* and *A. elongatus* present the valves formed by three sheets: periostracum, prismatic and nacreous layers like other Unionoida. Structures like folds, arches, microstriae and spikes are described and differentiated between the species; 2. Comparing the populations sampled in different localities, both species present significant differences in the variants like the shell weight and high being demonstrated that they exhibit phenotypic plasticity according to environmental differences. 3. The two species are spermatozougmata with continuous gametogenesis during all the year, presenting peaks of production and releasing of gametes during draught and ebbing period. 4. *A. trapesialis* presents a comparative high filtration efficiency, with the capacity of retaining particles between 0.5 to 1.5 g.l<sup>-1</sup>/h. Parallel to the development of studies on native species, the presence of two invasive bivalve species was detected: *Corbicula largillierti* (PHILIPPI, 1844) and *C. fluminea* (MÜLLER, 1774). As a complement to the present thesis, a chapter was added including the history of Corbiculidae invasion in South America, with biometrical data of populations applicable to differentiate both species in the northern limits of Pantanal of Mato Grosso. All this assemblage of informations attempt to mount a base of data to subsidise the elaboration of a program in order to control the biodiversity and monitorate the quality of continental waters, using freshwater bivalves as "sentinel organisms" and as indicators of environmental changes.

"O que quer que possa fazer  
ou sonhe em fazer, comece-o.  
Há algo de genialidade,  
de poder e de magia na coragem"

Goethe (1749-1832)

## **INTRODUÇÃO GERAL**

A intenção desta série de estudos aqui apresentados, surgiu durante a execução da primeira etapa do Projeto Ecologia do Pantanal. Iniciado em 1992, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente, Universidade Federal do Mato Grosso e Instituto Max-Planck de Limnologia, um dos objetivos deste projeto, foi identificar e quantificar focos de contaminação por mercúrio, metal tóxico utilizado em garimpos de ouro. Para tanto, entre outros sub-projetos, utilizou-se moluscos de água doce, como organismos sentinelas (CALLIL, 1996; CALLIL & JUNK, 1999 e 2000). Entretanto, faltavam informações relacionadas aos aspectos biológicos e ecológicos destes organismos .

De fato, a abordagem ecológica em Malacologia na região, era completamente inexistente e, mesmo após uma detalhada revisão na literatura, poucos foram os registros encontrados para o país, e até mesmo para o continente. A maior parte das publicações restringiam-se a aspectos taxonômicos (LAMARCK, 1819; SPIX, 1827, LEA, 1834, 1836; ORBIGNY, 1835, 1846; HUPÉ, 1857; IHERING, 1890, 1893, 1915; SIMPSON, 1914; HAAS, 1930, 1931a, b, 1932, 1969; BONETTO, 1967; PARODIZ & BONETTO, 1963; MANSUR, 1970; MANSUR et al., 1987, 1988; MANSUR & VALER, 1992; VOLKMER-RIBEIRO et al., 1998), e morfológicos (ORTMANN, 1921; MENDES, 1939; MANSUR, 1972, 1973, 1974, MANSUR & ANFLOR, 1981; MANSUR & SILVA, 1990; VEITENHEIMER, 1973; VEITENHEIMER & MANSUR, 1978; HEBLING & PENTEADO, 1974; HEBLING, 1976; AVELAR, 1993; AVELAR et al., 1991b; SIMONE, 1994, 1997).

---

Os bivalves de água doce foram utilizados com eficiência em experimentos para quantificar a incorporação de mercúrio (CALLIL & JUNK, 1999). Por ocorrerem com frequência e abundância na região, serem exclusivamente filtradores, sedentários, e possuírem outras características tidas como critério necessário para utilizar um organismo como biomonitor (CETESB, 1990; EPA, 1979, 2002), imediatamente surgiu a idéia de elaborar um programa de biomonitoramento de águas continentais, utilizando este grupo de organismos. A partir de então, teve início a construção de um conjunto de conhecimentos que alimentasse uma base de dados biológicos e ecológicos, no sentido de subsidiar não apenas a elaboração, mas principalmente o desenvolvimento e aplicação de tal programa.

Tais estudos partiram do pressuposto de que os organismos estão sujeitos a um número de diferentes agentes estressores no meio ambiente. Então, uma gama de abordagens distintas, em diferentes níveis, são necessárias para ajudar a identificar e diferenciar os efeitos de determinado agente, sobre um grupo de organismos, populações ou até mesmo uma comunidade (Figura 1).

Estes “agentes estressores” podem ser provenientes de causas induzidas por ações antropogênicas ou simplesmente devido a eventos naturais. As possibilidades de análise percorrem desde os níveis sub-celulares, com alterações nas concentrações de neurotransmissores ou produção de hormônios, passando pelos níveis celulares e histológicos. A este nível ocorrem mudanças metabólicas, na osmoregulação e funções imunológicas a serem detectadas, podendo atingir o organismo como um todo. Estes respondem apresentando alterações na dinâmica do crescimento e reprodução, culminando em alterações que atingem toda a população e, conseqüentemente a comunidade onde estão inseridas (ADAMS, 2002).

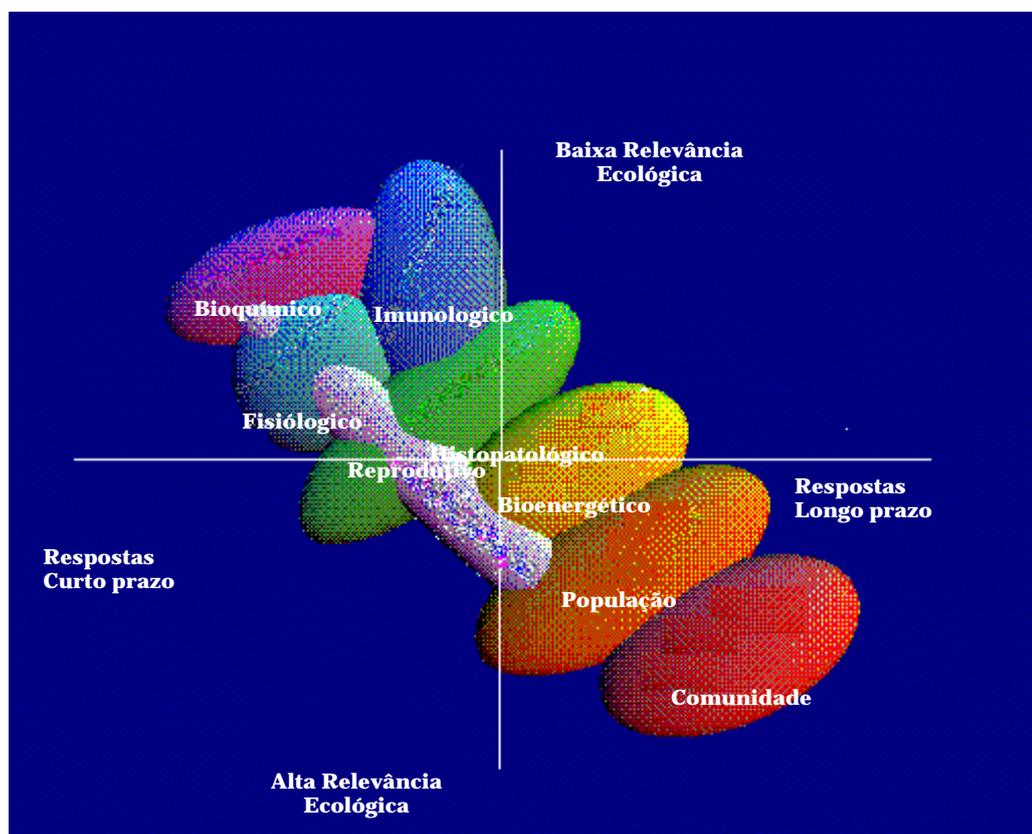


Figura 1. Localização das abordagens consideradas em cada um dos capítulos apresentados nesta tese (adaptado de ESD - ORNL, 2002).

Os bivalves da ordem Unionoidea, são cosmopolitas e ocorrem exclusivamente em águas continentais. Devido às suas características morfológicas, um pequeno número de caracteres diagnósticos está disponível, tornando a sistemática deste grupo ainda problemática. A ordem Unionoidea compreende duas superfamílias: Etherioidea (com as famílias Mycetopodidae e Iridinidae) e Unionoidea (com as famílias Hyriidae, Unionidae e Margaritiferidae).

Muito pouco se conhece sobre os Etheroidea, os quais são exclusivos das regiões tropicais da América e África. Esta superfamília se caracteriza pela presença de uma larva do tipo lasídio nos Mycetopodidae e haustório nos Iridinidae. Os Unionoidea por sua vez, apresentam uma larva do tipo gloquídio (BAUER, 2001). Todos os tipos larvais possuem uma fase parasitária em peixes com exceções de alguns Hyriidae que secundariamente retornaram ao desenvolvimento direto (MANSUR & SILVA, 2000).

Considerando que o gênero *Anodontites*, endêmico da região Neotropical, é o representante da família Mycetopodidae de maior distribuição geográfica na América do Sul, este fato por si só, já justifica a relevância de estudos desenvolvidos com este grupo.

Somando esta condição, com as afirmações apresentadas anteriormente este trabalho tem como objetivo principal oferecer informações que demonstrem como as populações de *Anodontites trapesialis* (LAMARCK, 1819) e *Anodontites elongatus* (SWAINSON, 1823) estão se comportando em um ambiente dinâmico e ameaçado, tal qual o Pantanal de Mato Grosso.

A tese está composta por cinco capítulos independentes, entretanto relacionados entre si, sendo que os quatro primeiros são referentes à estudos morfológicos e ecológicos com as duas espécies de *Anodontites*. Estão organizados sob forma de artigos, e formatados conforme as normas dos periódicos aos quais foram ou serão submetidos.

- Ultrastructural analysis of the shells of *Anodontites trapesialis* and *Anodontites elongatus* from the Mato Grosso Pantanal region, Brazil (Mollusca, Bivalvia, Mycetopodidae). Submetido para o Journal of Molluscan Studies.

- Plasticidade fenotípica em *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) (Bivalvia, Mycetopodidae) em duas lagoas do Pantanal de Mato Grosso, Brasil. A ser encaminhado para a Revista Brasileira de Zoologia.

- Gametogênese em *Anodontites trapesialis* e *Anodontites elongatus* (Unionoidea: Mycetopodidae) no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. A ser encaminhado para o Journal of Molluscan Studies.

- Bivalves de água doce: eficiência em filtração! Morfologia funcional, correntes ciliares e taxas de filtração. Formatado segundo às normas do Journal of Molluscan Studies.

Um quinto capítulo vem complementar o corpo da tese, registrando a ocorrência de duas espécies invasoras da família Corbiculidae, sobre as quais ainda não se conhece o comportamento em ambientes sujeitos à inundações periódicas.

- Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central South America and biometrical data. Aceito para publicação na Amazoniana 17(1/2), 2002.

*O essencial é saber ver.*

*Saber ver sem estar a pensar.*

*Saber ser quando se vê,*

*e nem pensar quando se vê.*

*Nem ver quando se pensa.*

*Mas isso (triste de nós que trazemos a alma vestida)*

*Isso exige um estado profundo,*

*uma aprendizagem em desaprender.*

*(Fernando Pessoa)*

ULTRASTRUCTURAL ANALYSIS OF THE SHELLS OF *ANODONTITES TRAPESIALIS* AND *ANODONTITES ELONGATUS* FROM THE MATO GROSSO PANTANAL REGION, BRAZIL (MOLLUSCA, BIVALVIA, MYCETOPODIDAE).<sup>1</sup>

C. T. CALLIL<sup>2</sup> AND M. C. D. MANSUR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Partially supported by CAPES, and SHIFT Program - Pantanal Ecology Project.*

<sup>2</sup>*Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa, Cuiabá - MT, 78000-900, Brasil. e-mail: callil@terra.com.br*

<sup>3</sup>*Laboratório de Malacologia, Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS, Av. Ipiranga 6681. Porto Alegre - RS, 90619-900, Brasil. e-mail: mcmansur@puccrs.br (Cnpq 305365/76).*

## ABSTRACT

Based on optical and SEM microscopic observations, the sculptures and micro-sculptures of the outer surface of the periostracum and inner micro-structures of the shell of two little known Mycetopodidae species are described and redefined. The outer surface of the periostracum is practically smooth in both species. Rare and scattered folds are present in the disk region, whereas high and juxtaposed folds occur at high density in the posterior slope region of *A. elongatus*. Considering the mesoscopic sculptures, *A. trapesialis* presents radial sequences of arches in the disk region and single and isolated rays in bas relief which confer a dull aspect to the anterior lower region; *A. elongatus* presents striations formed by stretched arches and oblique rays in the direction of the folds, especially in the region of the carina. Microstriae were more evident in *A. elongatus*, but a wide diversity of shapes and patterns of spikes were observed in *A. trapesialis*, especially in young individuals. Considering the profile of the shell layers, the periostracum is relatively thin and apparently simple, measuring about 20.1  $\mu\text{m}$  in *A. trapesialis* and 7.3  $\mu\text{m}$  in *A. elongatus*. The prismatic layer is thick in both species, consisting of a single series of elongated prisms with the presence of shorter wedge-shaped prisms close to the outer surface. The nacreous layer consists of very fine superimposed lamellae without a defined pattern or with a slight staircase-like pattern; in *A. elongatus* this layer is divided by a laminar inclusion very similar to the periostracum. It is proposed that the existence of a greater density of spikes in juveniles may be related to the orientation of the animal in order to search for an ideal site for development or for escape from regions subject to the seasonal droughts, like the Pantanal region. The spikes are abundant and diversified in *A. trapesialis*, a species less resistant to desiccation due to the presence of a wide ventral intervalvar gap.

## INTRODUCTION

To describe, compare and differentiate the macro- and microsculptural characteristics of the periostracum, as well as the arrangement of the remaining inner layers forming the shells of freshwater bivalves goes beyond a strictly descriptive objective, and represents an important tool to be used in different approaches ranging from systematics to ecotoxicology.

Bøggild (1930) characterized the outer surface and the organization of inner structures that compose the shell and described 7 morphological types, commenting on the organization of these structures in 50 families of bivalve mollusks. For Unionidae (= Naiadidae sic.), the author described a shell consisting of three layers. The outer layer is the periostracum, a fine organic layer basically consisting of protein, which covers the entire extension of the shell. Below the periostracum is the prismatic layer, consisting of considerably elongated and juxtaposed prisms, and the nacreous layer, consisting of the deposition of horizontal lamellar plates. Using light and scanning electron microscopy, Kobayashi (1969, 1971) detected 11 different basic types of aggregation of the elements that form the calcareous part of the shell of bivalves. A crystallographic characterization of mollusk shells was published by Carter (1990 a, b) who described and illustrated patterns of the organization of the periostracum and of the calcareous structures of various groups.

Studies on shell formation and processes of biomineralization are relatively few. Saleuddin & Petit (1983) suggested a mechanism for biomineralization in

---

unionid bivalves, summarized as follows: The peristracum is composed by three layers. The outer and middle layers are formed within the peristracal groove and the inner layer by the mantle epithelium. The prismatic shell layer is formed inside the middle layer of the periostracum through a process of vacuolization and antrum formatin. By a simmlar process, the nacreous layer is formed from the inner peristracum. More recently, Checa (2000) proposed a different model for the origin of the periostracum and mode of formation of shell layers in Unionidae, that consists:

- 1 - The Periostracum is formed by two layers, an outer, thin layer, which is secreted within the periostracal groove, and an inner, thicker layer, which is secreted by the epithelium of the outer mantle fold.
- 2 - Calcification initiates within the inner periostracum as fibrous spherulites, which protrude from the peristracum, coalesce and compete mutually, transforming into composite prisms.
3. Nacerous tablets begin to nucleate directly on the ends of prism fibers by epitaxy. Transition from composite prisms to nacre is probably induced by merely crystallographic processes.

Little information is available about South American naiads (Hyriidae and Mycetopodidae). Marshall (1925) started the characterization of the periostracum surface for the major Unionoida families and concluded that radial microsculptures seem to be typical of Mutelidae and Mycetopodidae, both belonging to the superfamily Etherioidea, according to Kabat (1997). Bonetto & Ezcurra (1965) defined three basic patterns of striation occurring in the periostracum: folds, macroscopic sculptures and microscopic sculptures. On the basis of this systematization, Bonetto (1966) described and illustrated the pattern of the

periostracum folds of Monocondylaeinae and observed that the genus *Fossula* had characteristics similar to those of *Anodontites*. According to Bonetto (1967) both genera have rare and sparse periostracum striations and a well-developed prismatic layer. According to a phylogenetic study conducted by Bogan & Hoeh (2000) and Hoeh et al. (2001), the genera *Monocondylaea* and *Anodontites* represent related groups in the family Mycetopodidae.

The aim of the present study is to describe and to compare the outer sculpture and the arrangement of the inner shell structures of *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) and *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823), to complement taxonomic, biological and ecological studies conducted on both these little known Mycetopodidae species, from the Mato Grosso Pantanal (Wetland) region.

#### MATERIAL AND METHODS

Specimens of *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) (Figures 1 and 2) and *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) (Figures 13 and 14) were collected from Baia do Poço (Well Bay) in the municipality of Santo Antônio do Leverger, State of Mato Grosso, Brazil, from May 1998 to April 1999. The shells selected for the study were washed and placed in plastic bags without being submitted to any fixation process. The calcareous structures were classified according to the criteria proposed by Carter (1990 a, b). Macro-, meso- and scanning microscopy observations were

made. Mesoscopic observations were defined as those located at the limit of visualization between the unaided eye and a magnifying lens.

Twenty individuals for each species representing different length classes were analyzed in order to describe a structural pattern. The analysis of the periostracum surface using a stereoscopic microscope permitted the description of the following structures: folds, striae, rays, and microstriae. In view of some divergences observed in the literature (Marshall, 1925; Bonetto & Ezcurra, 1965) and consequent difficulties concerning periostracum characterization, a redefinition was necessary and is summarized in Table I.

For scanning electron microscopy, shells from juvenile and adult individuals were washed with distilled water for 24 h and dried at room temperature. The material was fragmented with a hammer and appropriate portions were selected under a stereoscopic microscope. Fragments from the carina region were used for external analysis of the periostracum, and fragments from the central region of the shell were used for analysis of inner structures. The surface to be fixed was sanded and the fragments were submitted to two consecutive baths under ultrasound for approximately 30 seconds and then fixed on stubs with silver glue or with double-faced carbon adhesive tape. The pieces were sputtered with gold and images were obtained with a scanning electron microscope, model Phillips XL30 and processed in the Microscopy and Microanalysis Center (CEMM) of PUCRS. The used scale for magnifications ranged from 2 to 500  $\mu\text{m}$ . Biometric analysis was performed using the Image Tool software, version 2.0, developed by UTHSCSA (Wilcox *et al.*, 1996).

Table I. Definition of the structures present on the periostracal surface of *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) and *A. elongatus* (Swainson, 1823) observed by scanning electron microscopy.

<b>Periostracum Structures</b>	<b>Definitions</b>
Folds:	Macroscopically identifiable periostracal folds concentrically organized in relation to the umbos, parallel to the shell border. They may present an exfoliated aspect as if they were superposed scales, or may simply appear as longitudinal segmentations of the periostracum.
Macroscopic sculptures:	Macroscopically observable periostracal elevations in a radial direction with respect to the umbos or parallel to the folds. They may appear in the form of striae very close to one another, or widely spaced throughout the periostracum. They may also appear in the forms of concentric arches forming stair-like radial rows, or as oblique arches with one end touching a ray, forming fishbone-like figures.
Microsculptures:	Radial or oblique microstriae mainly present on the carina region. They are visible only at high magnification under the stereoscopic microscope or the SEM. They are usually present at high density, possibly conferring a dull aspect to the surface.
Spikes:	Minute structures preferentially occupying the entire region that covers the carinae. They are organized longitudinally or obliquely in relation to the axis of the microsculptures or may be dispersed throughout the periostracum surface. These micro-ornaments take on varied shapes that may be simple, like aculei, or compound and with a digitiform appearance, with a triangular or cylindrical base and acuminate or rounded extremities.

The images thus obtained were used for measurements of periostracum thickness, prismatic and nacreous layers, and number of folds and microsculptures and the distance between them in the periostracum. Mean and standard deviation were calculated for each unit sample and used as a parameter for species comparison.

The identification of the species is based mainly on morphological characters following Hebling (1976) and Simone (1994) for *A. trapesialis*, and Simone (1997) for *A. elongatus*.

## RESULTS

The shells of *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) and *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) consist of three different layers: the periostracum, the prismatic layer, and the nacreous layer.

### *Periostracum – Outer surface*

*Anodontites trapesialis* (Figures 1 and 2): With a thickness of  $20.1 \pm 3.9 \mu\text{m}$ , the periostracum is olive green in colour, with straw yellow shades in smaller and younger individuals. Larger and older individuals become darker, with a greenish brown colour. The surface presents folds and macro-, meso- and microscopic sculptures (Figure 3), as described below.

**Folds:** The periostracum is practically smooth on the disk region (Figures 3 and 4), with the rare and sparse occurrence of concentric folds (at most 15 per centimetre in radial direction), almost always low and/or worn out. In the posterior slope the folds are closer (60 per centimetre), higher and overlapping, with a minimum distance of 0.35 mm between them. In juvenile individuals the folds are closer and more conspicuous (Figure 4), and may be visualized also in the anterior region at an approximate density of 30 folds per centimetre.

**Sculptures. Macro- and mesoscopic:** There are radial sequences of short slightly convex arches (Figure 3) arranged in rows containing about 70 arches per centimetre, which can be identified macroscopically. Each individual may present three to seven rows always arranged in the disk region. They are clearly visible not only on the periostracum but also demarcated on the calcareous layer. Bas relief

rays occur separately or forming sequences perpendicular to the growth lines, always being more frequent in the anteroventral portion. They are visible only under a magnifying lens and confer a dull aspect on this region of the shell.

Microscopic: Sparse and irregular microstriae with an oblique, vertical or horizontal orientation in relation to the folds are occasionally observed (Figure 3). These microstriae do not follow the pattern of the microsculptures found in Mycetopodidae. Scanning electron microscopy permitted the observation of periostracal spikes (Figures 4 to 8) covering the outer surface of the shell. These minute structures take on different shapes and orientations according to where they are located. They may be simple and cylindrical (Figure 5), with the aspect of an aculeus (Figure 6), or they may have a fissured extremity, taking on a digitiform aspect (Figure 7). The number of spikes ranged from 1700 to 6000 units/mm<sup>2</sup>, with the highest incidence being always associated with the anterior region of the shell of juveniles, which always presented values higher than 5000 spikes/mm<sup>2</sup>. In adult individuals, the spikes were sparse and worn out (Figure 8).

*Anodontites elongatus* (Figures 13 and 14): This species presents a very fine periostracum with a thickness of  $7.3\text{m} \pm 1.3 \mu\text{m}$ . All individuals are dark brown in colour, which can even be black in some larger specimens. Folds, and macro- and microsculptures also occur in this species.

Folds: The periostracum is smooth in the disk region, with only a few folds being observed in the distal portion (26 per centimetre). However, in the region of the posterior slope a high density of high juxtaposed folds (Figure 15) with an exfoliated aspects was always observed, with values exceeding 50 per centimetre.

Lower folds, almost always worn out, occurred in the anterior region, with a density of 40 to 60 folds per centimetre. In juveniles, there was a higher density of folds with a well-preserved exfoliated appearance.

**Sculptures:** Macro- and mesoscopic; Peculiar radial striations occur on the disk region associated with the umbo (Figure 3). They are formed by two parallel series of oblique arches, the striae form figures resembling Christmas trees consisting of about 100 striae per centimetre of each series. When they occur, the rays are always orientated obliquely to the folds both in the anterior and the posterior regions of the shell. The highest density of these sculptures is associated with the carina, where rays without a defined pattern give an undulated aspect to the periostracum.

**Microscopic:** Microstriae are present on the entire shell surface (Figure 15). Always orientated perpendicular to the folds, they are visible only at high magnification. There are always at least 90 microstriae  $\text{mm}^{-1}$  and the distance between them does not exceed 20  $\mu\text{m}$ . Spikes were also observed in this species (Figure 16). With a constant morphological pattern and resembling aculei, the spikes have a triangular appearance, with a broad base and a tapering extremity. Their density was always about 2,600 spikes/ $\text{mm}^2$  in *A. elongatus*. A greater occurrence of spikes, as well as integrity of folds and sculptures, was always more evident in juveniles than in adults, as also observed in *A. trapesialis*.

#### *Internal structures: prismatic and nacreous layers*

The prismatic and nacreous layers were distinguishable below the periostracum in the shells of *A. trapesialis* and *A. elongatus*.

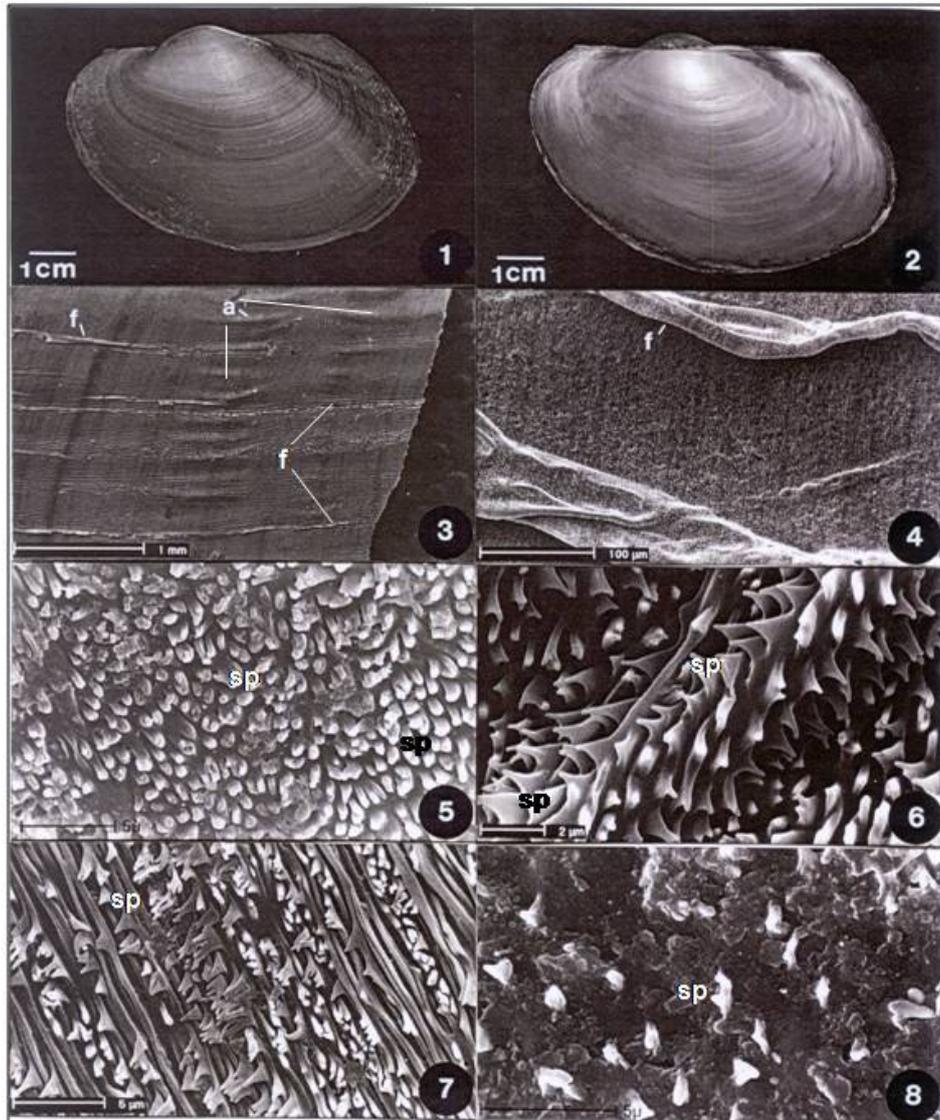
It was possible to characterize for both species a uniform prismatic layer consisting of elongated prisms in a parallel arrangement perpendicular to the external surface. The prismatic layer of the two species was classified as regular simple prismatic layer according to the criteria of Carter (1990 a, b) and fibrous aragonitic composite by Checa (2000), with the presence of almost always pentagonal and sometimes hexagonal prisms (Figure 10 and 18). Most of the prismatic units that form this layer are elongated and continuous, extending from the periostracum to the beginning of the nacreous layer. However, smaller wedge-like prisms were also observed, always starting from the outer surface immediately below the periostracum. They are typical competition features according to Ubukata (1994). The surface of the prism is covered with a reticulate lining of a spongy aspect which is visualized only at approximations of more than 2  $\mu\text{m}$  (scale of 2  $\mu\text{m}$ :1 cm (Figs 11 and 19).

In *A. trapesialis* the prismatic layer is apparently more fragile, formed of smaller prisms measuring 450  $\mu\text{m}$  in length and 23  $\mu\text{m}$  in width (Figure 9). Few wedge-like prisms were observed in the images obtained for these species, and the existing ones were always short, not exceeding the upper third of the prismatic layer. With a more robust structure, the shells of *A. elongatus* have a larger prismatic layer (Table II), with prisms reaching as much as 580  $\mu\text{m}$  in length and 40  $\mu\text{m}$  in width (Figure 17). The presence of wedge-like prismatic units was constant (Figure 18), with prisms of different length reaching as much as two thirds of the length of the main prisms.

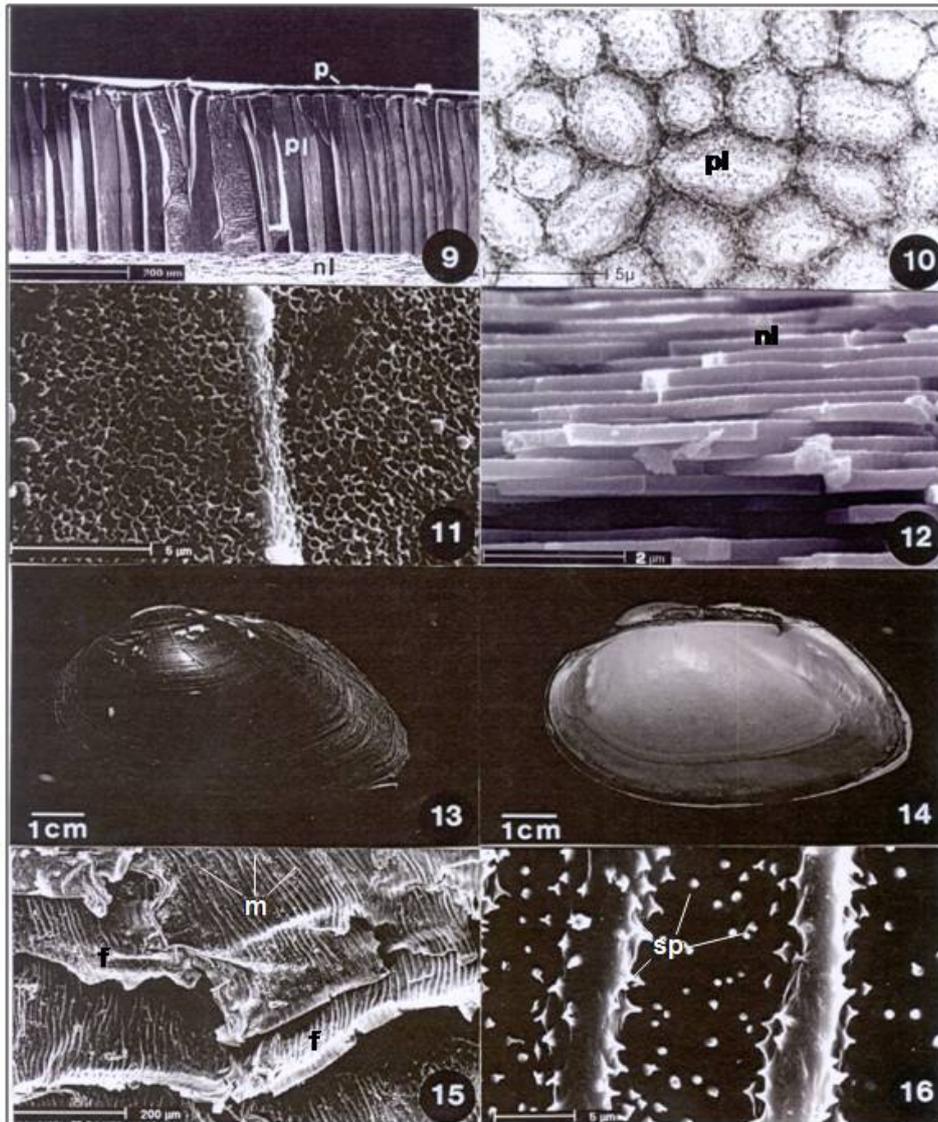
The nacreous layer consists of minute superimposed plates (Figure 12), most of the time without a defined organization. Some shell regions of both species may show a symmetrical oblique arrangement. These characteristics are of the sheet nacreous structure type, among those described by Carter (1990 a, b), where these lamellae may be organized as the steps of a staircase or may have no defined pattern. In *A. elongatus* the thickness of the nacreous layer was, on average, 658  $\mu\text{m}$ , corresponding to almost three times the thickness of the shells of *A. trapesialis*, whose minimum thickness is about 220  $\mu\text{m}$  (Figure 21). The size and thickness of each lamellar plate varied between species (Table II). An intermediate membrane, very thin, of an irregular pattern, similar to the texture of the periostracum, and running longitudinally along the nacreous layer (Figure 22), was observed only in *A. elongatus*.

Table II. Mean ( $\pm$  SD) values concerning the structures that compose the layers of the shell of *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) and *Anodontites elongatus* (Swainson, 1923) from the Baía do Poço (Well Bay), municipality of Santo Antônio do Leverger - MT. Analyses were carried out using SEM.

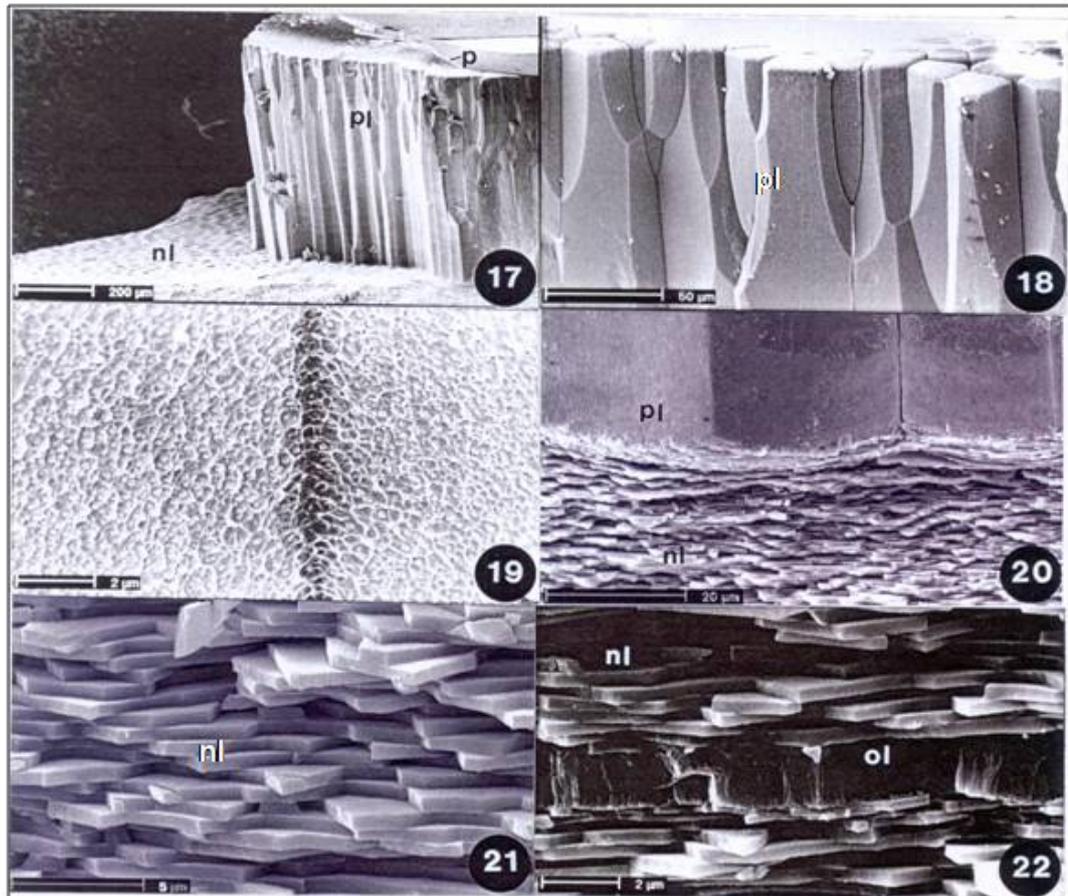
Structures	<i>Anodontites trapesialis</i>	<i>Anodontites elongatus</i>
<b>Periostracum</b>		
• Thickness	20.11 $\pm$ 3.87 $\mu\text{m}$	7.27 $\pm$ 1.29 $\mu\text{m}$
• Distance between folds	170.0 $\pm$ 32.5 $\mu\text{m}$	196.92 $\pm$ 40.98 $\mu\text{m}$
• Microsculpture organization	Very rare	Densely grouped, parallel to the folds
• Microsculpture density	Absent	80 per mm
• Distance between microsculptures	absent	11.61. $\pm$ 2.33 $\mu\text{m}$
• Spikes width	1.16 $\pm$ 0.2 $\mu\text{m}$	0.91 $\pm$ 0.16 $\mu\text{m}$
• Spikes density	1700 to 6000/mm <sup>2</sup>	2600/mm <sup>2</sup>
<b>Prismatic layer</b>		
• Thickness	482.5 $\pm$ 50.46 $\mu\text{m}$	568.88 $\pm$ 12.17 $\mu\text{m}$
• Prism width	23.86 $\pm$ 2.13 $\mu\text{m}$	37.08 $\pm$ 11.20 $\mu\text{m}$
• Shape and texture	hexagonal, spongy	Penta- or hexagonal, spongy
<b>Nacreous layer</b>		
• Total thickness	243.75 $\pm$ 23.93 $\mu\text{m}$	650.0 $\pm$ 58.3 $\mu\text{m}$
• Lamella thickness	0.22 $\pm$ 0.05 $\mu\text{m}$	0.32 $\pm$ 0.06 $\mu\text{m}$
• Organic lamina thickness	absent	1.71 $\pm$ 0.08 $\mu\text{m}$



**Figures 1 to 8: *Anodontites trapesialis* - (1) Outer view of the shell, (2) inner view, (3) folds, arches and rays in the periostracum, (4) detail of the folds in the periostracum of a juvenile individual, (5, 6 and 7) spikes in juvenile individuals, (8) spikes in adult individuals. Abbreviations: a - arch, f - fold, sp - spikes.**



Figures 9 to 16: (9 to 12) *Anodontites trapesialis* - (9) shell profile showing the periostracum, the prismatic layer and the nacreous layer, (10) upper view of the prismatic layer, (11) organic film that lines each prismatic unit, (12) nacreous layer. (13 to 16) *Anodontites elongatus* - (13) Outer view of the shell, (14) inner view, (15) details of the periostracum showing the folds and microsculptures, and (16) Spikes in the shape of aculei. Abbreviations: f. folds, nl. nacreous layer; p - periostracum; pl - prismatic layer, m - microsculptures, nl - nacreous layer, sp - spikes.



Figures 17 to 22: *Anodontites elongatus*: (17) Shell profile showing the periostracum, the prismatic layer and the nacreous layer, (18) detail of the prismatic layer showing the wedge-shaped prisms, (19) the organic film covering each prismatic unit, (20) a detail of the contact between the prismatic layer and the nacreous layer, (21) the laminar plates that compose the nacreous layer, and (22) the inclusion of the organic layer inside the nacreous layer. Abbreviations: nl - nacreous layer; ol - Organic layer; p - periostracum; pl - prismatic layer.

## DISCUSSION

During analysis of the studied species, special attention was devoted to the periostracum, since this structure presented more divergence between species. Considered to vary little among unionids, the thickness of the periostracum is 15 to 50  $\mu\text{m}$  in most of the species of this group, classified by Tevesz & Carter (1980) as 'intermediate thickness'. Varying around 20.1  $\mu\text{m}$ , the periostracum of *A. trapesialis* perfectly fits this classification. However, the mean thickness of the periostracum of *A. elongatus* was about 7.3  $\mu\text{m}$ , a fact considered to be rare within the superfamily by the cited authors, who believe that an excessively thin periostracum is inefficient in protecting the shell from dissolution.

Basically consisting of fibrous proteins and quinones, the periostracum also contains some carbohydrates and lipids, which together form the periostracal units. The biochemical synthesis giving origin to these units is called sclerosis and occurs in the periostracal groove, between the two most external mantle margin folds and located in the outer fold of the mantle. The newly formed periostracum is distally compressed and expelled in the form of a multilamellar entity (Saleuddin & Petit, 1983). It is probably at this time that the sculptures are molded, thus defining the periostracum structure typical of each species.

In both species here studied, the periostracum was practically smooth. The macrosculptures that could be observed with the unaided eye or under the stereoscopic microscope, when present, were sparse and were more frequent in *A. elongatus* than in *A. trapesialis*. This situation was also observed by Bonetto &

Ezcurra (1965), who described a periostracum with barely developed macrosculptures arranged in a linear series of arches. Bonetto (1966) also emphasized the similarities existing in the periostracum of the genera *Anodontites* and some Monocondylaeinae like *Fossula*, which also presents rare and sparse sculptures.

The microsculptures of *A. elongatus* were fine, compactly arranged and clearly visible under SEM, always radially organized and perpendicular to the folds, like the definition of "fine radiating threads" given by Marshall (1925) and Bonetto & Ezcurra (1965) to Mycetopodidae microsculpture. In *A. trapesialis* the microsculptures were rarely observed and without a constant pattern. When present, they were restricted to the disk region, and different from the pattern in many species of Mycetopodidae and Mutelidae.

In agreement with the present observations, Bonetto & Ezcurra (1965) commented on the fact that microsculptures were practically imperceptible in *A. trapesialis forbesianus*, as also were the folds formed by the periostracum. However, the cited authors stated that *A. elongatus* is quite poor in terms of microsculptures, a fact contradicting our observations, which revealed that this species has a wide distribution of microsculptures organized perpendicularly to the folds throughout a broad extension of the periostracum, especially in the carina region.

SEM also permitted the identification of another structural pattern that had not been previously described for this species. Denoted as spikes, the minute

structures present on the periostracum of *A. trapesialis* and *A. elongatus*, occurred frequently and showed structural diversity, with intra- and interspecific variations.

*Anodontites trapesialis* is more vulnerable to environmental alterations. This species has a considerable intervalvar gap through which the foot extend and never succeeds in fully closing its valves. This fact prevents this species from isolating itself in the presence of adverse environmental situations. Considering that these specimens originate from the Mato Grosso Pantanal region, an ecosystem subjected to a rigorous cycle of drought and flooding characteristic of wetlands (Junk, 2000), the presence of spikes suggests that the function of these structures may be associated with an increased sensitivity to water flow, especially among juveniles. These present a greater density and a distinct morphological pattern of spikes when compared to adult individuals. Thus, this species may possess a high specialised sensor to water movements. Periostracal spikes are not sensitive structures, but projections that should promote some kind of vibration by passing of water current, giving signs in a special frequency. These signs could be interpreted by the animal as an order to move away. During sampling in Pantanal Region it was observed that juveniles are never found together with adults. They live mainly on margins and places of low water that are more subjected to the risk of desiccation (Callil & Mansur, 2003) .

No variation in the structural profile of the periostracum was observed in the studied species, both presenting a simple membrane. However, Waite (1977) demonstrated a difference in the structure of the periostracum, which appears to consist of two different layers: an upper amorphous layer and a weakly fibrous

lower layer. In agreement with this, biochemical studies conducted by Saleuddin & Petit (1983) suggest that the newly formed periostracum goes through a remodelling stage through the deposition and polymerization of glycoalcite, processes that are repeated several times.

The importance of the periostracum in the calcification process is shown by the active performance of this membrane (Saleuddin & Petit, 1983), which is responsible for: a) nucleation, b) crystal orientation, c) crystal size, and d) crystal type in the formation of the remaining layers forming the shell (Wilbur & Sauleuddin 1983). Checa (2000) recognized only two layers by SEM observations on unionid shells. The external part is composed internally of micron-sized sublayers.

There are several definitions for the different configurations of the prismatic layer among bivalves. Bøggild (1930) categorized them as normal, complex, and compound prismatic structures. Kobayashi (1969, 1971) defined them as prismatic structures and fibrous prismatic structures. In fact and according to the classification of Ubukata (1994) *A. trapesialis* and *A. elongatus* present composite aragonitic prisms that are encapsulated by a surrounding organic matrix (Kobayashi, 1969, 1971). Wilbur & Saleuddin (1983) explained that this organic matrix, in addition to the attributes mentioned earlier, also has the function of crystal to crystal adherence, constructing a unified structure.

The structure and arrangement of the prisms are specific for the family and may vary in some details among genera and species (Tolstikova, 1974). This fact was not observed in *A. trapesialis* and *A. elongatus*, with the only significant

difference concerning prism length, which was approximately 480  $\mu\text{m}$  for *A. trapesialis* and 560  $\mu\text{m}$  for *A. elongatus*. However, the length of these may vary within the same species according to their location on the shell and shell size. In the anterior part the prisms are shorter and in the posterior region close to the margin of the shell, they are longer, as also described by Tolstikova (1974).

Considering the nacreous layers there was a clear difference in the thickness between the two species. *Anodontites elongatus* (650  $\mu\text{m}$ ) has a nacreous layer almost three times thicker than *A. trapesialis* (240  $\mu\text{m}$ ), explaining the resistance of the shell of *A. elongatus* to external agents, offering better protection to the organism. Bøggild (1930) observed that the lamellar or tabular units that compose the nacreous layer are extremely thin, with values always lower than 0.001 mm. SEM images permitted the exact determination of the height (or thickness) of these units, which measure approximately 0.20 and 0.30  $\mu\text{m}$ , with more than 2000 superimposed units being necessary to form a 650  $\mu\text{m}$  layer like that of *A. elongatus*.

Saleuddin & Petit (1983) described that the formation of this layer is also associated with the periostracum, in the time when products from cell glycocalices adhere to the newly formed organic film, coming from distal cells of the mantle fold. The deposition of this material in randomly arranged plates represents the beginning of the nacreous layer. Checa (2000) describes that nacreous tablets nucleate on previously formed crystals of prismatic layer and the epitaxial growth explain the common orientation of nacreous tablets.

Only *A. elongatus* presented segmentation in the nacreous layer by a continuous horizontal layer very similar to the periostracum. These inclusions of organic matter were first described by Bøggild (1930) so that, due to the intercalation of the organic matrix, the nacreous part is dissolved more slowly by acids. Tevesz & Carter (1980) and Kat (1985) described this event and suggested that mollusks with an excessively thin periostracum are inefficient in terms of protection against the dissolution of the calcareous structures of the shell.

On the basis of these statements, we may suggest that the presence of these organic sublayers may act by strengthening and protecting the nacreous structure since the periostracum of *A. elongatus* is much thinner (7.0  $\mu\text{m}$ ) than that of *A. trapesialis* (20  $\mu\text{m}$ ). Tevesz & Carter (1980) also stated that the intermediate layers of conchiolin are frequent in Unionidae species, especially those living in environments subjected to acidification, or may be a response of the organisms to exposure to contaminants that penetrate between the shell and the mantle. This question was the starting point for Imlay (1982) when he suggested the use of freshwater bivalve shells to monitor not only the presence of heavy metals, but also the levels of turbidity, low oxygen concentrations, temperature and pollutants in a general manner.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We are indebted to Augusto A. D. de Mattos and Giovanna Machado from the Microscopy and Microanalysis Center – CEMM – PUCRS, Catholic University, Porto Alegre, Brazil, for the kind assistance and help during SEM sessions.

## REFERENCES

- BOGAN, A. E. & HOEH, W. R. 2000. On becoming cemented: evolutionary relationships among the genera in the freshwater bivalve family Etheriidae (Bivalvia: Unionoida). *In: The evolutionary Biology of the Bivalvia*. (Harper, E. M., Taylor, J. D. & Crame, J. A. eds) **177**: 159-168. Geological Society, London, Special Publications.
- BØGGILD, O.B. 1930. The shell structure of the mollusks. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Naturvidenskabelig og Matematisk Afdeling*, Copenhagen, **9**, 2(2): 233-326.
- BONETTO, A. A. 1966. Espécies de la subfamilia Monocondylaeinae en las aguas del sistema del Rio de La Plata (Moll. Mutelacea). *Archiv fuer Molluskenkunde*, **95**(1-2): 3-14.
- BONETTO, A. A. 1967. El género *Anodontites* Bruguière (Mollusca, Pelecypoda) en el sistema hidrográfico del Plata. *Physis*, **26** (73): 459-467.
- BONETTO, A. A. & EZCURRA, I. 1965. Notas malacológicas III: 5) La escultura del perióstraco en el genero *Anodontites*. 6) El *Lasidium* de *Anodontites trapezeus* (SPIX). 7) El *Lasidium* de *Mycetopoda siliquosa* (SPIX). *Physis*, **25** (69): 197-204.
- CALLIL & MANSUR, 2003. *Plasticidade fenotípica em Anodontites trapesialis (Lamarck, 1819) e Anodontites elongatus (Swainson, 1823) (Bivalvia, Mycetopodidae) em duas lagoas do Pantanal de Mato Grosso, Brasil. A ser encaminhado para a Rveista Brasileira de Zoologia.*
- CARTER, J.G. 1990a. Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends. **I**: 609-663. Van Nostrand Reinhold. New York.
- CARTER, J.G. 1990b. *Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends, Atlas and Index*. **II**:1-29, plates 1-121. Van Nostrand Reinhold. New York.
- CHECA, A. 2000. A new model for periostracum and shell formation in Unionidae (Bivalvia, Mollusca). *Tissue & Cell*, **32**(5):405-416.
- HEBLING, N. J. 1976. The functional morphology of *Anodontites trapezeus* (Spix) and *Anodontites trapesialis* (Lamarck). (Bivalvia: Mycetopodidae). *Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo*, **1**: 265-298. São Paulo.
- HOEH, W. R., BOGAN, A. E. & HEARD, W. H. 2001. A phylogentic perspective on the evolution of morphological and reproductive characteristics in the Unionoida. In: *Ecology and evolution of freshwater mussels Unionoida. Ecological Studies*. (Bauer, G. & Wächtler, K. eds) **145**(14): 257-280. Springer-Verlag. Berlin.
- IMLAY, M. J. 1982. Use of shells of freshwater mussels in monitoring heavy metals and environmental stresses: A review. *Malacological Review*, **15**: 1-14.
- JUNK, W.J. 2000. The Amazon and the Pantanal: A critical comparison and lessons for the future.- In: *The Pantanal: Understanding and Preserving the Worlds largest Wetland* (Swarts, F.A. ed.), 211-224. Paragon House, Minnesota.
- KABAT, A. R. 1997. Correct family names for the freshwater "Muteloid" Bivalves (UNIONOIDA: ETHERIOIDEA). *Occasional Papers on Mollusks*. Museum of Comparative Zoology, Harvard University, **5** (72): 379-392.

- KAT, P. W. 1985. Convergence in Bivalve conchiolin layer microstructure. *Malacological Review*, **18**: 97-106
- KOBAYASHI, I. 1969. Internal Microstructure of the Shell of Bivalve Molluscs. *American Zoologist*, **9**: 663-672.
- KOBAYASHI, I. 1971. Internal shell microstructure of recent bivalvian molluscs. *Science Reports of Niigata University*, E(2): 28-73.
- MARSHALL, W.B. 1925. Microscopic sculpture of pearly fresh-water mussel shells. *Proceedings of the U. S. National Museum*, **67**(2576): 1-16.
- SALEUDDIN, A. S. M. & H. P. PETIT. 1983. The mode of formation and the structure of the periostracum. In: *The Mollusca*. **4**: Physiology, Part 1. (Saleuddin A. S. M. & K. M. Wilbur eds.), 199-234. Academic Press. New York.
- SIMONE, L. R. L. 1994. Anatomical characters and Systematics of *Anodontites trapesialis* (LAMARCK, 1819) from South America (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea, Muteoloidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **29**(3): 169-185.
- SIMONE, L. R. L. 1997. Anatomy and Systematics of *Anodontites elongatus* (Swainson) from Amazon and Paraná Basins, Brasil (MOLLUSCA, BIVALVIA, UNIONOIDA, MYCETOPODIDAE). *Revista Brasileira de Zoologia*, **14**(4): 877-888.
- TOLSTIKOVA, N. V. 1974. Microstructural characteristics of Freshwater bivalves (UNIONIDAE). *Paleontological Journal*, **8**: 55-60.
- TEVESZ, M. J. S. & J. G. CARTER. 1980. Environmental relationships of shell form and structure of Unionacean bivalves. In: *Skeletal growth of aquatic organisms*. (Rhoads, D. C. & Lutz, R. A. eds), 295-322. Plenum Press, New York.
- UBUKATA, T. 1994. Architectural constraints on morphogenesis of prismatic structure in Bivalvia. *Paleontology*, **37**:241-261.
- WAITE, J. H. 1977. Evidence for the mode of sclerotization in a molluscan periostracum. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **58**: 157-162.
- WILBUR, K. M. & A. S. M. SALEUDDIN. 1983. Shell formation. In: *The Mollusca*. **4**: Physiology, Part 1 (Saleuddin A. S. M. & K. M. Wilbur eds), 235-287. Academic Press. New York.
- WILCOX, D.C., DOVE, S. B., McDAVID, W.D., & D. B. GREER (1997): Image Tool.- Image processing and analysis program for Microsoft Windows 95™ or Windows NT™ Department of Dental Diagnostic Scienc. University of Texas Health Science Center. <http://macorb.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>

*Sabedoria é saber o que fazer;*

*habilidade é saber como fazer;*

*virtude é fazer.*

*(David Starr Jordan)*

**Plasticidade fenotípica em *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) (Bivalvia, Mycetopodidae) em duas lagoas do Pantanal de Mato Grosso, Brasil<sup>1</sup>.**

**Claudia Callil<sup>2</sup>**

**Maria Cristina Dreher Mansur<sup>3</sup>**

**ABSTRACT. Phenotypic plasticity in *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) and *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) (Bivalvia, Mycetopodidae) from two lakes of the Mato Grosso wetlands, Brasil.** Apresentam-se os primeiros dados biométricos comparados de duas populações e informação sobre a dinâmica de populações de duas espécies moluscos bivalves na região do Pantanal de Mato Grosso. Amostras mensais foram obtidas em dois pequenos lagos, Baía das Conchas e Baía do Poço, localizados à montante e à jusante do município de Cuiabá. Variáveis biométricas mensuráveis, relacionadas ao tamanho (comprimento total, Lt e altura, h) e ao peso (peso total, Wt; peso do corpo, Wb e peso da concha, Ws), foram tomadas individualmente e relacionadas entre si. Para *Anodontites trapesialis*, o comprimento total variou entre 24,85 e 134,26mm, o peso total variou de 1,71 a 220,42g. Em *Anodontites elongatus*, o comprimento total esteve entre 31,2 e 84,87mm e o peso total entre 3,55 e 34,04g. MANOVA utilizando as variáveis consideradas em função dos locais estudados, demonstraram que há diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ) relacionadas à altura e peso das conchas em *A. trapesialis* e à altura em *A. elongatus*. A equação estimada para a relação entre o comprimento e peso total revelou que ambas as espécies possuem um padrão de crescimento isométrico ( $\theta = 3,20$  em *A. trapesialis* e  $\theta = 3,26$  para *A. elongatus*). A distribuição de frequências por classes das variáveis, demonstrou um padrão unimodal para as amostras da Baía das Conchas e bimodal para a Baía do Poço.

**KEY WORDS:** Bivalvia, Unionoida, *Anodontites*, biometria, dinâmica de populações, Pantanal de Mato Grosso, Brasil.

---

<sup>1</sup> Realizado, em parte, com o auxílio do Projeto PEP/UFMT programa de cooperação bilateral Brasil-Alemanha, SHIFT - CNPq/BMBF

<sup>2</sup> Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa, Cuiabá - MT, 78000-900, Brasil. e-mail: [callil@terra.com.br](mailto:callil@terra.com.br) (CAPES/PIDCT)

<sup>3</sup> Setor de Aquacultura - Laboratório de Malacologia, Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS. Av. Ipiranga, 6681. Porto Alegre - RS, 90619-900, Brasil. e-mail: [mcmansur@pucrs.br](mailto:mcmansur@pucrs.br) (CNPq 305365/76)

Os aspectos biométricos de uma espécie são inerentes a ela. Entretanto quando comparadas populações de uma mesma espécie, provenientes de diferentes localidades, estas podem apresentar modificações morfofisiológicas e comportamentais decorrentes de influências do ambiente em que se encontram. Em bivalves de água doce, esta afirmação tem sido demonstrada em populações naturais bem como em amostras submetidas à condições experimentais (WALZ 1978; BAUER 1991; 1992; JOKELA & MUTIKAINEN 1995; ALDRIDGE 1999; BYRNE 1998; HOCHWALD 2001; WELKER *et al.* 2001).

Os reflexos das variações ambientais quando considerados em nível intra e interespecíficos, geralmente implicam em diferenças no parâmetro de crescimento e outras variáveis relacionadas a este. Fundamentado neste princípio, BAUER (2001) discute e confirma a hipótese de que a plasticidade fenotípica – relativa à forma, tamanho e peso – é comum em nível específico e genérico, em alguns grupos de Unionoidea.

Uma vez que bivalves unionídeos possuem esta aptidão de responder às variabilidades morfológicas em decorrência das características do ecossistema em que se encontram, a utilização de parâmetros biométricos e populacionais podem ser instrumentos biológicos para avaliar a qualidade ambiental e a influência de alterações ambientais causadas por processos naturais ou de origem antrópica.

Geralmente, os parâmetros biométricos, em uma abordagem ecológica, são utilizados para determinar o crescimento (ADAM 1990; CRAIG 1994; ALDRIDGE 1999) e compreender a dinâmica populacional da espécie (ITUARTE 1985; MORTON 1982; CATALDO & BOLTOVSKOY 1999). Entretanto, alguns estudos

aplicaram metodologias semelhantes, na tentativa de relacionar tais parâmetros com fatores ambientais (PESO-AGUIAR & VERANI 1998a; 1998b; PATZNER & MÜLLER 2001; ZIUGANOV *et al.* 2001; MUTVEI & WESTERMARK 2001), quase todos desenvolvidos com Unionídeos da Europa, América do Norte e Austrália. Em bivalves nativos sul-americanos, as publicações estão concentradas principalmente na distribuição, morfologia e taxonomia, sendo poucos aqueles que oferecem informações ecológicas sobre a dinâmica de populações (AVELAR & MENDONÇA 1998; BEASLEY 2000).

No Pantanal de Mato Grosso, os *Anodontites* Bruguière, 1792, foram utilizados com eficiência para indicar a presença de mercúrio em ambientes sob influência de garimpos de ouro, e também em experimentos para compreender e quantificar a incorporação deste metal (CALLIL & JUNK 1999). Perante os resultados obtidos, ficou evidente que estes organismos poderiam ser utilizados, com sucesso, em programas de monitoramento ambiental, uma vez que são eficientes filtradores, atuando como elo trófico essencial no fluxo de matéria e energia. Contribuem assim, ativamente, na retenção e transformação, tanto de materiais em suspensão quanto de detritos orgânicos e microorganismos depositados no sedimento.

Para estabelecer um modelo de monitoramento utilizando um grupo de organismos, é necessária uma trama complexa de conhecimentos, premissa que torna ainda distante esta realidade, frente à escassez de informações quando se trata dos bivalves na Bacia do alto Paraguai-Paraná. O desconhecimento da diversidade de espécies conjugada à multiplicidade de ambientes e à velocidade

com que estes vêm sendo alterados, são fatores que demonstram a urgência de estudos que esclareçam o comportamento das espécies que ocorrem na região.

As espécies consideradas aqui, *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) foram selecionadas por possuírem ampla distribuição geográfica e também por serem freqüentes e abundantes em diferentes ambientes. Tais características, entre outras, vão ao encontro dos atributos considerados por PHILLIPS (1980) e exigidos pela CETESB (1990) e EPA (1979; 2002) para que organismos possam ser utilizados como bioindicadores, mesmo sabendo que, neste caso, o caminho em direção à construção do conjunto mínimo de informações básicas necessárias para tal está recém sendo trilhado.

Assim, dando o primeiro passo, este estudo teve como objetivo comparar os parâmetros biométricos relacionados à forma e ao peso dos bivalves provenientes de duas Baías, com diferentes graus de conectividade ao rio Cuiabá, no Pantanal de Mato Grosso, Centro Oeste do Brasil.

## ***MATERIAL E MÉTODOS***

### ***Área de estudo***

Os dados utilizados para este estudo foram provenientes de dois locais distintos: Estação I, localizada na Baía das Conchas (15° 34' 56,4"S e 56° 15' 29,7"W) e Estação II, localizada na Baía do Poço, em municípios vizinhos, respectivamente, à montante e jusante de Cuiabá no estado de Mato Grosso (Fig. 1).

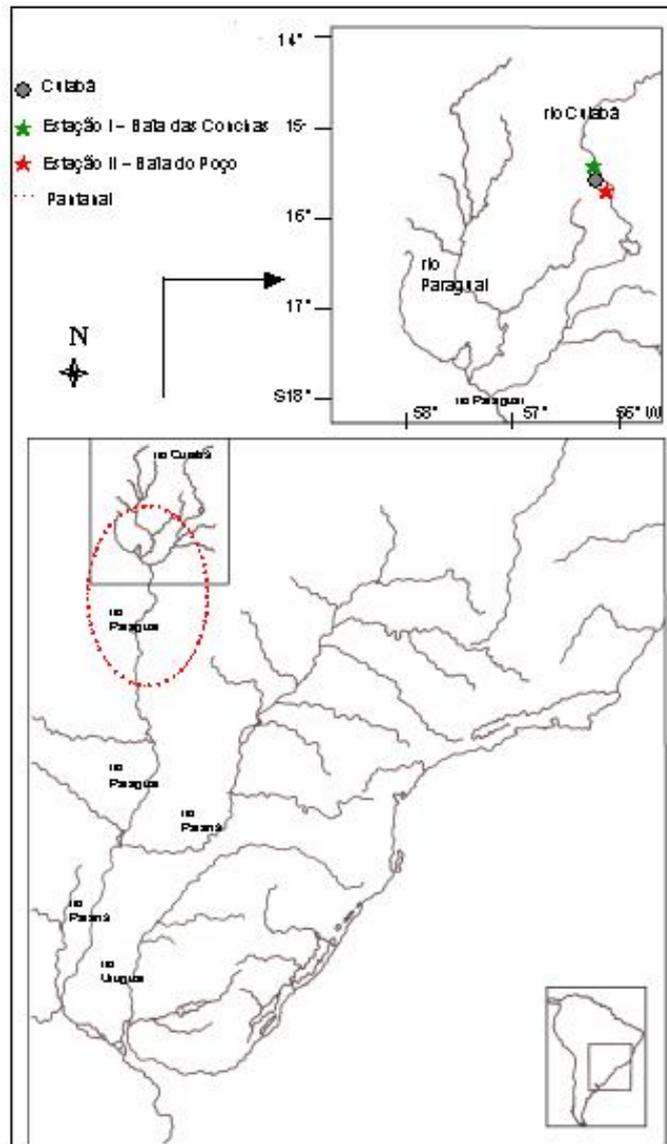


Figura 1. Localização da área de estudos. ★ Estação I - Baía das Conchas, município de Nossa Senhora do Livramento. ★ Estação II - Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brasil.

Os dois ambientes podem ser considerados como componentes do sistema de drenagem no rio Cuiabá, afluente de maior porte da Bacia do Alto Paraguai.

A Baía das Conchas, situada no município de Nossa Senhora do Livramento, está localizada em propriedade particular, não é conectada ao rio e, em períodos de cheia acentuada, aumenta sua lâmina d'água cerca de 1,5 m, atingindo 2,7 m. O substrato é arenoso com presença de britas, provavelmente, de origem externa. A coleta de bivalves neste ambiente ocorreu entre setembro de 1996 a agosto de 1997.

A Baía do Poço, utilizada como local de lazer e pesca pela população do município de Santo Antônio do Leverger, pode ser considerada como parte da área de inundação do rio Cuiabá, permanecendo conectada diretamente a este, exceto nos períodos de seca acentuada.

## Biometria

Para cada indivíduo foram obtidas as seguintes variáveis mensuráveis: comprimento total (Lt) e altura (h), obtidas em milímetros (mm) usando um paquímetro eletrônico digital Starrett com curso de 150 mm/6" e resolução de 0,01 mm. O comprimento total (Lt), é a maior distância entre a borda anterior e posterior da concha, paralela ao eixo (linha a) formado pelas cicatrizes dos músculos adutores; a altura (h) é a medida relativa à maior distância entre o umbo e a margem ventral (linha u) da concha (Fig. 2).

Para a obtenção das medidas relativas ao peso utilizou-se balança analítica de precisão de três dígitos decimais, com valores expressos em gramas (g). As variáveis peso total (Wt), peso da massa somática (Wb) e peso da concha (Ws) foram obtidas individualmente para todos os exemplares amostrados.

O peso total (Wt) corresponde ao peso do organismo como um todo, ainda vivo, antes de iniciar o processo de manipulação biológica para obtenção das variáveis biométricas mensuráveis.

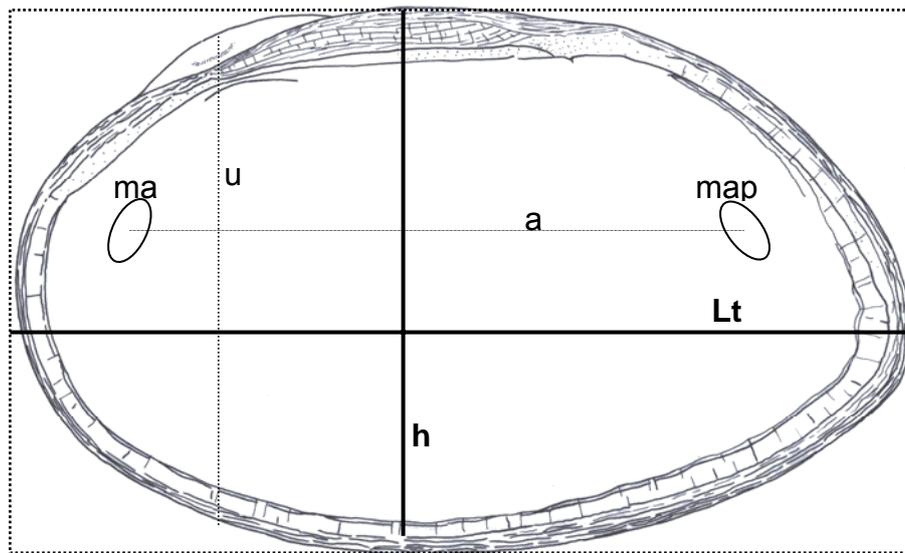


Figura 2. Representação esquemática da valva esquerda de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) localizando as variáveis biométricas relacionadas ao tamanho. Abreviaturas: h – altura (mm), Lt – comprimento total (mm), mma – cicatriz do músculo adutor anterior, mm p – cicatriz do músculo adutor posterior.

O peso da massa somática (Wb) está relacionado ao peso das partes moles do organismo, e o peso da concha (Ws), ao peso das duas valvas. Para os indivíduos amostrados na Baía das Conchas, o peso da massa somática foi obtido posteriormente ao processamento das amostras, sendo derivado da diferença entre o peso total e o peso da concha. Na Baía do Poço, cada uma das variáveis biométricas foi obtida de forma direta, logo após a coleta. Inicialmente foram tomadas as medidas relativas ao comprimento e altura, depois os indivíduos foram pesados por inteiro (Wt). As valvas foram abertas e as partes moles extraídas completamente e pesadas (Wb).

Posteriormente, as cochas foram numeradas e pesadas (Ws). A partir das amostras provenientes da Baía do Poço foi possível estimar a contribuição percentual de cada variável ao peso total.

Como variável derivada ficou estabelecido um índice de condição (BORZONE *et al.* 2000), aqui denominado de rendimento (Re) (PESO-AGUIAR & VERANI 1998a) . Entende-se por rendimento o valor que expressa a porcentagem ou relação entre o peso de determinada estrutura e o peso total do indivíduo. Para as duas espécies de *Anodontites* em ambos locais amostrados, foram estimadas variações deste índice, relacionadas ao peso da massa somática (Re b) e o peso da concha (Re s).

Em observações casuais, durante a amostragem do mês de junho de 1998, foram amostrados indivíduos pequenos, coletados no limite marginal do corpo d'água. Nestes obteve-se as medidas de comprimento total (Lt), altura (h), as quais não fazem parte do conjunto de dados processados, e imediatamente devolvidos para o ambiente.

### Características abióticas

Na Baía do Poço, simultaneamente à coleta mensal dos bivalves foram obtidas amostras de água e sedimento, bem como a medida das seguintes variáveis: temperaturas do ar e da água, condutividade elétrica da água, pH e turbidez. Para a determinação da qualidade química da água, foram determinadas as concentrações dos principais nutrientes, utilizando-se os métodos propostos por ALLEN (1989).

Nas amostras de sedimento foram determinadas a composição granulométrica (ANDERSON, 1996) e a porcentagem de matéria orgânica (ALLEN, 1989).

## **Análises dos dados**

Uma vez obtidos conjuntos de dados amostrais referentes às variáveis biométricas das populações, como procedimento de rotina, determinaram-se as principais estatísticas descritivas: média, mediana, intervalos de confiança, variância, desvio padrão, e coeficiente de variação. Considerando cada uma das variáveis obtidas, fixando espécie e local de captura foi possível estimar a equação da regressão que melhor se ajustasse aos padrões assumidos pela tendência de dispersão dos pontos. O coeficiente de correlação ( $r^2$ ) entre os pares de variáveis analisados atua como um índice percentual que indica o quanto uma variável é dependente da outra. A relação entre o peso total e o comprimento total (Lt x Wt), é comumente utilizada como uma etapa intermediária onde se obtém parâmetros da curva de crescimento em peso. Os valores destas variáveis foram tratados isoladamente, para cada uma das estações de amostragem, no sentido de detectar se havia diferenças entre as populações, aplicando-se um teste de análise de variância multivariada (MANOVA), o que permitiu identificar a significância das diferenças biométricas entre as populações.

## **RESULTADOS**

*Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819)

### **Biometria**

Estatísticas descritivas relativas às variáveis mensuráveis, comprimento da concha (Lt), altura (h), peso total (Wt), peso da massa somática (Wb), e peso da concha (Ws) estão apresentadas na Tabela I.

Tabela 1. *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819): estatísticas descritivas das variáveis comprimento total (Lt em mm), altura (h em mm), peso total (Wt em g), peso da massa somática (Wb em g) e peso da concha (Ws em g) para todos os indivíduos amostrados na Baía das Conchas (n=179) e na Baía do Poço (n=100) no Pantanal Matogrossense.

<i>Anodontites trapesialis</i> – Baía das Conchas	Lt	h	Wt	Wb	Ws
Mínimo	30,30	15,80	2,85	0,39	2,08
Máximo	116,80	70,50	210,56	54,21	156,35
Mediana	94,10	50,60	82,12	25,29	56,72
Média	92,04	49,44	84,95	26,85	58,09
95% CI Superior	93,97	50,62	89,85	28,54	61,59
95% CI Inferior	90,11	48,26	80,05	25,17	54,59
Desvio Padrão	13,11	8,01	33,23	11,43	23,70
Variância	171,87	64,13	1103,75	130,69	561,69
Coefficiente de Variação (C.V.)	0,14	0,16	0,39	0,43	0,41
<i>Anodontites trapesialis</i> – Baía do Poço					
Mínimo	24,85	6,23	1,71	0,55	0,32
Máximo	134,26	97,91	220,42	79,28	64,83
Mediana	96,42	67,63	102,01	30,77	29,56
Média	87,63	59,80	87,53	29,38	26,46
95% CI Superior	92,79	64,39	99,52	33,60	30,35
95% CI Inferior	82,47	55,21	75,55	25,15	22,57
Desvio Padrão	26,00	23,14	60,41	21,30	19,60
Variância	676,25	535,82	3649,87	453,91	384,50
Coefficiente de variação (C.V.)	0,29	0,38	0,69	0,72	0,74

Nas populações amostradas foi verificada uma amplitude de valores relativos ao comprimento total entre 24 e 127 mm nos 279 indivíduos trabalhados, com valor médio de 93,45. Na Baía das Conchas o comprimento médio da população resultou em 92,94 mm, sendo que o menor indivíduo amostrado apresentou o comprimento total de 30,0 mm e o maior de 116,8 mm. Quanto às médias mensais para esta variável, o menor valor ocorreu em janeiro e o maior no mês de outubro (Fig. 3a).

Para os indivíduos coletados na Baía do Poço, o comprimento médio mensal foi de 87,63 mm, sendo que o menor indivíduo mediu 24,85 mm e o maior 134,26 mm. As médias mensais de comprimento total, para esta Estação,

apresentaram o seu menor valor em agosto e o maior em junho (Fig. 3b).

Eventualmente, na Baía do Poço, alguns indivíduos jovens tiveram seus comprimentos medidos, resultando em um comprimento médio total de 15,98 mm, variando entre 12,40 e 23,82 mm. Na Baía das Conchas não foram observados indivíduos nesta amplitude de valores.

A distribuição das frequências por ponto médio das classes de comprimento total (Lt) possibilitou a construção da Fig. 4a, onde é perceptível a diferença existente na composição em tamanhos dos indivíduos de *A. trapesialis*, apresentando um padrão unimodal, para a Baía das Conchas, e bimodal, para a Baía do Poço. A estimativa do coeficiente de variação (C.V.) do comprimento total nas amostras, resultou em valores mais altos para a Baía do Poço (C.V.=29,6%) quando comparado aos valores obtidos para a Baía das Conchas (C.V = 14.2%). No Apêndice 3 estão apresentados os valores referentes à distribuição de frequências por classes de comprimento total de *A. trapesialis* nas duas estações estudadas.

O peso total (Wt) é a variável referente ao peso da concha (Ws) juntamente com o peso da massa somática (Wb). O peso total médio das populações amostradas foi de 84,95 g, para a Baía das Conchas, e 87,53 g para a Baía do Poço. A amplitude de valores referentes a esta variável esteve entre 2,85 e 210,00 g na Baía das Conchas, e entre 1,61 e 260,00 g na Baía do Poço. As flutuações das médias mensais estão representadas na Fig. 3c, onde é possível observar que o menor e o maior valor de peso total registrados ocorrem nos meses de fevereiro e junho, respectivamente. Na Baía do Poço o menor valor referente ao peso total de 1,71g, foi registrado no mês de agosto e o indivíduo com maior valor de peso total foi coletado em maio com 220,42 g (Fig. 3d).

A análise gráfica da variação mensal, revela uma flutuação do peso total ao longo do tempo. O coeficiente de variação médio para esta variável foi mais alto na Baía do Poço, C.V. = 25,47%, quando comparado ao da Baía das Conchas, ficando em torno de 14,59%.

A distribuição de freqüência por classes de peso total está representada na Fig. 4b, onde é possível perceber que na Baía das Conchas a curva unimodal tem como valor da moda em 77.50 g. Na Baía do Poço, o desenho da distribuição de freqüências forma nitidamente uma curva bimodal, tendo como modas os valores 11,30 e 122,00 g.

O peso da concha equivale à medida, em gramas, das duas valvas de cada indivíduo. Os valores médios para as populações amostradas foram de 58,09 g para a Baía das Conchas, e 26,46 g para os indivíduos coletados na Baía do Poço. Na Estação I - Baía das Conchas, a concha mais leve pesou 2,08 g e a mais pesada 156,35 g. Na Baía do Poço, o peso das conchas foi equivalente a menos da metade dos valores referentes aos indivíduos Baía das Conchas.

Muito mais leves, os valores relativos às conchas de *A. trapesialis* da Baía do Poço flutuaram entre 0,32 e 64,83 g. As variações mensais dos valores médios dos pesos das conchas, juntamente com os intervalos de confiança das médias, estão representados nas Figs. 3e e 3f.

A representação gráfica (Fig. 4c) da distribuição de freqüências por classes de peso da concha (Ws) revelou um padrão unimodal na Baía das Conchas (moda =46,6), e bimodal para a Baía do Poço, com valores modais de 6,50 e 33,6 g; seguindo os padrões encontrados nas variáveis até então analisadas.

Foi considerado como peso da massa somática ( $W_b$ ), o peso relativo apenas às partes moles de cada indivíduo, excluindo a quantidade de água existente dentro da concha. Esta variável foi analisada somente para a Estação II, Baía do Poço, onde cada uma das medidas de peso foram tomadas individualmente. Tal procedimento não ocorreu na Estação I - Baía das Conchas, onde a variável considerada foi obtida através da diferença entre as variáveis peso total e peso da concha. A utilização desta variável, a partir da derivação do peso total, induziria a erro. Feita a avaliação percentual da contribuição de cada variável de peso nos indivíduos de *A. trapesialis* provenientes da Baía do Poço, verificou-se que existe um equilíbrio quantitativo entre as três partes: 27,82% peso da concha, 34,04% peso da massa somática e 38,13% do peso de água (Fig. 5).

Os dados referentes às médias mensais da variável peso da massa somática ( $W_b$ ), apresentaram valores mínimos de 0,55 g em agosto e máximos de 79,28 g no mês de junho (Apêndice 8). A análise gráfica da distribuição mensal (Figs. 3g e 3h), expõe uma oscilação referente à amplitude dos valores relativos ao peso da massa somática ao longo do período amostral. A estimativa do coeficiente de variação foi de  $C.V.=35,28\%$ ; demonstrando uma certa heterogeneidade em relação a esta variável entre os indivíduos de *A. trapesialis* coletados na Baía do Poço. Conseqüentemente, sendo uma variável derivada, o rendimento da massa somática variou de acordo com o peso da massa somática (Figs. 3i e 3j).

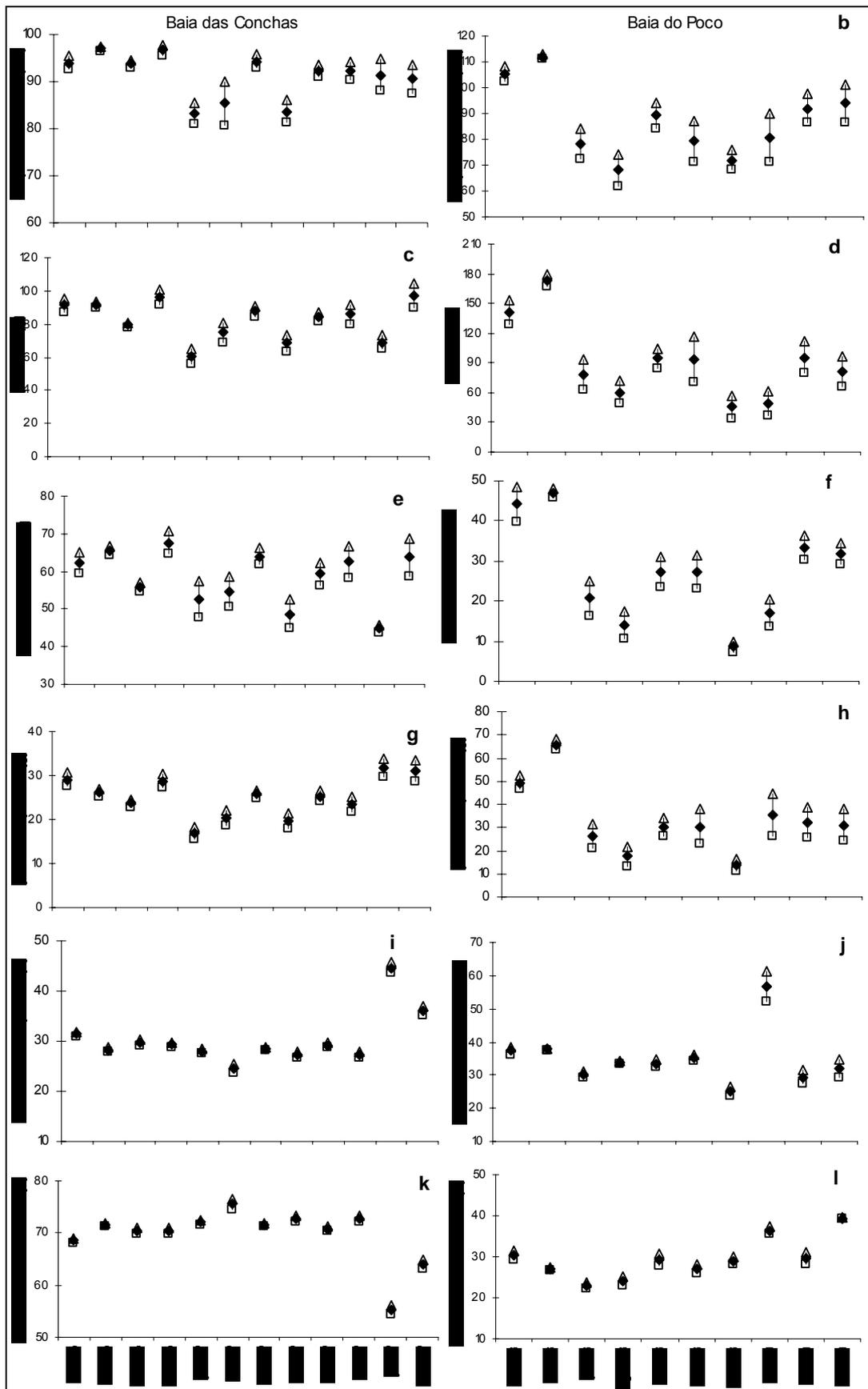


Fig 3. Variação temporal dos valores médios das variáveis biométricas de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819), na Estação I - Baía das Conchas, e na Estação II - Baía do Poço.

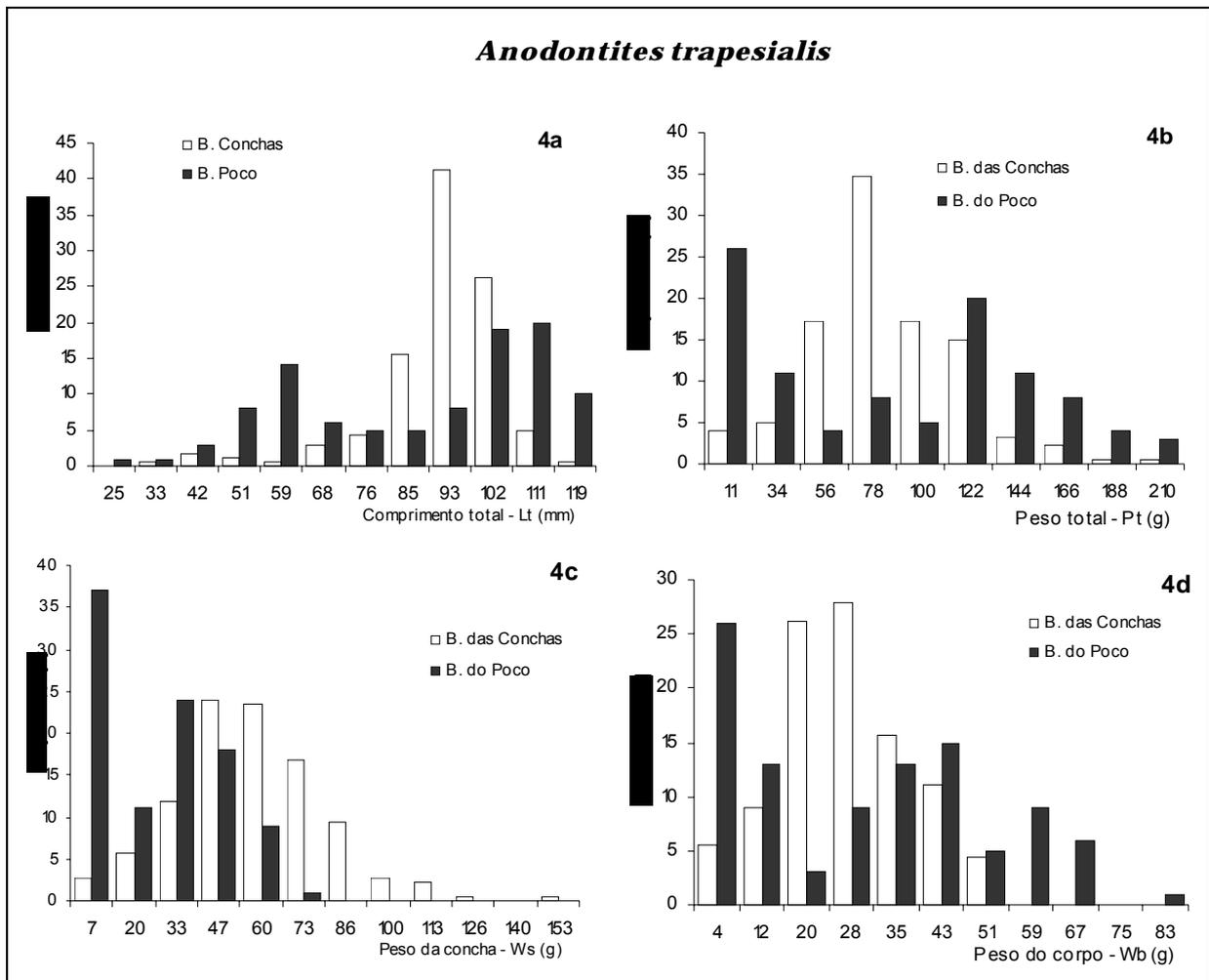


Fig 4. Distribuição de frequências por classes das variáveis comprimento total (Lt)-2a, peso total (Wt)-2b, peso das conchas (Ws)-2c e peso da massa somática (Wb)-2d, de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819), amostrados na Estação I - Baía das Conchas e Estação II - Baía do Poço, MT, Brasil.

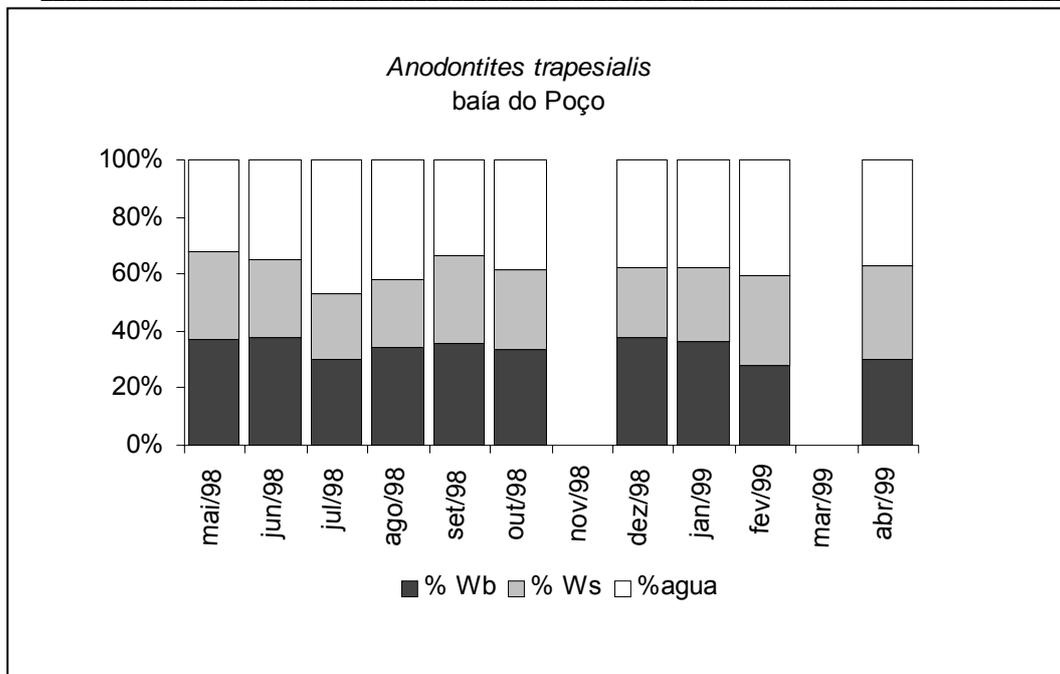


Fig. 5. Contribuição percentual das parcelas peso da massa somática (Wb), peso da concha (Ws) e percentual de água relativos ao peso total de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, em Santo Antônio do Leverger, MT.

### Relação entre as variáveis

A análise gráfica da dispersão dos dados empíricos (Fig. 6) revelou que ocorrem divergências biométricas entre as populações provenientes dos dois ambientes estudados. Nas relações entre as variáveis comprimento total x altura (Fig. 6a), comprimento total x peso da concha (Fig. 6c) e, peso total x peso da concha (Fig. 6d), é nítida a segregação dos pontos. A aplicação do teste de análise de variância multivariada (MANOVA), para testar as variáveis consideradas em função dos locais estudados, demonstrou que existem diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ) entre as populações, quando confrontadas as variáveis altura (h) e peso da concha (Ws).

Quando estimado o coeficiente de determinação, o  $r^2$  variou entre 71% e 97%. As expressões matemáticas estimadas a partir das relações entre as

variáveis biométricas de *A. trapesialis* nos ambientes estudados, para todo o período amostral, resultaram nas equações apresentadas na Tabela III.

Os valores referentes ao comprimento total e ao peso total, foram tratados conjuntamente, para as duas populações investigadas, e estão apresentados em gráfico de dispersão de pontos (Fig. 7a), juntamente com a expressão matemática referente à regressão, bem como a transformação logarítmica (Fig. 7b) para esta espécie. O coeficiente de correlação ( $\theta$ ), obtido a partir da estimativa da equação de regressão entre Lt e Wt de todos os indivíduos amostrados, sugere que *A. trapesialis*, possui um padrão de crescimento isométrico ( $\theta = 3,20$ ), onde o indivíduo mantém as mesmas proporções entre essas duas variáveis ao longo de seu desenvolvimento.

Tabela III *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819): expressões estimadas para as relações entre as variáveis biométricas na Estação I - Baía das Conchas, e para a Estação II - Baía do Poço.

Variáveis	Estação	Expressões		r <sup>2</sup>
Lt x h	B. Conchas	$y = 0,5511x - 1,2878$	$y = 1,0085x - 0,6651$	r <sup>2</sup> = 0,87
	B. Poço	$y = 0,7349x - 0,4254$	$y = 1,0268x - 0,4369$	r <sup>2</sup> = 0,97
Lt x Wt	B. Conchas	$y = 0,00003x^{3,2347}$	$y = 3,2347x - 10,331$	r <sup>2</sup> = 0,93
	B. Poço	$y = 0,00004x^{3,2119}$	$y = 3,2119x - 10,159$	r <sup>2</sup> = 0,97
Lt x Wb	B. Conchas	$y = 0,00001x^{3,6847}$	$y = 3,6847x - 13,488$	r <sup>2</sup> = 0,90
	B. Poço	$y = 0,00001x^{3,2163}$	$y = 3,2163x - 11,284$	r <sup>2</sup> = 0,96
Lt x Ws	B. Conchas		$y = 3,301x - 10,969$	r <sup>2</sup> = 0,83
	B. Poço	$y = 0,000006x^{3,5365}$	$y = 3,5365x - 12,871$	r <sup>2</sup> = 0,97
Wt x Wb	B. Conchas	$y = 0,2339x^{1,063}$	$y = 1,0638x - 1,4529$	r <sup>2</sup> = 0,90
	B. Poço	$y = 0,327x^{1,0013}$	$y = 1,0013x - 1,1179$	r <sup>2</sup> = 0,97
Wt x Ws	B. Conchas		$y = 0,9833x - 0,3153$	r <sup>2</sup> = 0,96
	B. Poço	$y = 0,1882x^{1,095}$	$y = 1,0955x - 1,6705$	r <sup>2</sup> = 0,97
Wb x Ws	B. Conchas		$y = 0,7904x + 1,4494$	r <sup>2</sup> = 0,77
	B. Poço	$y = 0,6846x^{1,0708}$	$y = 1,0708x - 0,3789$	r <sup>2</sup> = 0,95

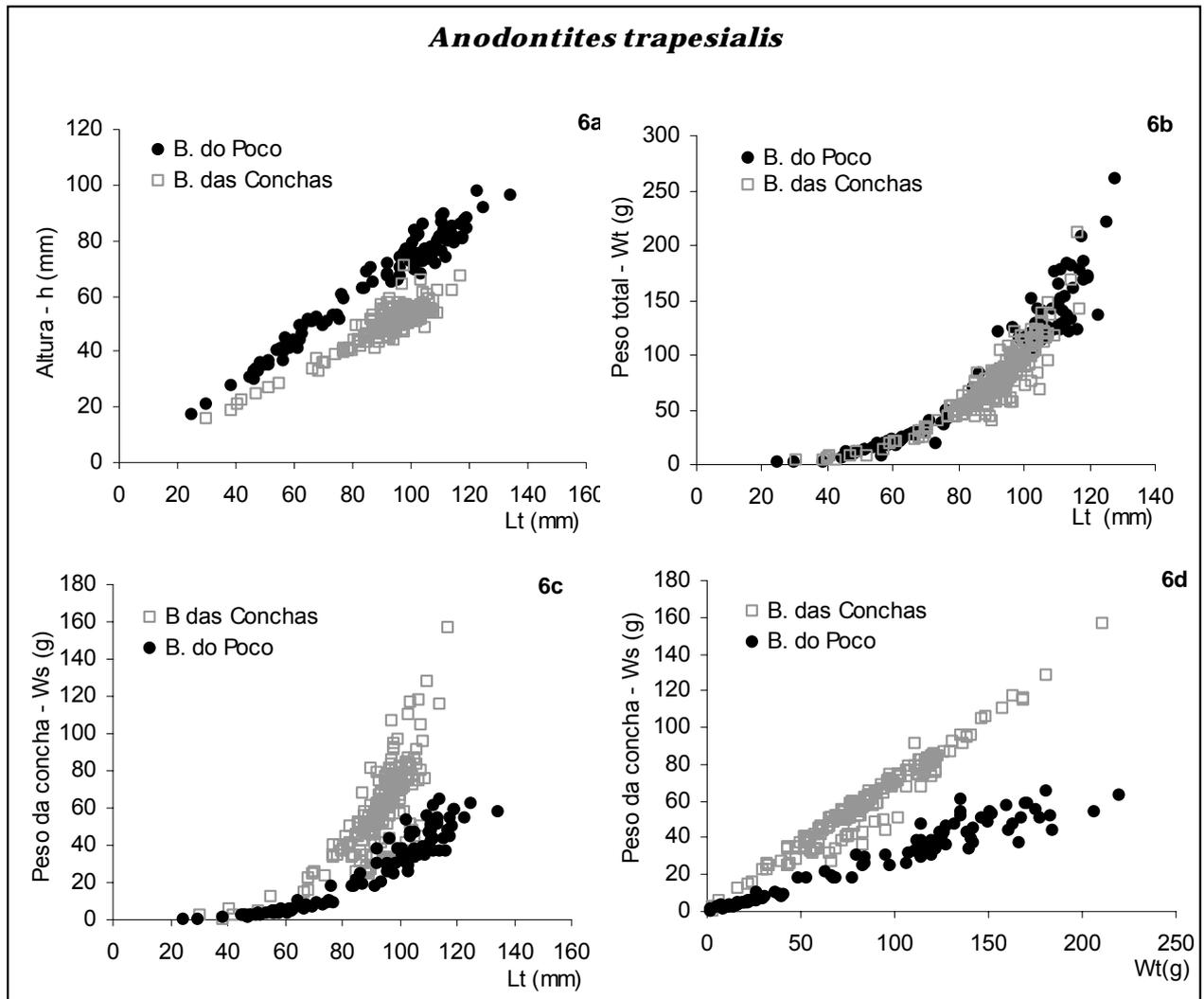


Fig 6. Relações entre as variáveis biométricas de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) provenientes da Baía das Conchas (□) e da Baía do Poço (●). 4a - Comprimento total - Lt (mm) x Altura - h (mm); 4b Comprimento total - Lt (mm) x Peso total - Wt (g); 4c Comprimento total - Lt (mm) x Peso da concha - Ws (g); 4d Peso total - Wt (g) x Peso da concha - Ws (g).

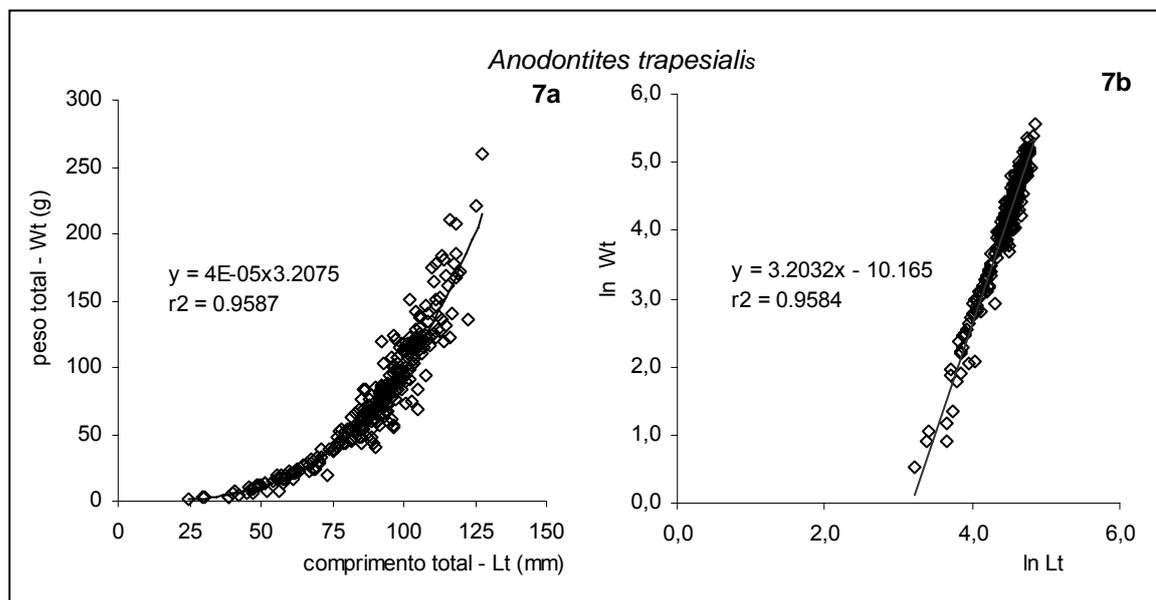


Fig 7. Distribuição gráfica da relação entre comprimento total (Lt) e peso total (Wt) de todos os indivíduos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1829), amostrados nos locais de estudo.

*Anodontites elongatus* (Swainson, 1823)

### Biometria

Estatísticas descritivas relativas às variáveis mensuráveis, comprimento da concha (Lt), altura (h), peso total (Wt), peso da massa somática (Wb) e peso da concha (Ws) estão apresentadas na Tabela IV.

Nas populações amostradas foi verificada uma amplitude de valores relativos ao comprimento total entre 31,2 e 84,87 mm nos 230 indivíduos trabalhados. Na Baía das Conchas o comprimento médio da população resultou em 62,04 mm (n=120), sendo que o menor indivíduo amostrado apresentou o comprimento total de 31,2 mm e o maior de 80,8 mm. Na Baía do Poço, o comprimento médio mensal foi de 64,71 mm, sendo que o menor indivíduo mediu 38,92 mm e o maior 84,87 mm. A flutuação dos valores médios de comprimento total para as populações de ambas as espécies encontra-se representadas graficamente nas Figs. 8a e 8b.

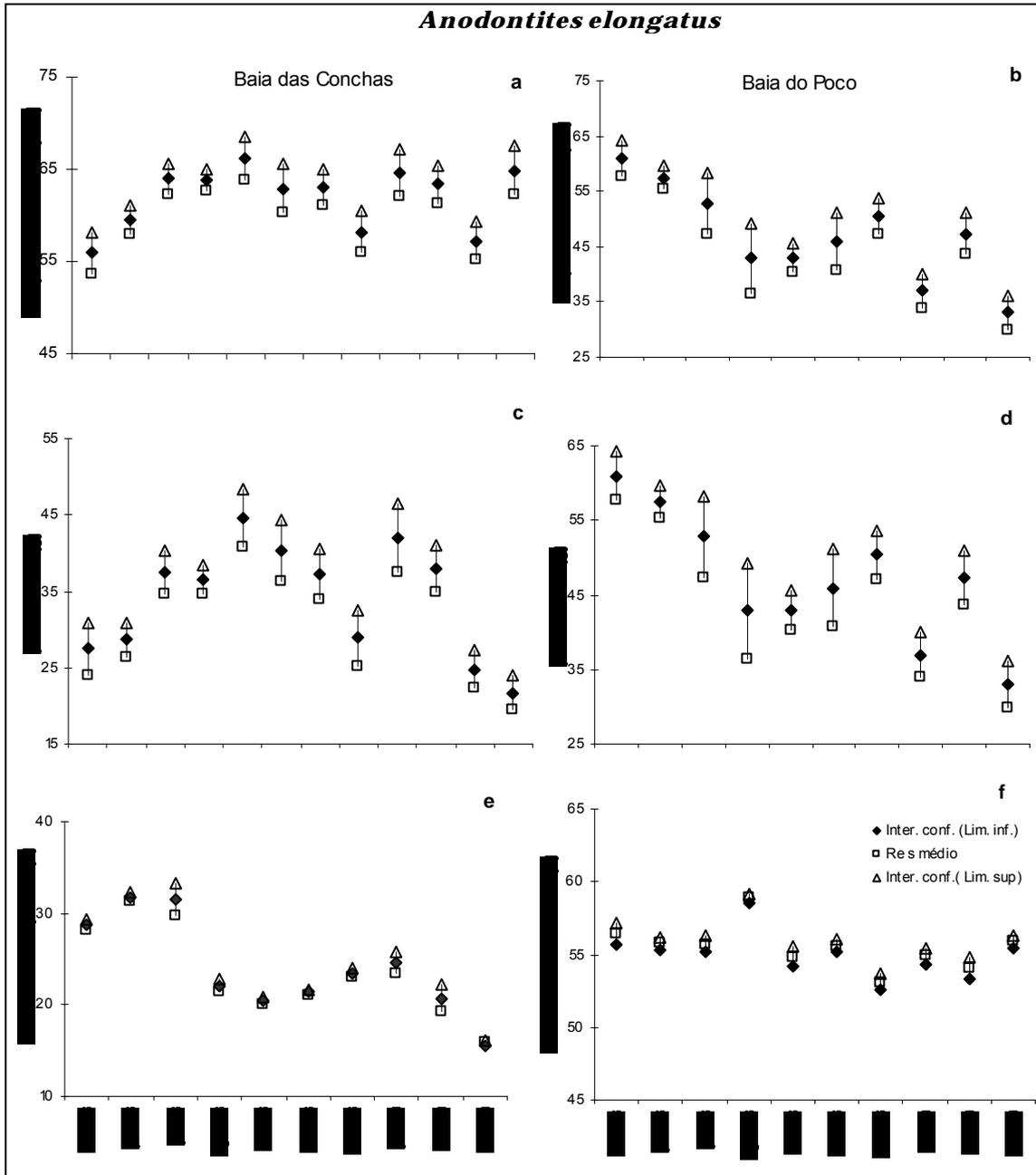


Fig 8. Variação temporal dos valores médios das variáveis biométricas de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823), na Estação I - Baía das Conchas e na Estação II - Baía do Poço.

Tabela IV. *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823): estatísticas descritivas das variáveis comprimento total (Lt, em mm), altura (h, em mm), peso total (Wt, em g), peso da massa somática (Wb, em g) e peso da concha (Ws, em g) para todos os indivíduos amostrados na Baía das Conchas (n=120) e na Baía do Poço (n=110).

<i>Anodontites elongatus</i> – Baía das Conchas	Lt	h	Wt	Wb	Ws
Mínimo	31,20	11,70	3,55	3,350	3,32
Máximo	80,80	49,10	73,89	34,04	38,25
Mediana	63,75	32,90	34,20	15,41	16,81
Média	<b>62,04</b>	31,67	<b>35,69</b>	14,99	17,14
95% CI Superior	64,19	32,72	39,13	17,39	19,99
95% CI Inferior	59,89	30,62	32,25	12,59	14,28
Desvio Padrão	11,87	5,79	19,01	8,44	10,03
Variância	141,03	33,60	361,47	71,32	100,69
Coefficiente de Variação (C.V.)	0,19	0,18	0,53	0,56	0,58
<i>Anodontites elongatus</i> – Baía do Poço	Lt	h	Wt	Wb	Ws
Mínimo	38,92	31,10	8,69	1,87	4,51
Máximo	84,87	68,77	102,25	25,13	61,94
Mediana	66,58	52,10	45,74	10,06	24,91
Média	<b>64,71</b>	51,76	<b>46,16</b>	10,96	25,66
95% CI Superior	66,70	53,52	50,24	12,10	28,02
95% CI Inferior	62,72	50,00	42,07	9,81	23,31
Desvio Padrão	10,53	9,30	21,61	6,05	12,47
Variância	110,89	86,60	467,05	36,64	155,65
Coefficiente de Variação (C.V.)	0,16	0,18	0,46	0,55	0,48

Em junho de 1998, oito indivíduos jovens foram coletados à margem da Baía do Poço. O mesmo tratamento desenvolvido com os jovens de *A. trapesialis*, foi dado para esta espécie. O comprimento total médio destes foi de 17,78 mm, variando entre 14,85 e 20,89 mm. Na Estação I, Baía das Conchas, não foram observados indivíduos pequenos, com comprimento total correspondente a estes.

A distribuição das frequências por ponto central das classes de comprimento total (Lt) está representada na Fig. 9a, onde foi possível constatar que a composição em tamanho dos indivíduos de *A. elongatus* é diferenciada nos ambientes estudados. Na Baía das Conchas, a distribuição apresentou um padrão unimodal, com o valor da moda em 66,50 mm. Por outro lado, na Baía,

do Poço, o padrão de distribuição da frequência relativa por classes de comprimento total, foi nitidamente bimodal, apresentando valores modais de 45,3 e 71,1 mm. Entretanto, quando estimados os coeficientes de variação (C.V.) do comprimento total de *A. elongatus* nas estações estudadas, não ocorreram grandes divergências, apresentando um C.V.= 19,10% na Baía das Conchas e um C.V.= 16,3% na Baía do Poço.

O peso total (Wt) médio das populações de *A. elongatus* foi de 40,44 g para todos os indivíduos amostrados (n=230). Na Baía das Conchas o valor médio para esta variável foi estimado em 35,69 g e para os indivíduos da Baía do Poço em 46,16 g. A amplitude de valores de peso total esteve entre 3,55 e 73,89 g na Baía das Conchas e 8,69 e 102,25 g na Baía do Poço. A análise gráfica da variação mensal revela uma flutuação dos valores do peso total ao longo do tempo (Figs. 8c e 8d), refletida pela estimativa do coeficiente de variação determinado em C.V = 53,3% na Baía das Conchas e C.V = 46,8% na Baía do Poço.

Quando se observa a Fig. 9b, referente à distribuição de frequências por classes da variável peso total, é nítida a ocorrência de indivíduos em uma amplitude maior de classe, quando comparado aos valores referentes ao peso dos indivíduos provenientes da Baía das Conchas .

Os valores médios da variável peso da concha (Ws), para as populações amostradas foram de 17,14 g na Baía das Conchas e 25,66 g na Baía do Poço. Na análise desta variável para *A. elongatus* as diferenças existentes não foram significativas quando comparadas às populações.

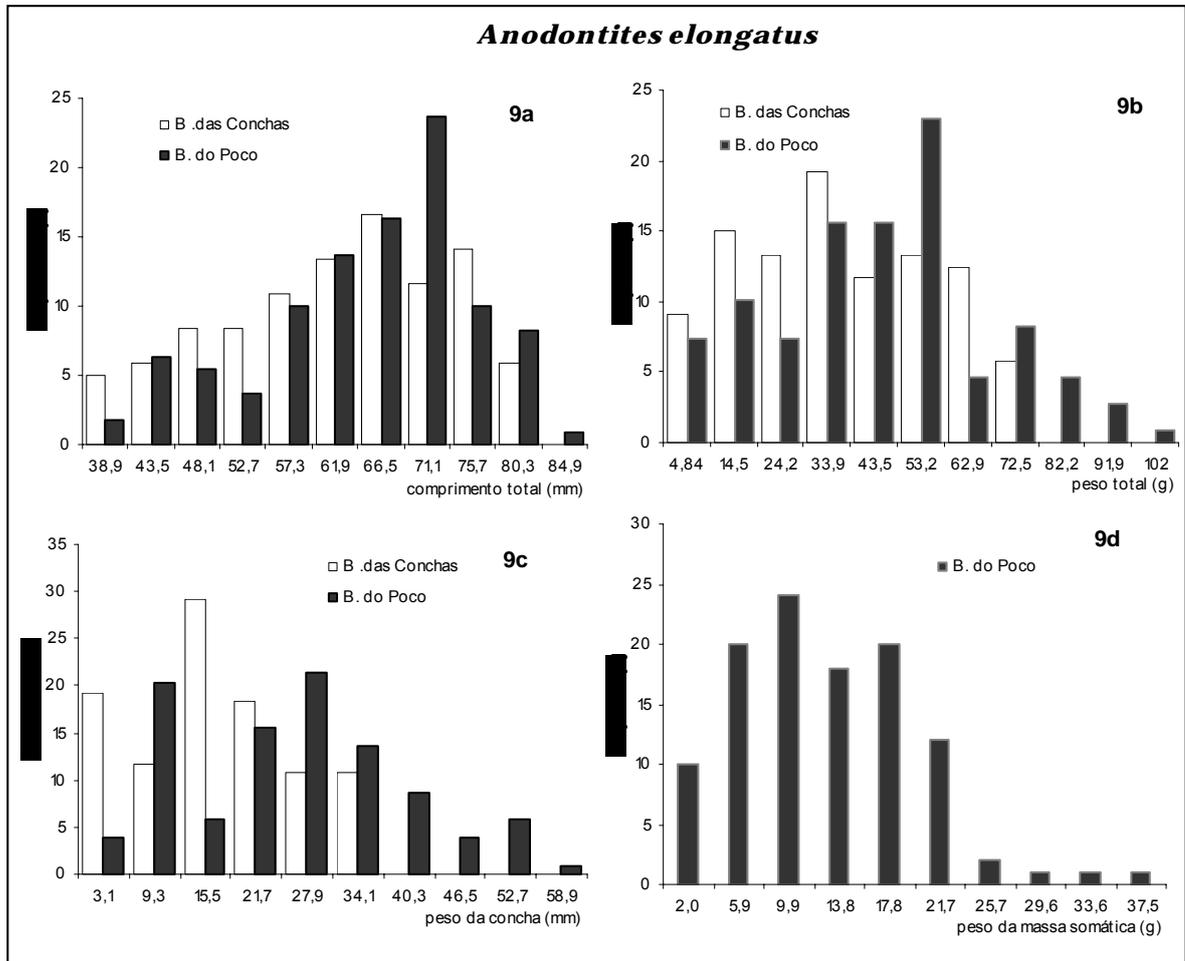


Fig 9. Distribuição de frequências por classes de comprimentos das variáveis comprimento total (Lt)-9a, peso total (Wt)-9b, peso das conchas (Ws)-9c e peso da massa somática (Wb)-9d, em *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823).

Para o cálculo da variável peso da massa somática (Wb) foram considerados apenas os indivíduos coletados na Baía do Poço, onde os valores de Wb foram obtidos diretamente, pesando-se as partes moles do organismo. Nesta Estação, os indivíduos de *A. elongatus* apresentaram uma variação entre 4,51 e 61,9 g, sendo que o valor médio ficou estabelecido em 10,96 g. O coeficiente de variação em torno das médias foi de 55%, indicando oscilação dos valores ao longo do período amostrado.

De acordo com as estimativas percentuais da contribuição de cada uma das parcelas relativas ao peso dos indivíduos coletados na Estação II - Baía do Poço, *A. elongatus* apresentou uma fração de 9,53% relativa à quantidade de água retida dentro das valvas (Fig.10).

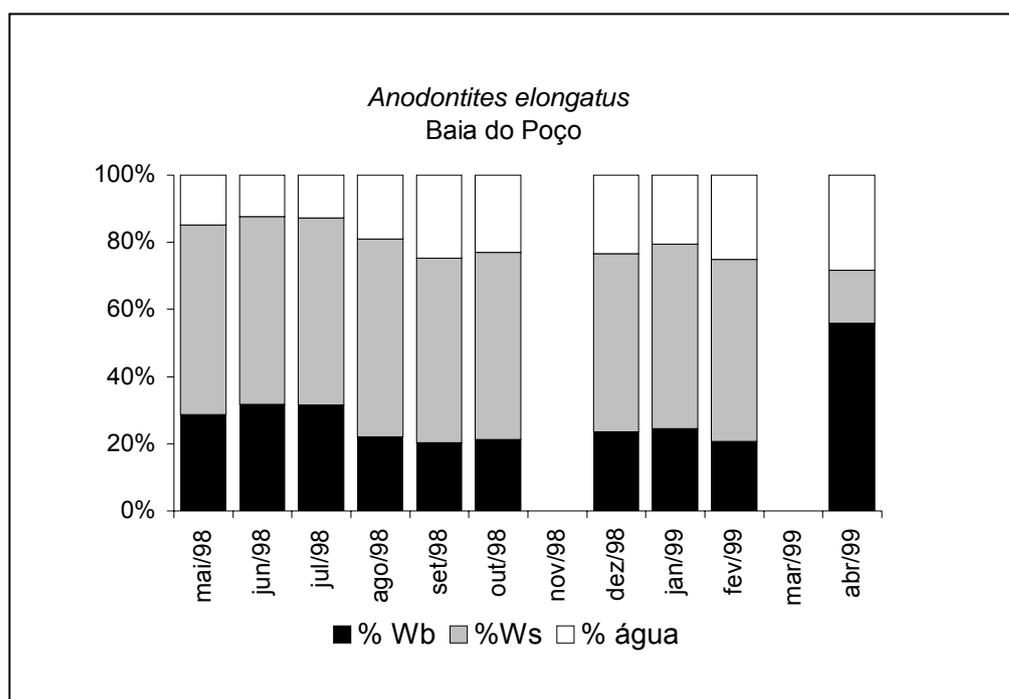


Fig. 10. Contribuição percentual das parcelas peso da massa somática (Wb), peso da concha (Ws) e percentual de água relativas ao peso total de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) amostrados na Baía do Poço, em Santo Antônio do Leverger, MT.

### Relação entre as variáveis

Para esta espécie, a análise gráfica da dispersão dos dados empíricos (Fig. 11) apresentou divergências apenas entre os conjuntos de dados relacionados às variáveis comprimento total (Lt) e altura (h) ( $P < 0,0001$ ; Fig. 11a). A estimativa do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) demonstrou que, para os indivíduos amostrados na Baía das Conchas ( $r^2 = 0,95$ ), a dependência entre estas variáveis é maior quando comparada com os indivíduos provenientes da Baía do Poço ( $r^2 = 0,78$ ).

Como a relação entre o peso total e o comprimento total (Lt x Wt), expressa o padrão de crescimento da espécie, os valores destas variáveis foram tratados isoladamente para cada um dos locais de amostragem (Fig. 11b), no sentido de detectar se haviam diferenças entre as populações.

Tabela V. *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823): expressões estimadas para as relações entre as variáveis biométricas na Estação I - Baía das Conchas, e para a Estação II - Baía do Poço.

Variáveis	Estação	Expressões	df	$r^2$
Lt x h	B. Conchas	$y = 0,8184x^{0,9059}$	118	$r^2 = 0,951$
	B. Poço	$y = 0,9286x^{0,9634}$		$r^2 = 0,780$
Lt x Wt	B. Conchas	$y = 0,00005x^{3,2253}$	118	$r^2 = 0,98$
	B. Poço	$y = 0,00006x^{3,2179}$	108	$r^2 = 0,97$
Lt x Ws	B. Conchas	$y = 0,0002x^{3,3521}$	118	$r^2 = 0,97$
	B. Poço	$y = 0,0003x^{3,2579}$	108	$r^2 = 0,95$
Wt x Ws	B. Conchas	$y = 0,5405x - 0,2934$	118	$r^2 = 0,96$
	B. Poço	$y = 0,5721x - 0,7385$	108	$r^2 = 0,98$

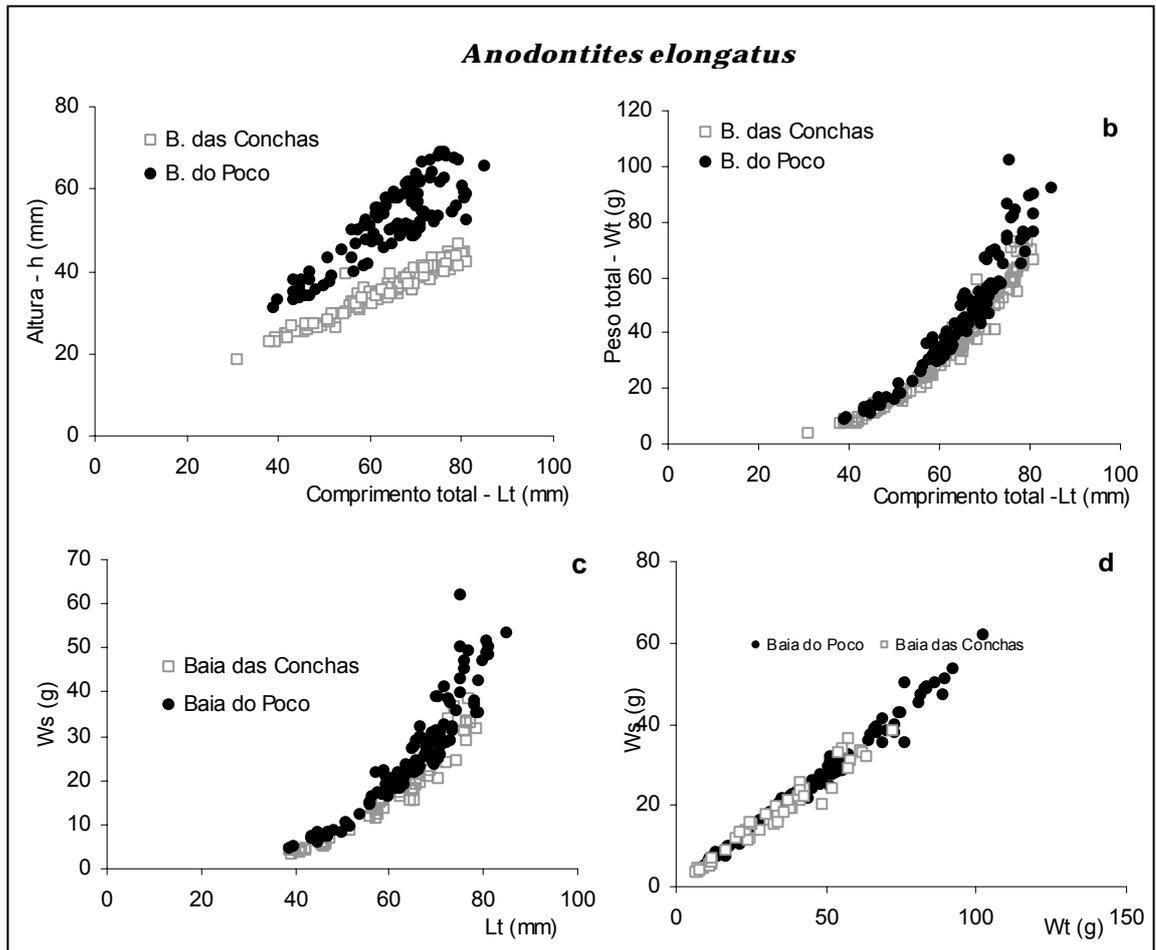


Fig 11. Relações entre as variáveis biométricas de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) provenientes da Baía das Conchas (□) e da Baía do Póço (●). 11a - Comprimento total- Lt (mm) x Altura - h (mm); 11b Comprimento total - Lt (mm) x Peso total - Wt (g); 11c Comprimento total - Lt (mm) x Peso da concha - Ws (g); 11d Peso total - Wt (g) x Peso da concha - Ws (g).

Na Fig. 12, os valores referentes ao comprimento total e o peso total foram tratados conjuntamente, para as duas localidades, e estão apresentados em gráfico de dispersão de pontos (Fig. 12a), juntamente com a expressão matemática referente à regressão, bem como a transformação logarítmica (Fig. 12b) para esta espécie. O coeficiente angular obtido a partir da estimativa da equação de regressão entre Lt e Wt de todos os indivíduos amostrados, sugere que *A. elongatus*, possui um padrão de crescimento isométrico ( $\theta = 3,26$ ), onde o indivíduo mantém as mesmas proporções entre as variáveis analisadas durante o seu crescimento.

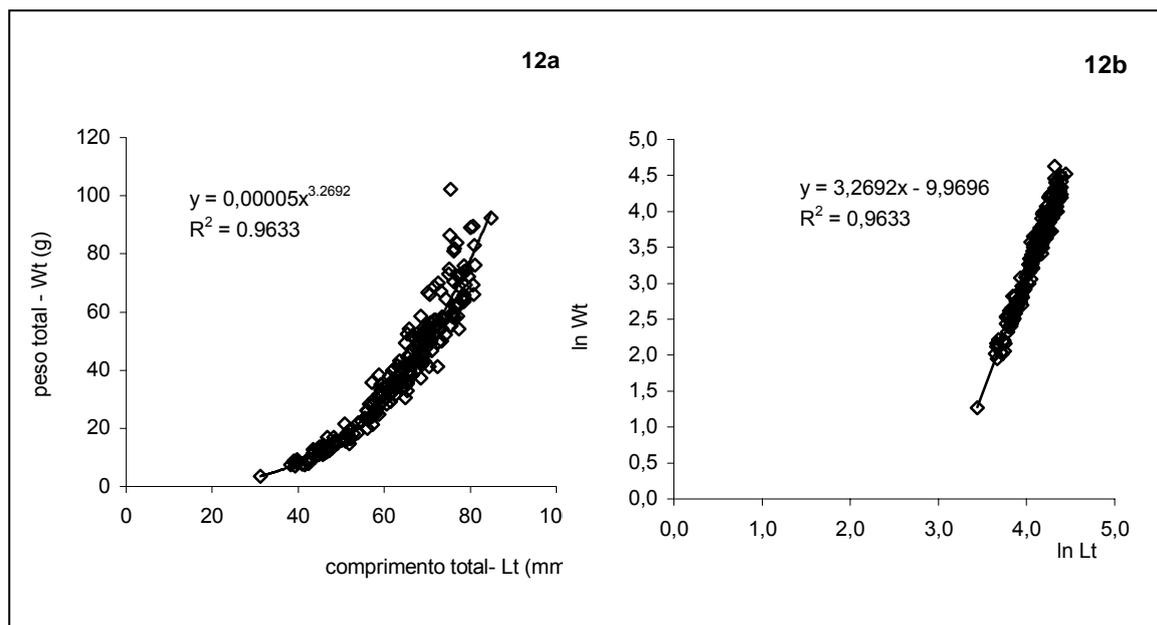


Fig 12. Distribuição gráfica da relação entre comprimento total (Lt) e peso total (Wt) de todos os indivíduos de *Anodontites trapesias* amostrados nos locais de estudo.

### **Características abióticas**

Durante as cheias, a lâmina d'água aumenta cerca de 3,0 m expandindo os limites marginais da lagoa e inundando a vegetação adjacente. Durante o período entre abril de 1998 e março de 1999 a água da Baía do Poço manteve-se neutra com tendências à alcalina nos períodos de vazante, com pH variando entre 6,0 e 8,5. A condutividade elétrica é baixa, característica dos corpos d'água da região, variando entre 33 e 72,3  $\mu\text{S/L}$ . Os valores registrados para a temperatura da água oscilaram entre 29,3 e 34,7°C. Medidas da penetração de luz, foram obtidas pelo disco de Sechi, variando entre 12,5 e 45 cm, e a turbidez da água esteve entre 84 e 299 ntu . O substrato é preferencialmente arenoso, rico em matéria orgânica, com áreas de silte próximas aos locais utilizados pela população. Análises relacionadas à concentração de matéria orgânica no sedimento revelaram que as concentrações mais elevadas ocorrem durante os meses de cheia e vazante.

Os valores referentes às variações mensais bem como distribuições de frequências relacionadas às variáveis biométricas consideradas neste estudo estão organizadas em tabelas e apresentadas como apêndices

### **DISCUSSÃO**

Comparando as populações da Baía do Poço e da Baía das Conchas foi possível observar diferenças morfológicas tanto para *A. trapesialis*, quanto para *A. elongatus*. Estas diferenças foram detectadas de imediato através de uma rotineira análise de estatística descritiva. Nas populações da Baía do Poço foram encontrados valores médios mais elevados para todas as variáveis consideradas.

Tais diferenças ficaram evidentes quando demonstradas através das análises de regressão entre os pares de variáveis. A segregação dos pontos nos diagramas de dispersão confere às duas espécies uma disponibilidade a variações (plasticidade) nas características morfológicas relacionadas à forma das conchas.

Regressões entre variáveis biométricas para distinguir as espécies *Anodonta anatina*, *A. cygnea*, *Pseudanodonta complanata*, *Unio pictorum* e *U. tumidus*, (ALDRIDGE 1999), apresentaram variações no coeficiente de inclinação das equações entre as espécies, conforme o local de onde provinham as amostras. Diferenças morfológicas intra e interespecíficas também foram observadas entre populações de *Margaritifera margaritifera* (BAUER 1992), *Hyridella depressa* (BYRNE 1998) e *Unio crassus* (HOCHWALD 2001), concordando com a hipótese de que as populações podem diferir nos traços inerentes a cada espécie (forma, tamanho, longevidade, fecundidade etc.), de acordo com suas aptidões à plasticidade, em respostas a variações ambientais (BAUER 1991).

As regressões entre as variáveis peso total e comprimento não apresentaram diferenças significativas, tanto para as populações de *A. trapesialis*, quanto para as populações de *A. elongatus*, fato demonstrado pela sobreposição de pontos quando foram analisados os pares de valores isolados para cada localidade e, também, quando analisados os valores de todos os indivíduos conjuntamente. Este evento sugere que o comprimento assintótico para ambas as populações pode ser o mesmo, e esta variável apresenta uma estreita correlação com os valores atingidos pelo peso total ( $r^2 > 95\%$ ). Em

populações de regiões temperadas, as diferenças nas relações peso x comprimento geralmente estão associadas à temperatura em decorrência da latitude, parâmetros que interferem diretamente na produtividade dos ambientes (BAUER 1992). Comparações entre a temperatura e a constante de crescimento demonstraram que a temperatura da água provoca um impacto significativamente positivo na taxa de crescimento do corpo. Esta dependência confirma a importância fisiológica deste parâmetro (HOCHWALD 2001). Entretanto, no Pantanal Matagrossense, onde as variações de temperatura são mínimas, o evento determinante da produtividade nos ambientes é o regime sazonal de inundações periódicas que retroalimenta os fluxos de matéria e energia (JUNK 2000).

As diferenças nas populações de *A. trapesialis* e *A. elongatus*, aparecem quando plotados os pares das demais variáveis (Lt x h, Lt x Ws, Wt x Ws), sendo que a altura (h) e o peso da concha (Ws), evidentes na segregação dos pontos no diagrama de dispersão, são confirmados pela MANOVA. A inferência possível nesta situação, provavelmente está relacionada à maior produtividade na Baía do Poço, sugerindo um rápido incremento da massa corpórea diretamente relacionado com a disponibilidade nutricional. É fato comprovado que a produtividade do habitat influencia diretamente a constante de crescimento (WALZ 1978; CRAIG 1994; ROPER & W. HICHEY 1994, JOKELA & MUTIKAINEN 1995; BYRNE 1998), entretanto para confirmar esta condição seria necessária a caracterização físico-química da água e do sedimento também da Baía das Conchas, o que possibilitaria uma comparação direta e simultânea entre os dois ambientes amostrados.

A Baía do Poço por estar localizada à jusante do município de Cuiabá e Várzea Grande, recebe uma elevada carga de detritos orgânicos. Contudo, um processo crítico de eutrofização não se instala neste ambiente, provavelmente devido às cheias periódicas que diluem e distribuem o excesso de matéria orgânica e nutrientes. O aporte de matéria orgânica aumenta a produtividade do sistema e, conseqüentemente, o incremento da massa corpórea nos *Anodontites*. Situação semelhante foi observada por BYRNE (1998), quando comparou populações de *Hyridella depressa*, na Austrália, e verificou que os indivíduos do lago Kedumba, ambiente enriquecido de nutrientes, apresentaram a massa visceral bem desenvolvida e fecunda, contrastando com as populações provenientes de ambientes oligotróficos (Pocket e Ripple Creeks) nas quais os indivíduos apresentavam pequeno porte e massa visceral reduzida. Em contrapartida, BAUER (1992), baseado em relações entre a constante de crescimento (k) e demais variáveis relacionadas a este, em diferentes populações de *Margaritifera margaritifera* demonstrou que há uma correlação negativa entre constante de crescimento e eutrofização, onde o período máximo de vida é reduzido com o aumento da concentração de nitratos; enquanto a  $A_{max}$  (idade máxima) e  $L_{\infty}$  (comprimento assintótico) aumentam consideravelmente em populações localizadas em regiões quase polares.

Além das características ambientais - fatores externos (disponibilidade de alimento e temperatura entre outros), devem ser considerados também vários outros fatores internos (e.g. padrões metabólicos e reprodutivos). As variações fenotípicas são mais evidentes na forma e superfície da concha, entretanto podem se estender a diferenças fisiológicas e comportamentais, como no caso do gênero *Hyriidella Swainson, 1840*, que apresenta alterações nos níveis de

glicogênio, consumo de oxigênio, frequência cardíaca e padrões de movimentação das valvas (WELKER *et al.* 2001).

Considerando o peso da concha como a variável determinante dentre diferenças apresentadas quando comparadas às populações, os fatores que, provavelmente, determinam o crescimento e espessura da concha, estão associados a eventos ambientais e metabólicos. Em bivalves de água doce,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{H}_2\text{CO}_3$  são ativamente concentrados no fluido extrapalial, favorecendo a deposição de cristais de  $\text{CaCO}_3$  sendo dependente direto da disponibilidade de carbonetos e íons cálcio no ambiente entre outros fatores. Durante o metabolismo aeróbico, os moluscos depositam carbonato de cálcio na forma de aragonita ou calcita, junto com o material orgânico, resultando no crescimento da concha. O metabolismo aeróbico está associado com os períodos ativos de bombeamento da água. Quando as concentrações de  $\text{O}_2$  caem, no micro-ambiente interno criado pelo encerramento das valvas, é utilizada a respiração anaeróbica e, o nível de ácido succínico ou outros ácidos orgânicos, aumentam no fluido extrapalial. Este ambiente ácido é gradualmente neutralizado pela dissolução do carbonato de cálcio da concha, levando à descalcificação e resultando um declínio total na massa da concha. A redução da massa da concha inclui também a perda de outros constituintes orgânicos e inorgânicos do animal (WILBUR & SALEUDDIN 1983).

Espécies de crescimento rápido e de conchas mais finas, gastam proporcionalmente menos energia para a produção da concha do que aquelas de crescimento lento e conchas mais grossas, concedendo a maior quantidade de energia para o crescimento e reprodução. Entretanto conchas mais finas, mais frágeis, aumentam a probabilidade de predação ou morte por ressecamento

durante épocas de exposição. Assim sendo, o sucesso atingido pela alocação de energia para a formação da concha e o crescimento dos tecidos na espécie, pode representar uma estratégia adaptativa.

Em decorrência das considerações feitas, fica estabelecido como desafio, reconhecer exatamente quais as influências que estão relacionadas direta e indiretamente aos padrões morfológicos que implicam no crescimento e, conseqüentemente, na produtividade de uma população.

### **CONCLUSÕES**

- Ambas as espécies apresentaram padrão de crescimento isométrico.
- Para *A. trapesialis*, as variáveis altura e peso da concha, variaram significativamente, quando comparadas as populações da Baía das Conchas em relação à Baía do Poço.
- *A. elongatus* apresentou diferenças significativas, relacionadas à variável altura da concha quando comparadas as populações das duas localidades estudadas.
- Fica comprovada a variabilidade fenotípica relacionada ao peso e forma dos *Anodontites* quando comparadas populações provenientes de diferentes localidades.
- A relação entre as variáveis biométricas de bivalves de água doce, refletem as características limnológicas do manancial onde estão inseridas, podendo ser utilizadas como mais uma ferramenta para controle de alterações ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, M. E. 1990. Shell growth in some Nile Bivalves. **J. Moll. Stud.** **56**:301-308
- ALDRIDGE, D. C. 1999. The morphology, growth and reproduction of Unionidae (Bivalvia) in a Finland Watertay. **J. Moll. Stud.** **65**: 47-60.
- ALLEN, S. E. 1989. **Chemical analysis of ecological materials**. 2ª ed. London, Blackwell Scientific Publications, 368p.
- ANDERSON, J. M. 1996. **Tropical soil biology and fertility** - A Handbook of methods. Sec. Ed., Information Press, Eynsham, XXp.
- AVELAR, W. E. P. & S. H. S. T. MENDONÇA. 1998. Aspects of gametogenesis of *Diplodon rotundus gratus* (Wagner, 1827) (Bivalvia: Hyriidae) in Brazil. **American Malacological Bulletin** **14**(2): 157-163.
- BAUER, G. 1991. Plasticity in life history traits of the freshwater pearl mussel - Consequences for the danger of extinction and for Conservation Measures, p. 103-120. In: A. SEITZ & V. LOESCHCKE (Eds). **Species conservation: a population biological approach**. Berkhäuses Verlag, Basel, XXp.
- BAUER, G. 1992. Variation in the life span and size of the freshwater pearl mussel. **Jour. Animal Ecology** **61**: 425-436.
- BAUER, G. 2001. Life-History variation on different taxonomic levels of naiads. In: Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. **Ecological Studies** **145**: 83-91.
- BEASLEY, C. R.; E. TURY; W. G. VALE & C. H. TAGLIARO. 2000. Reproductive cycle, management and conservation of *Paxydon syrmatophorus* (BIVALVIA: HYRIIDAE) from the tocantins river, Brazil. **J. Moll. Stud.** **66**: 393-402.
- BORZONE, C. A.; K. M. VARGAS; P. R. PEZZUTO & Y. A. G. TAVARES. 2001. Aspectos da reprodução e dinâmica populacional de *Chione pubera* (Bory Saint-Vicent) (Bivalvia, Veneridae) no sul do Brasil. **Revta. bras. Zool.** **18** (2): 333-349.
- BYRNE, M. 1998. Reproduction of river and lake populations of *Hyridella depressa* (Unionacea:Hyriidae) in New South Wales: implications for their conservation. **Hydrobiologia** **389**: 29-43.
- CALLIL, C. T. & W. J. JUNK. 1999. Concentração e incorporação de mercúrio por moluscos bivalves *Anodotites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819) do Pantanal de Poconé - MT, Brasil. **Biociencias** **7**(2): 3-28.
- CATALDO, O. & D. BOLTOVSKOY. 1999. Population dynamics of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) in the Paraná River Delta, Argentina. **Hydrobiologia** **380**: 153-163.
- CETESB 1990. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo - 1990. São Paulo, CETESB, 115p.
- CRAIG, N. I. 1994. Growth of the bivalve *Nucula annulata* in nutrient enriched environments. **Marine Ecology Progress Series.** **104**:77-90.
- EPA. 1979. **Quality water criteria**. Washington. 549p.
- EPA. 2002. **Lake and reservoir bioassessment and biocriteria**. Technical Guidance Document United States Environmental Protection Agency August 1998 EPA 841-B-98-007.  
<http://www.epa.gov/owow/monitoring/tech/lakes.html>

- HOCHWALD, S. 2001. Plasticity of Life-History Traits in *Unio crassus*, p. 127-142. In: G. BAUER & K. WÄCHTLER (ed.) **Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida**. Ecological Studies V. 145. XVII+396p.
- ITUARTE, C. F. 1985. Growth dynamics in a natural population of *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Sphaeriacea) at Punta Atalaya, Rio de La Plata, Argentina. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 20: 217-225.
- JOKELA, J. & P. MUTIKAINEN. 1995. Phenotypic plasticity and priority rules for energy allocation in a freshwater clam: a field experiment. **Oecologia** 104: 122-132.
- JUNK, W. J. 2000. The Amazon and the Pantanal: a critical comparison and lessons for the future, p. 211-224. In: F. A. SWARTS (Ed.). **The Pantanal: understanding and preserving the worlds largest wetland**. Minnesota, Paragon House, XXp.
- MORTON, B. 1982. Some aspects of the population structure and sexual strategy of *Corbicula cf fluminalis* (Bivalvia: Corbiculiacea) from the Pearl River, People's Republic of China. **J. Moll. Stud.** 48(1): 1-23.
- MUTVEI, H. & T. WESTMARK. 2001. How environmental information can be obtained from naids shells. P. 367 – 382. In: G. BAUER & K. WÄCHTLER (ed.) **Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida**. Ecological Studies V. 145. XVII+396p.
- PATZNER, R. A. & D. MÜLLER. 2001. Effects of Eutrophication on Unionids. P. 327-336. In: G. BAUER & K. WÄCHTLER (ed.) **Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida**. Ecological Studies V. 145. XVII+396p.
- PESO-AGUIAR, M.C. & J. R. VERANI. 1998a. Indicadores biométricos da agressão ambiental do petróleo e seus derivados em *Macoma constricta* (BIVALVIA - TELLINIDAE).- Seminário de Ecologia 8(3): 1447 – 1492.
- PESO-AGUIAR, M. C. & J. R. VERANI. 1998b. *Macoma constricta* (Bruguière 1792) (BIVALVIA - TELLINIDAE) as a biomonitor of chronic environmental contamination by petroleum in Todos os Santos Bay (Salvador - BA - Brazil). **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 26: 2015-2018.
- PHILLIPS, D. J. H. 1980. The use of biological indicator organisms to monitor trace environmental pollution in marine estuarine environments - A review. **Environ. Pollut.** 13: 281-317.
- ROPER, D. S. E C. W. HICHEY. 1994. Poulation structure, shel morphology, age and condition of the freshwater mussel *Hyridella menziesi*. (Unionacea, Hyriidae) from seven lake and river sites in the Waikato River Sistem. **Hidrobiologia.** 284: 205-217.
- WALZ, N. 1978. The energy balance of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* PALLAS in laboratory experiments and in Lake Constance. **Arch. Hydrobiol.** 55(2): 142-156.
- WELKER, K. F., M. BYRNE, C. W. HICKEY & D. S. ROPER. 2001. Freshwater mussels (Hyriidae) of Australasia, p.5-31. In: G. BAUER & K. WÄCHTLER (ed.) **Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida**. Ecological Studies V. 145. XVII+396p.
- WILBUR, K. M. & A. S. M. SALEUDDIN. 1983. Shell formation, p. 235-287. In: A. S. M. Saleuddin & K. M. Wilbur (Eds.). **The Mollusca**. 4: Physiology, Part 1, New York, Academic Press, XXp.
- ZIUGANOV, V., S. KALIUZHIN, V. BELETSKY & E. POPKOVICH. 2001. The pearl mussel-salmon community in the Varzuga River, Northwest Russia: Problems of Environmental Impacts. P. 359-366. In: G. BAUER & K. WÄCHTLER (ed.) **Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida**. Ecological Studies V. 145. XVII+396p.

*Escolha um trabalho que você ama e  
não terá que trabalhar um único dia em sua vida.*

*(Confúcio)*

GAMETOGÊNESE EM *ANODONTITES TRAPESIALIS* E *ANODONTITES*  
*ELONGATUS* (UNIONOIDA: MYCETOPODIDAE) NO PANTANAL DO MATO  
GROSSO, BRASIL<sup>1</sup>.

CLAUDIA T. CALLIL<sup>2</sup> & MARIA CRISTINA D.MANSUR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Estudo desenvolvido através do Projeto Ecologia do Pantanal/UFMT, SHIFT-  
CNPq/BMBF.*

<sup>2</sup>*Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, UFMT, Av. Fernando  
Corrêa da Costa, Cuiabá - MT, 78000-900, Brasil. e-mail: callil@terra.com.br*

*(CAPES/PICDT)*

<sup>3</sup>*Laboratório de Malacologia, Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS,. Av. Ipiranga 6681.  
Porto Alegre - RS, 90619-900, Brasil. e-mail: mcmansur@puers.br (CNPq 305365/76)*

## RESUMO

O ciclo reprodutivo de duas espécies de Mycetopodidae, família de bivalves de água doce exclusiva da América do Sul, foi estudado entre os meses de maio de 1998 a abril de 1999, em um pequeno lago drenado pelo rio Cuiabá no limite Norte do Pantanal de Mato Grosso, Brasil. O gênero *Anodontites* Bruguière, 1792, revela uma variabilidade interespecífica quando considerada a categoria sexual das espécies. Através de análises histológicas verificou-se que *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) é uma espécie exclusivamente hermafrodita e *A. elongatus* (Swainson, 1823) dióica com hermafroditismo esporádico. A análise quantitativa dos elementos celulares, revelou que a gametogênese é contínua com picos de maturação e eliminação dos gametas durante as estações de vazante e seca. A ovogênese tem seu período de maturação máxima em abril e maio, momento em que óvulos maduros são observados preenchendo os folículos e gonoductos. A espermatogênese é reconhecida pela fase proliferativa composta exclusivamente de mórulas espermáticas. Na fase de diferenciação, os elementos celulares se organizam em séries espermáticas radiais. Durante o período de eliminação dos gametas a maioria dos folículos apresentam agregados de espermatozóides denominados de “spermballs”, caracterizando assim as espécies em estudo como espermatozeugmatas.

Palavras-chave: UNIONOIDA, Mycetopodidae, reprodução, espermatozeugmatas, Pantanal do Mato Grosso, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A família Mycetopodidae, exclusiva da América do Sul, é diferenciada dos demais Unionoida por possuir uma larva parasita temporário de peixes, do tipo lasídio. Esta família, junto com Hyriidae, disponibilizam as demibrânquias internas atuando como marsúpios para o desenvolvimento destas larvas. Apesar de vasta a literatura que aborda temas relacionados à reprodução de bivalves de água doce nos diferentes continentes, na América do Sul são escassos os trabalhos que descrevem o ciclo sexual de bivalves nativos (Curial & Lange, 1975; Peredo & Parada, 1986; Maldonado *et al.*, 1990; Avelar & Mendonça, 1998; Beasley *et al.*, 2000; Vale, 2002; Semenas & Brugni, 2002). A maior parte destas publicações referem-se às espécies de representantes da família Hyriidae. Apenas Bonetto & Ezcurra (1962a, b) e Maldonado *et al.*, (1990) retratam alguns aspectos relacionados à reprodução de duas espécies de Mycetopodidae, respectivamente *A. trapesialis forbesianus* (Lea, 1860) e *A. soleniformis* (Orbigny, 1835). Apesar de se tratar de um grupo diferenciado, freqüente, abundante e de ampla distribuição geográfica, ainda não existem informações básicas disponíveis sobre a biologia e ecologia do gênero *Anodontites* Bruguière, 1792.

Objetivando detectar a presença de mercúrio, metal utilizado indiscriminadamente nos garimpos de ouro, Callil & Junk (1999 e 2000) verificaram a ausência completa de dados que subsidiassem a elaboração de um programa de monitoramento utilizando as espécies de *Anodontites* como organismos sentinelas e indicadores de alterações ambientais.

O estudo do ciclo sexual de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *A. elongatus* (Swainson, 1823), vem oferecer informações a pesquisadores que atuam em áreas básicas, como a taxonomia e sistemática filogenética, bem como a biologia do desenvolvimento, ecologia de populações e sistemas, e até mesmo a ecotoxicologia. O objetivo direto deste estudo é compreender os padrões reprodutivos e os ciclos do desenvolvimento dos gametas de *Anodontites trapesialis* e *A. elongatus* na lagoa Baía do Poço, em Santo Antônio do Leverger, estado de Mato Grosso.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A Bacia do Alto Rio Paraguai ocupa uma posição central no continente sul-americano, e integra áreas territoriais do Brasil, Bolívia e Paraguai. Apresenta uma superfície de 496.000 km<sup>2</sup>, dos quais, 80% ou 396.800 km<sup>2</sup>, estão inseridos na região Centro Oeste do território nacional, nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O Pantanal Mato-grossense está ao Norte da Bacia Platina (Figura 1). As coordenadas abrangem os paralelos 16 a 22 de latitude Sul e os meridianos 55 a 58 de longitude Oeste, sendo que a área total compreende cerca de 140.000 km<sup>2</sup> (Alvarenga *et al.*, 1984).

O clima do Pantanal é caracterizado como sendo tropical semi-úmido por Valverde (1972). A ocorrência de altas temperaturas, determina um caráter megatérmico para o Pantanal, a temperatura média anual de 25,1°C, varia entre 27,4°C (Dezembro) e 21,4 °C (Julho) (Tarifa, 1986).

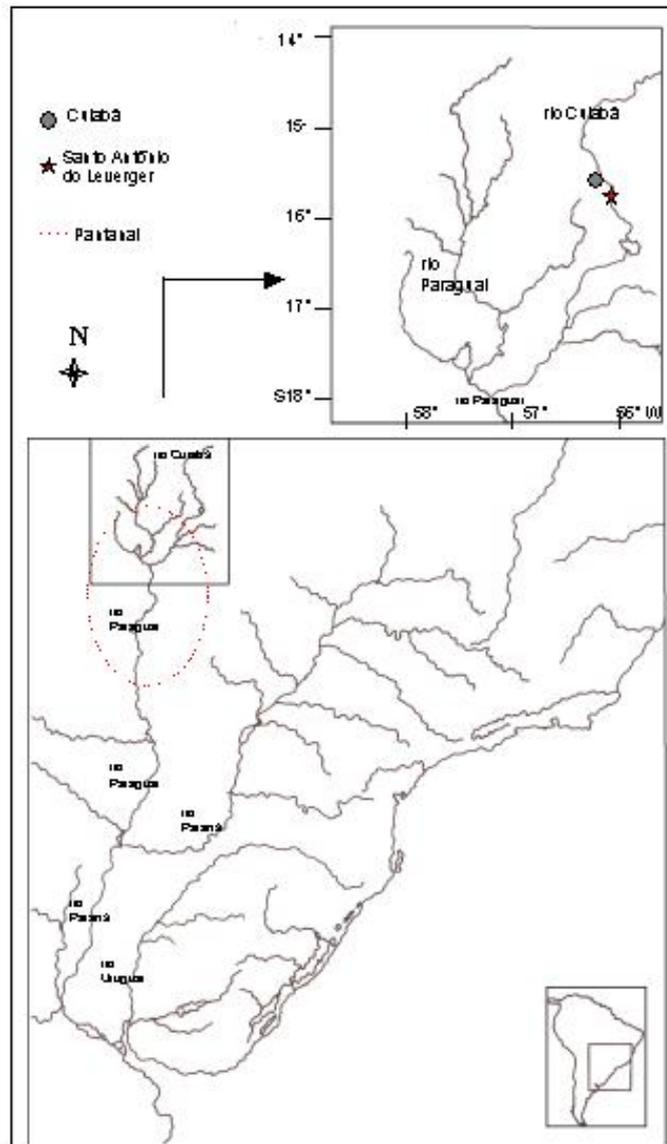


Figura 1. Localização da área de estudos. ★ Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, Brasil.

A distribuição sazonal da pluviosidade, determina uma alternância de estação chuvosa e seca com precipitações máximas (250 a 300 mm) na primavera-verão, e com menor intensidade durante o outono e inverno (abaixo de 100 mm), atingindo níveis mínimos de 5 mm em Cuiabá e Cáceres, durante os meses de julho e agosto respectivamente (Tarifa, 1986). O declive Leste-Oeste, na região acima descrita, é mais acentuado que o Norte-Sul, fazendo com que as águas dos afluentes cheguem ao eixo Norte-Sul do rio Paraguai, com muito mais velocidade que sua capacidade de escoamento. Daí deriva o alagamento constante da área. Este quadro físico mostra que as inundações na área do Pantanal Mato-grossense decorrem mais do volume de água trazido pela rede de afluentes do Rio Paraguai, aliado à fraca declividade do terreno e tipo de solo, do que da pluviosidade em si (Alvarenga *et al.*, 1984).

Junk *et al.*, (1989) denominam a área alagável como a zona de transição terrestre/aquática (Aquatic Terrestrial Transition Zone - ATTZ) devido ao fato de apresentar alternância de ambientes aquáticos e terrestres, o que estabelece diferenças com os demais sistemas aquáticos. Esta situação altera as características físico-químicas do ambiente fazendo com que a biota responda com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas, fenológicas e/ou comportamentais, produzindo estruturas de comunidades características (Junk & Furch, 1993; Junk, 2000). Tal definição reconhece que a periodicidade do pulso de inundação causa um impacto perceptível na biota e esta responde com uma reação definida ao pulso. Neste caso, o pulso da enchente é considerado como a principal força de manutenção do sistema pantaneiro.

Afluentes do rio Paraguai, o rio Cuiabá é um dos principais corpos de drenagem do Pantanal de Mato Grosso. Suas nascentes estão na Serra Azul e a

bacia de drenagem ocupa quase 100.000 km<sup>2</sup>, com vales íngremes no alto do curso, quando recebe pela margem esquerda o rio Manso, alargando-se nas proximidades do município de Cuiabá, formando extensas áreas inundáveis (Carvalho, 1986).

Localizada no município de Santo Antônio do Leverger, a Baía do Poço é uma lagoa marginal, considerada como área de inundação adjacente ao rio Cuiabá, estando conectada permanentemente a este, exceto em períodos de drásticas estiagens. As características físico-químicas da água são determinadas principalmente pelo pulso de inundação periódica, definido pelo regime sazonal de secas e cheias. A seleção deste ambiente para o desenvolvimento do presente estudo, deu-se em decorrência da presença freqüente e abundante dos organismos em questão, bem como ao fato desta lagoa, provavelmente, receber o "input" de matéria orgânica proveniente do lançamento de resíduos clandestinos oriundos das cidades de Cuiabá, Várzea Grande e Santo Antônio do Leverger.

#### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Durante o período entre maio de 1998 e abril de 1999, em intervalos mensais, simultaneamente à coleta de bivalves, foram medidas as principais variáveis físico-químicas da água: temperatura, pH, condutividade elétrica e turbidez. Para a tomada das medidas utilizou-se equipamentos WTW com sensores específicos para as diferentes variáveis. Amostras de água e sedimento foram coletadas simultaneamente à coleta dos bivalves. Os dados mensais referentes às amostras de água e sedimento, estão sistematizados em tabelas e gráficos apresentados em anexo.

## AMOSTRAGEM DOS BIVALVES

Ao longo do período de amostragem, a cada mês, cerca de 10 bivalves foram coletados manualmente ou com o auxílio de uma draga de arraste (durante a cheia), em local pré-determinado na Baía do Poço. Para o transporte dos organismos vivos adaptaram-se recipientes plásticos contendo água do local de origem e acondicionados em caixas de isopor. No Laboratório de Ecologia de Invertebrados do PEP/UFMT, os exemplares de cada espécie, isoladamente, foram acondicionados em tanques com capacidade de 1000 l até o momento da manipulação para a obtenção dos dados.

Para o estudo da dinâmica populacional relacionada ao ciclo sexual, foram obtidas as medidas de comprimento total (Lt, mm) utilizando um paquímetro digital modelo Starret, com curso de 150 mm/6" e resolução de 0,01 mm, e 0,0005". Relacionadas ao peso dos indivíduos, foram consideradas três variáveis: o peso total (Wt, g), correspondendo ao peso completo do indivíduo; o peso do corpo (Wb, g), o qual corresponde ao peso da massa somática isoladamente, após ter eliminado a água retida no espaço intervalvar; e o peso das conchas (Ws, g) correspondente ao peso das duas valvas. Todas as variáveis relacionadas ao peso foram registradas com o organismo fresco (peso úmido) utilizando uma balança analítica com definição de três casas decimais. Tratamento histológico

Imediatamente após a obtenção das variáveis biométricas, dando seqüência ao estudo da gametogênese, foram feitos seccionamentos transversais na porção mediana central da massa visceral (Figura 2). Este material foi fixado em solução de Bouin por 24 h, e posteriormente transferido para álcool 70%. O protocolo histológico utilizado foi o de rotina, iniciando com uma série

crescente de desidratação em álcool, seguida de diafanização em xilol e inclusão em parafina histológica. Os cortes foram feitos em micrótomo manual Laica com espessura de 6µm e a coloração seguiu o método bicrômico usual de Hematoxilina-Eosina.

As análises histológicas procederam com a utilização de microscópio óptico. Para facilitar a interpretação das lâminas e descrição dos estágios de desenvolvimento gonadal, foram obtidas imagens de todos os exemplares microtomizados, em aumento de 50x, 100x, 400x e 1000x, através de um sistema Pixera Veiwfinder de edição, acoplado a um microscópio Zeiss-Axiolab.

#### DETERMINAÇÃO DO CICLO SEXUAL

Para a compreensão do ciclo sexual, com base no reconhecimento de diferentes estágios sucessivos de desenvolvimento, foram utilizados uma série de critérios qualitativos relacionados às características histológicas, listados a seguir:

- folículos: abundância, forma, tenacidade, espessura das células epiteliais, presença de células primordiais agregadas.
- ductos foliculares: estrutura epitelial, ciliação e presença de substância amarela intra e extracelular .
- células primordiais: presença, tamanho relativo, densidade (coloração), localização dentro do folículo, formação de séries periféricas, diferenciação.
- gametas femininos: tamanho, forma, tenacidade, coloração, presença de vitelo, localização e preenchimento do folículo.
- gametas masculinos: presença, quantidade e desenvolvimento da série espermática radial, presença e quantidade de mórulas espermáticas, presença e agregação de espermatozóides, formação de esferas de espermas.

No sentido de evitar a subjetividade oriunda da caracterização qualitativa, normalmente utilizada para reconhecer o ciclo sexual em moluscos bivalves, optou-se por também aplicar métodos quantitativos. A partir da análise e quantificação dos elementos celulares, (Jones, 1986, Haggerty *et al.*, 1995) foi possível completar as informações relativas à gametogênese, bem como confirmar o período de eliminação dos gametas das espécies de *Anodontites* aqui consideradas.

A ovogênese foi quantificada através do valor médio de cada tipo celular em dez folículos de cada espécime. Foram considerados dois tipos celulares. Ovócitos em desenvolvimento - OC: células pequenas ( $\sim 12,5 \mu\text{m}$ ) e periféricas, densamente coradas por Eosina, agregadas ou não ao epitélio folicular. Óvulos em vitelogênese e maduros - OV: células maiores ( $\sim 50,0 \mu\text{m}$ ), ovaladas ou hexagonais, preenchidas por grânulos translúcidos, quase sempre localizadas no centro do folículo. Também foram obtidas as medidas do diâmetro dos óvulos em desenvolvimento - tOV: que corresponde ao diâmetro de um óvulo vitelínico em cada folículo. Procurou-se obter as medidas em óvulos nos quais o plano de corte atravessava o núcleo.

Para quantificar a espermatogênese, foram considerados quatro tipos celulares. Células em desenvolvimento - CD (nesta categoria são consideradas parte das células que compõe a série espermática): espermatogônias, espermatócitos de 1ª ordem, espermatócitos de 2ª ordem e espermatídes. Mórulas espermáticas - ME: equivocadamente denominadas mórulas, entretanto comumente citadas sob esta denominação, foram consideradas as formas de agregação celular, de configuração semelhante ao estágio embrionário de mórula, independente do posicionamento na

série espermática. Espermatozóides - ESP: gametas maduros, já diferenciados e independentes. Esferas de espermas - EE: denominadas de “spermballs”, como o próprio nome diz, são agregados esféricos de espermatozóides maduros, os quais estão unidos pelo acrossoma, os flagelos são livres e possuem movimento. Os tipos celulares descritos foram contados ao longo de um transecto de 0,1 mm no sentido epitélio-lúmen, sob aumento de 1000x, em dez folículos por espécime analisado.

Análises de variância simples e multivariadas (ANOVA e MANOVA) foram aplicadas para determinar diferenças significativas nas análises quantitativas dos elementos foliculares; o teste de Scheffé foi considerado na análise *a posteriori*, no sentido de verificar diferenças isoladas entre variáveis.

## RESULTADOS

### *Aspectos gerais da anatomia gonadal*

No gênero *Anodontites*, bem como na maioria dos bivalves Unionoidea, os folículos gonadais estão presentes na porção da massa visceral situada na região central e postero-dorsal do pé (Figura 2). Os gametas são formados no interior de folículos dispersos nesta parte da massa visceral. Estes apresentam dimensões variáveis caracterizados por estrutura ramificada, arborescente, semelhantes à ácinos glandulares, caracterizados por pequenas dilatações saciformes. Os folículos estão envoltos por um tecido de preenchimento composto por elementos do tecido conjuntivo e supostamente grânulos de cálcio espalhados pelos espaços intercelulares. Entremeando a estrutura folicular observam-se feixes transversos de fibras musculares que sustentam todo o conjunto (Figuras 3a, 3e, e 3f).

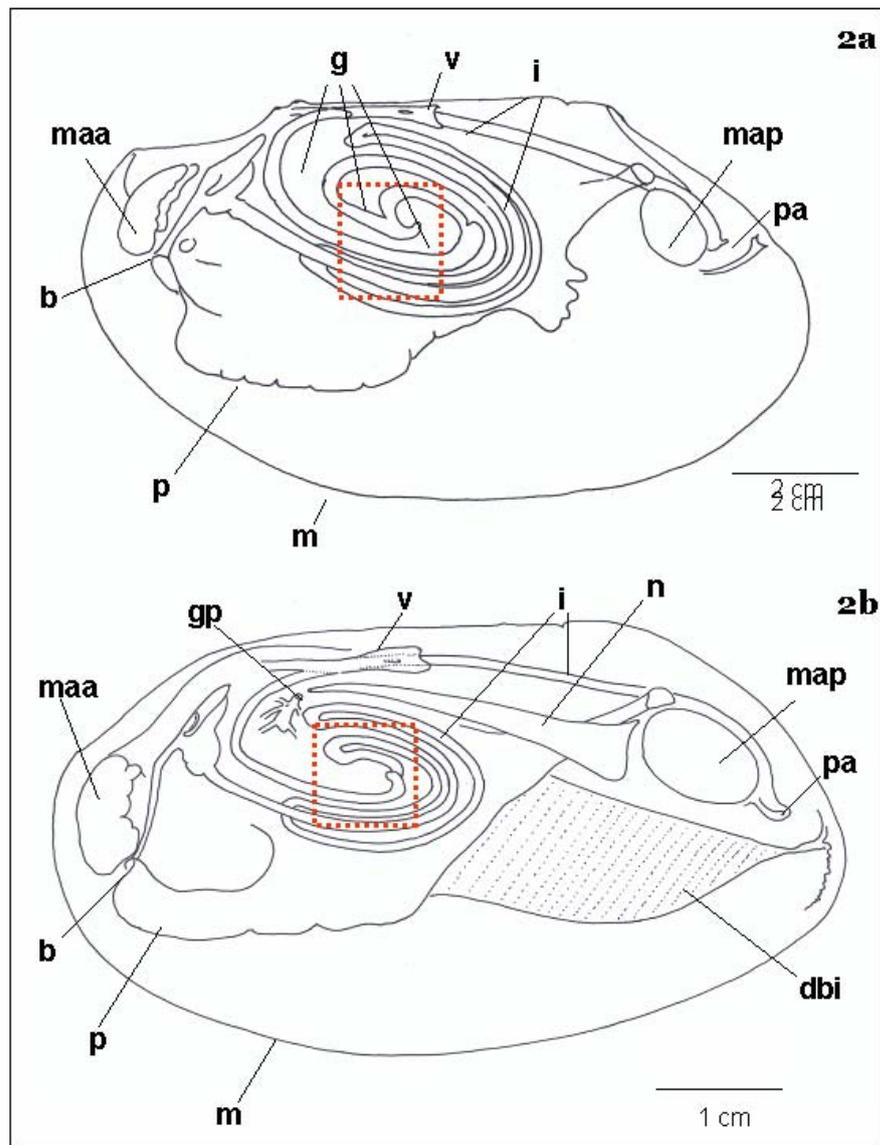


Figura 2. Vista esquemática dos órgãos internos, localizando o fragmento da massa visceral retirado para a análise histológica das gônadas. 2a - *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819), 2b - *A. elongatus* (Swainson, 1823). Abreviaturas: b - boca, dbi - demibrânquia interna, g - gônadas, gp - gonoporo, i - intestino, m - manto, maa - músculo adutor anterior, map - músculo adutor posterior, n - nefrídio, p - pé, pa - papila anal, v - ventrículo.

Os gametas são produzidos a partir de células primordiais do epitélio folicular que sofrem diferenciação ao longo do processo de maturação (Figura 3h). Óvulos e espermatozóides são eliminados através de ductos exclusivos ou não, conforme a categoria sexual a qual se enquadra a espécie considerada. Em espécies hermafroditas, como *A. trapesialis*, foram encontrados óvulos maduros circundados por gametas masculinos ao longo dos ductos (Figura 3g); por outro lado, em *A. elongatus*, espécie dióica, os ductos são exclusivos e independentes para os folículos masculinos e femininos (Figuras 19d, 20g e 20l).

Para serem lançados, os gametas atravessam os poros genitais que se abrem em ambos os lados do corpo, localizados próximo ao poro excretor renal, na região anterior do canal suprabranquial correspondente. Os poros genitais são protegidos dorsalmente por uma projeção do tecido epitelial.

#### *Desenvolvimento dos folículos gonadais*

A partir de uma avaliação histológica ao longo do período amostrado para cada uma das espécies e seguindo os critérios descritos, elegeram-se eventos prioritários que pudessem definir estágios sucessivos de desenvolvimento gonadal. Foram caracterizados cinco estágios de desenvolvimento folicular. Tal classificação foi elaborada de forma a contemplar as características inerentes a ambas espécies, e adequando-se à realidade do gênero *Anodontites* frente às flutuações sazonais características da região do Pantanal.

*I) Inatividade sexual* (Figura 3a). Ausência de indícios foliculares. Geralmente características em indivíduos jovens, antes de iniciar atividade reprodutiva. Pode ocorrer também em indivíduos, após terem passado pelo período de eliminação dos gametas. Nestas circunstâncias, há resquícios foliculares

esparso pela massa visceral, podendo apresentar elementos celulares remanescentes em reabsorção.

*II) Proliferação celular - início de maturação* (Figura 3b). Os exemplares neste estágio caracterizam-se por apresentarem folículos distribuídos pela massa visceral. Os folículos estão preenchidos por células basófilas (folículos masculinos) ou acidófilas (folículos femininos), densas, pequenas e de tamanho uniforme. Estas células, denominadas de elementos proliferativos (ovogônias ou espermatogônias), preenchem por completo o espaço intrafolicular (fol. masculino) (Figuras 10h, 20a), ou podem apresentar-se organizadas em camadas periféricas liberando o lúmen central (fêmeas) (Figuras 3d e 9i). Nos folículos masculinos, não há indícios de diferenciação celular e formação de séries espermáticas, sendo característico neste estágio, a presença de uma grande quantidade de mórulas espermáticas.

*III) Diferenciação celular – maturação* (Figuras 3c e 3d). Nesta fase, os folículos ocupam de forma generalizada a massa visceral. O epitélio folicular simples, composto por células pavimentosas com núcleos evidentes, é bem definido. Nos folículos masculinos, células gametogênicas apresentam-se organizadas em pacotes periféricos. É possível observar espermatogônias e espermatócitos configurando inicialmente a série espermática radial. No lúmen podem ocorrer nuvens de elementos maduros, espermatozóides (Figuras 3c, 10b, 10j, 20b, 20 d e 20h). Em folículos femininos, observa-se o aumento no tamanho dos ovócitos devido ao acúmulo de substância nutritiva. Neste momento ocorre a migração de ovócitos em vitelogênese para o centro folicular, podendo assumir uma forma hexagonal pelo acúmulo de células no lúmen (Figura 9k e 19j).

*IV) Eliminação – maturo* (Figura 3e, 3g). Período caracterizado principalmente pela presença de grande quantidade de espermatozóides, tanto no lúmen folicular, quanto ao longo dos ductos (Figuras 10k, 10l, 20l). É intensa a produção de grânulos compostos por uma substância amarela translúcida no epitélio dos gonoductos, a qual se intensifica com o processo de eliminação dos gametas. Normalmente acumulados no interior das células epiteliais dos ductos masculinos, estes grânulos também podem ser encontrados dispersos pela massa visceral, principalmente ao redor dos folículos masculinos (Figura 9c, 10b e 10l, 19g, 20e, 20g, 20h). Durante o processo de eliminação dos gametas, pode ocorrer a proliferação de novos elementos, caracterizada nas fêmeas pela presença de óvulos maduros no lúmen folicular, simultaneamente com a produção de várias séries periféricas de ovogônias. A maioria das células está conectada ao epitélio folicular através de um pedúnculo, o qual possibilita preenchimento das células em processo de vitelogênese, a partir das células nutritivas do epitélio folicular (Figura 9i, 19j). Nos folículos masculinos, é comum a ocorrência de uma ou várias esferas de espermatozóides, “spermballs” (Figuras 10d, 20e, 20i), as quais também podem ser visualizadas ao longo dos ductos (Figura 20e).

*V) Esgotamento.* Aqui ocorre a eliminação total dos gametas. O epitélio folicular é disforme conferindo um contorno irregular para os folículos. Nas fêmeas raramente ocorrem óvulos remanescentes da fase de eliminação, geralmente em processo de lise e ou reabsorção celular. Os machos, quando esvaziados, são caracterizados pela reversão, apresentando apenas fragmentos dispersos de folículos sempre contendo elementos proliferativos.

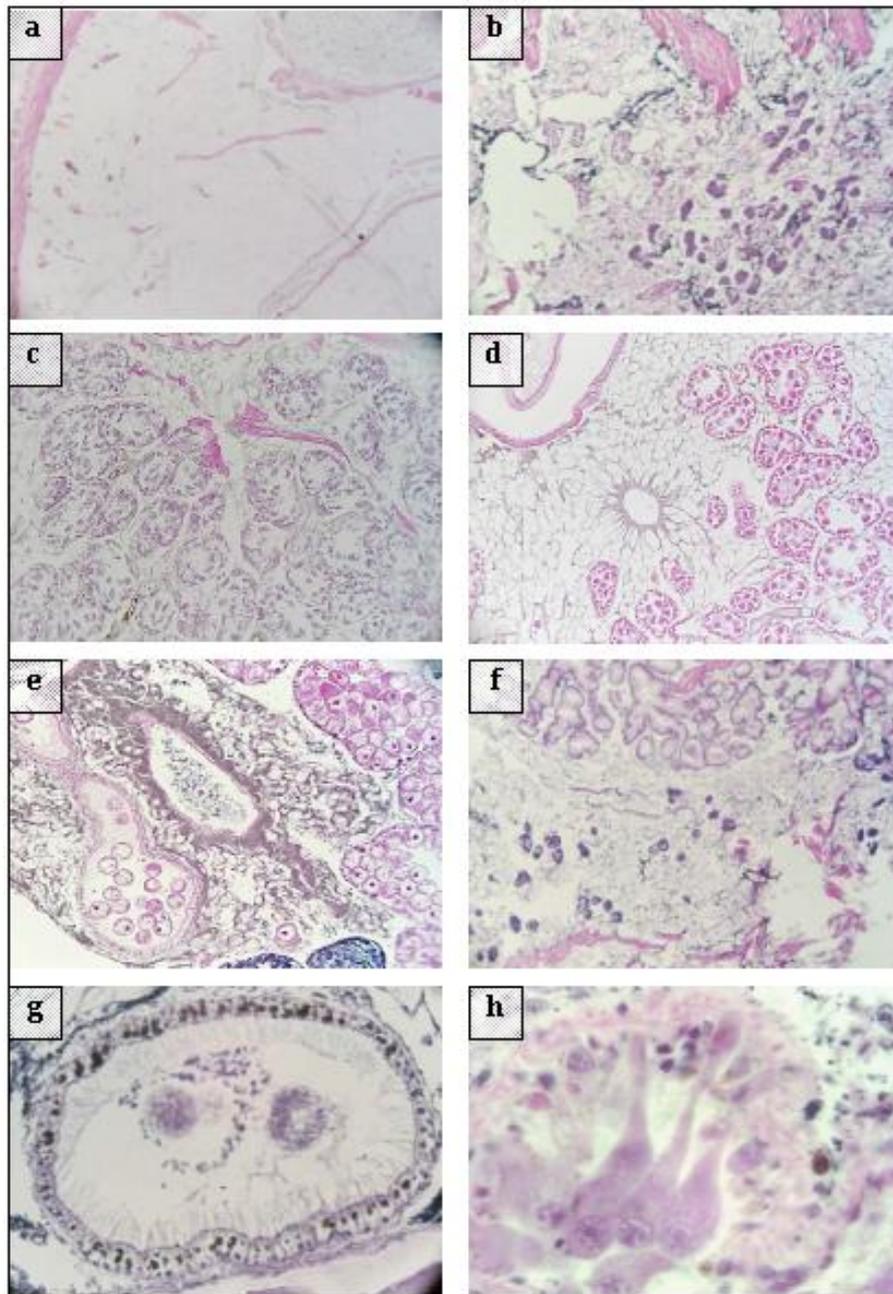


Figura 3. Estádios de desenvolvimento folicular. a) I- Repouso; b) II- Proliferação celular; c) III- Diferenciação celular-maturação (folículo masculino); d) III- Diferenciação celular-maturação (folículo feminino); e) IV- Eliminação-maturo; f) V- Esgotamento.

*Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819):

*Categoria sexual e aspectos populacionais:*

Entre os 100 indivíduos de *A. trapesialis* amostrados, 73 bivalves tiveram a massa visceral analisada histologicamente. Destes, 63 apresentaram folículos femininos e masculinos (86,30% hermafroditas), fato que caracteriza esta espécie na Baía do Poço, como hermafrodita funcional e simultâneo. Entre os demais, 2 indivíduos (2,73%) possuíam folículos exclusivamente masculinos e 8 (10,95%) não demonstraram atividade gonadal, nem mesmo sinais de formações foliculares.

Os indivíduos inativos sexualmente apresentaram comprimento total médio de  $43,73 \pm 9,87$  mm e peso total médio em torno de  $30,60 \pm 7,25$  g (Figuras 4 e 5). Estes parâmetros juntamente com a caracterização histológica, sugerem que tais indivíduos são jovens e podem ser caracterizados como em estágio I - repouso.

A Tabela 1 apresenta a variação mensal dos parâmetros biométricos considerados neste estudo ao longo do período amostrado. Os valores referentes ao comprimento total (Lt) dos indivíduos adultos (ativos sexualmente), variaram entre 47,37 e 134,26 mm, com valor médio de  $92,54 \pm 22,78$  mm (Figura 4). A amplitude dos valores referentes ao peso total (Wt) foram maiores, variando entre 8,97 e 220,42 g com média de  $97,18 \pm 58,85$  g (Figura 5). O peso da massa somática, peso do corpo - Wb, variou entre 2,29 e 79,28 g com média de  $33,40 \pm 21,10$  g. A relação entre o peso do corpo e o peso total, índice de condição -Ic, demonstrou que este representa cerca 37,5% do peso total, apresentando pequenas variações com limites entre 22,3 e 45,5% (Figura 5).

Tabela 1 Variação mensal das variáveis biométricas relacionadas aos indivíduos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) utilizados nos estudo da gametogênese. Lt = comprimento total da concha (mm), Wt = peso total do indivíduo (g), Wb = peso da massa somática (g), Ws = peso da concha (g) e Ic = índice de condição (%).

meses	n	Lt	Wt	Wb	Ws	Ic
Mai-98	5	102,46 ±16,86	134,47 ±65,39	48,18 ±16,26	41,25 ±22,96	38,23 ±6,46
Jun-98	4	111,83 ±5,21	173,43 ±28,65	65,68 ±11,24	46,86 ±8,95	37,86 ±1,43
Jul-98	9	100,99 ±25,82	124,78 ±66,27	42,76 ±23,73	33,6 ±18,62	33,18 ±5,20
Ago-98	7	78,41 ±30,43	60,26 ±56,07	20,27 ±18,14	18.,2 ±17,37	34,79 ±3,15
Set-98	8	93,18 ±29,59	89,92 ±58,3	32,84 ±23,15	28,18 ±20,31	34,37 ±5,14
Out-98	15	93,23 ±22,60	101,79 ±58,06	33,21 ±18,34	31,07 ±20,44	33,18 ±3,08
Dez-98	8	68,24 ±9,38	34,48 ±20,86	12,35 ±5,05	8,65 ±6,44	37,96 ±4,93
Jan-99	3	98,88 ±22,54	108,27 ±63,76	39,60 ±28,22	26,21 ±16,34	34,19 ±6,20
Fev-99	5	91,96 ±18,09	88,20 ±52,13	26,92 ±19,48	28,87 ±20,28	28,64 ±5,44
Abr-99	9	98,20 ±16,57	101,30 ±39,42	32,53 ±15,62	32,82 ±13,33	30,62 ±5,90

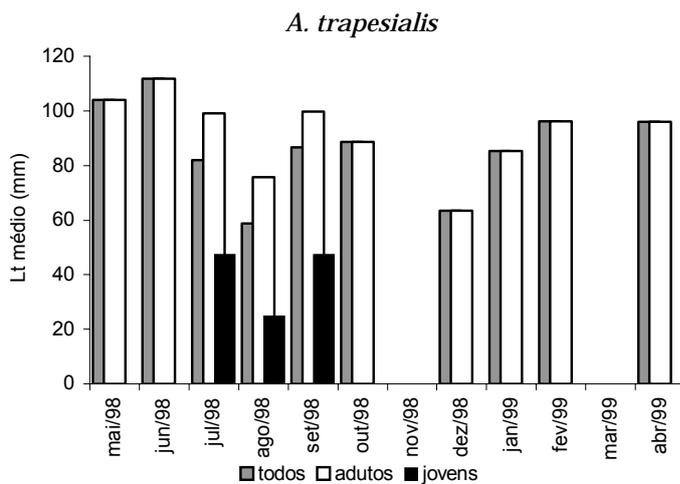


Figura 4. Distribuição mensal dos valores médios do comprimento total -Lt (mm) de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço,

município de Sto. Antônio de Leverger - Mato Grosso.

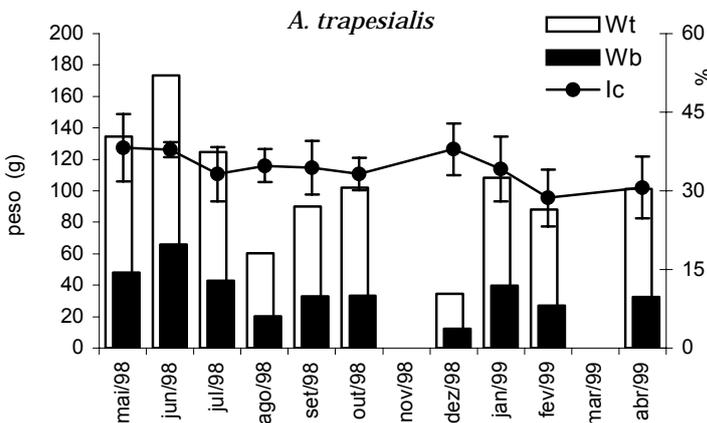


Figura 5. Distribuição mensal dos valores médios das variáveis relacionadas ao peso (Wt - peso total, g; e Wb - peso da massa somática, g) de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antonio de Leverger - Mato Grosso.

### *Aspectos gerais da Gametogênese:*

Em *A. trapesialis*, a diferenciação entre os folículos femininos e masculinos nos espécimes microtomizados e corados por HE, é muito evidente. Os gametas femininos, acidófilos, preenchidos por substância nutritiva, são preferencialmente corados pela Eosina; e os gametas masculinos, basófilos, são evidenciados principalmente pela Hematoxilina (Figuras 3e e 10j). A maior parte dos gonoductos são exclusivos para cada padrão folicular. No entanto, observou-se que os ductos podem servir tanto aos folículos masculinos quanto aos folículos femininos. Durante o período de eliminação freqüentemente são encontrados óvulos e espermatozóides em um mesmo ducto (Figura 3g), fato que oferece condições para a ocorrência de autofecundação.

Relacionado ao ciclo sexual, *A. trapesilis* difere de *A. elongatus* em dois aspectos. Além de ser hermafrodita, durante o período amostrado esta espécie apresentou a reversão total dos folículos reprodutivos após a eliminação dos gametas (Figuras 3f e 10f), momento em que se observou apenas vestígios de pequenos sacos contendo raros gametas em reabsorção, caracterizando assim uma fase de esgotamento e inatividade gonadal.

Durante o período de eliminação dos gametas, foram observados larvas nas demibrânquias internas para ambas as espécies estudadas (Figura 6a, 6b, 6c, 6d, e 6e).

A Tabela 2 foi elaborada a partir de uma análise qualitativa relacionada à presença ou ausência dos elementos foliculares onde fica demonstrado de forma generalizada os eventos que ocorreram nos folículos gametogênicos de *A. trapesialis* ao longo do período amostrado.

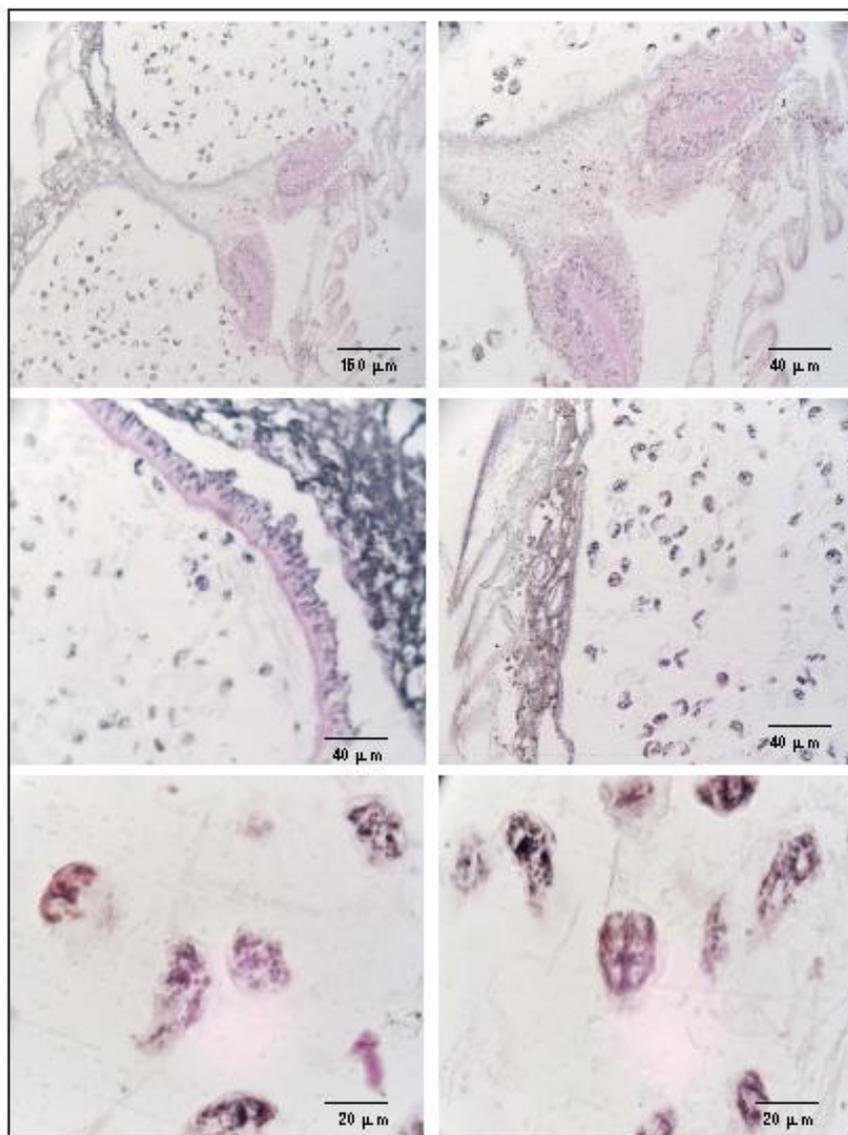


Figura 6. Presença de larvas do tipo lasídeo de *Axodermites trapesialis* (Lamarck, 1829), observadas nas demibrânquias internas, simultaneamente ao período de eliminação de gametas, durante o mês de maio/1998.

Tabela 2. Síntese dos eventos mensais da gametogênese em *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger, Mato Grosso.

meses	folículos femininos					folículos masculinos				
	CP	OD	OM	EO	FV	CP	ME	SER	Ei	ES
maio - 98		X	X	X		X	X	X	X	
Junho		X	X	X		X	X	X	X	
julho	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Agosto	X				X		X	X	X	X
setembro		X				X	X		X	
Outubro		X	X	X	X		X	X	X	
dezembro	X				X	X				
janeiro - 99	X	X				X	X		X	
Fevereiro	X	X				X	X			
Abril			X	X				X	X	

Fêmeas:

CP = células primordiais  
 Od = ovócitos em desenvolvimento  
 Om = óvulos maduros  
 EO = eliminação de óvulos  
 FV = folículo esvaziado

Machos:

CP= células primordiais  
 em ME = mórulas espermáticas  
 SER = série espermática radial  
 Ei = espermatozóides isolados  
 ES = esferas de espermatozóides

A análise qualitativa preliminar de todos os indivíduos frente aos estágios de desenvolvimento dos elementos foliculares possibilitou a elaboração da Figura 7, onde é possível observar uma tendência dos principais eventos. A variação mensal do número de indivíduos encontrados nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal está representada para ambos os tipos foliculares na Figura 8, onde ficam evidentes os períodos de proliferação e diferenciação celular (II - jan/fev), maturação (III- abril a setembro), eliminação dos gametas e incubação das larvas (IV - abril a junho) e esgotamento e reversão folicular (V- agosto a dezembro).



### *Ciclo sexual feminino*

A descrição dos eventos mensais relacionados à produção de gametas femininos ao longo do período amostrado encontra-se detalhada na Tabela 3. A oscilação dos valores referentes ao tamanho do folículo, número de ovócitos, número de óvulos e tamanho dos óvulos (Figuras 11 e 13) apresentaram diferenças significativas quando consideradas ao longo do período amostral (MANOVA, Wilks  $\lambda = 0,205$   $df_1 = 36$ ,  $df_2 = 1605$ ,  $P < 0,0001$ ). A variação mensal dos valores médios e respectivos desvios das variáveis consideradas encontram-se especificados na Tabela 5. O tamanho do folículo variou pouco durante os meses amostrados, entretanto esteve maior durante os meses de abril e maio, diferindo significativamente dos valores referentes aos demais meses ( $F = 38,22$ ,  $df = 9$ ,  $P < 0,001$ ). A produção e desenvolvimento dos gametas femininos têm início com a fase proliferativa que é caracterizada pela presença de ovócitos pequenos e periféricos, quase sempre conectados ao epitélio folicular através de um pedúnculo nutritivo (Figura 9i). O número de ovócitos começa a aumentar em outubro, atingindo o pico máximo em fevereiro, com número médio de  $33,40 \pm 19,53$  ovócitos por folículo, demonstrando uma diferença significativa quando observado o conjunto de dados ao longo do período amostrado ( $F = 60,15$ , d.f. = 9,  $P < 0,000$ ).

O processo de maturação dos óvulos ocorreu durante o período entre janeiro e abril, quando a Baía do Poço atingiu o nível de água mais elevado. A maturação pôde ser identificada pelo aumento no diâmetro das células, uma vez que os ovócitos possuem em média diâmetro de  $15 \mu\text{m}$ , e os óvulos maduros podem atingir até  $62,5 \mu\text{m}$  de diâmetro com valor médio em torno de  $45 \mu\text{m}$ . Na Figura 13 é possível observar a sincronidade de eventos entre o aumento do

diâmetro celular e número de óvulos maduros demonstrando que estas variáveis estão diretamente relacionadas entre si. Tendo em vista o incremento do número de células maduras por folículo (Figura 9f), coincidindo com o aumento no tamanho destas células (Figura 9k), e por conseqüência o aumento do tamanho dos folículos (Figura 13), detectou-se que o pico de eliminação dos gametas femininos ocorreu em maio ( $24,80 \pm 5,84$  óvulos maduros por folículo) culminando com o início da vazante. O teste de Scheffé demonstrou que as diferenças são significativas ( $P < 0,001$ ) entre o mês de abril e os demais, exceto para maio e julho, onde ocorreram valores elevados de óvulos maduros por folículo. Entretanto foi possível observar em menor freqüência, espécimes com folículos maduros até outubro com um incremento suave no número de óvulos no mês de setembro ( $14,68 \pm 10,65$  óvulos maduros por folículo). Durante o mês de dezembro, todos os indivíduos estavam esgotados, em estado de reversão folicular (Figuras 9d e 10f). As variações mensais frente à ausência de óvulos, foram significativas para os meses de dezembro e agosto quando comparadas com os demais meses do período amostral ( $P < 0,001$ ).

#### *Ciclo sexual masculino*

Em *A. trapesialis* a espermatogênese, ocorreu simultaneamente à produção dos gametas femininos. Foram observadas diferenças significativas relacionadas ao tamanho dos folículos, bem como do número dos elementos celulares gametogênicos, ao longo do período amostrado (d.f.1= 36, d.f.2= 2197  $P < 0,001$ ) (Figuras 12 e 13). O tamanho dos folículos masculinos variou significativamente ( $F = 52,06$ , d.f.=9,  $P < 0,0001$ ) sendo que o mês de maio apresentou maiores valores quando comparado aos demais meses amostrados. O número de mórulas espermáticas (Figura 13d), características da fase de

de proliferação celular, apresentou os valores médios mais elevados entre os meses de outubro a fevereiro quando os folículos, ainda pequenos, são iminentes na massa visceral (Figuras 10g, 10h e 13b). As diferenças existentes frente ao número de mórulas espermáticas durante os meses amostrais foram demonstradas através da ANOVA ( $F= 16,53$ , d.f.=9,  $P<0,0000$ ). A presença de células em desenvolvimento e diferenciadas (espermátocitos de 1a. e 2a. ordem e espermátides, Figura 13d) também apresentaram diferenças significativas ao longo dos meses ( $F= 20,48$ , d.f.= 9,  $P<0,000$ ). Estes elementos celulares ocorrem paralelamente à fase de proliferação, apresentando dois picos bem definidos em setembro e em janeiro demonstrados pelo teste de Scheffè ( $P<0,0001$ ). Quando estes elementos celulares são presentes, fica evidenciada a estrutura gametogênica denominada de série espermática radial. Nos meses subseqüentes, outubro e, mais intensamente em abril, surgem os picos de produção dos espermatozóides ( $F=75,39$ , d.f. =9,  $P<0,0001$ ). Entretanto a atividade gametogênica foi observada durante a maior parte do ano (março a outubro), sendo interrompida bruscamente durante os meses de dezembro a fevereiro (teste de Scheffè,  $P<0,0000$ ), fato evidente nas Figuras 12 e 13. Simultaneamente à fase de eliminação dos gametas masculinos, freqüentemente foram observados agregados de espermatozóides em forma de esferas (“spermballs”), em folículos que já haviam eliminado a maioria dos espermatozóides isolados. Nesta fase, próximos ao epitélio folicular, são reconhecidos pacotes celulares contendo elementos gametogênicos em diferentes estágios de desenvolvimento (Figura 10d), onde podem ser visualizadas mórulas espermáticas maiores, as quais provavelmente estejam associadas à origem das “spermballs”.

Tabela 3. Caracterização mensal da gametogênese nos folículos femininos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) na Baía do Poço, Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso.

<b>Meses</b>	<b>Folículos femininos</b>
<b>Mai e junho::</b>	Folículos grandes limitados por epitélio folicular disforme. Presença de óvulos maduros, grandes e repletos de vitelo, porém de contorno irregular. Células pequenas e periféricas ocorrem sempre associadas ao epitélio folicular (Figuras 9a e 9b). Ao longo dos ductos, onde gametas femininos sempre estão presentes, ocorrem grânulos de substância amarela intra e extracelular (Figura 9c). Há também pequenos grânulos desta substância, distribuídos por entre os folículos.
<b>Julho a setembro:</b>	Proliferação celular parcial caracterizada pela reversão folicular (Figura 9d): folículos pequenos, disformes e esparsos pela massa visceral. Presença abundante de tecido interfolicular. Epitélio folicular espesso, muitas vezes com células pequenas e disformes aderidas. É comum e freqüente a presença de elementos celulares aderidos ao epitélio através do pedúnculo de nutrição (Figura 9e). Alguns indivíduos apresentam elementos maduros no lúmen ou arranjados periféricamente em uma série simples de óvulos (Figura 9f).
<b>Outubro:</b>	As características foliculares para os indivíduos deste mês são muito semelhantes a aqueles amostrados durante o período anterior. Entretanto, em outubro houve a eliminação total dos elementos maduros residuais. Foram encontrados óvulos maduros em folículos masculinos (Figura 9g).
<b>Dezembro:</b>	Total reversão folicular e sinais de início de gametogênese. Presença rara e esporádica de sinais foliculares dispersos pela massa visceral (Figura 9h). Nestes, o epitélio inicia o processo de proliferação, caracterizado pelo espessamento e formação de células primordiais, que quando presentes sempre estão localizadas na periferia do folículo.
<b>Janeiro e fevereiro:</b>	Proliferação celular intensa. Formação ativa de gametas. De forma ovalada e uniforme os folículos recuperam espaço na massa visceral. O epitélio folicular apresenta-se espesso (Figura 9i). A maioria dos elementos celulares recém formados (ovogônias) ainda está ligada ao epitélio pelo pedúnculo de nutrição. O lúmen folicular não apresenta elementos maduros (Figura 9j).
<b>Abril:</b>	Maturação máxima. Folículos femininos estão repletos de elementos maduros (Figura 9k). Arredondados e de tamanho uniforme, os óvulos estão grandes ( $\pm 60\mu\text{m}$ ) e translúcidos, preenchidos de vitelo (Figura 9l). Freqüentemente é possível visualizar o núcleo do gameta, de aparência densa e central. A presença de óvulos nos ductos é constante (Figura 9l).

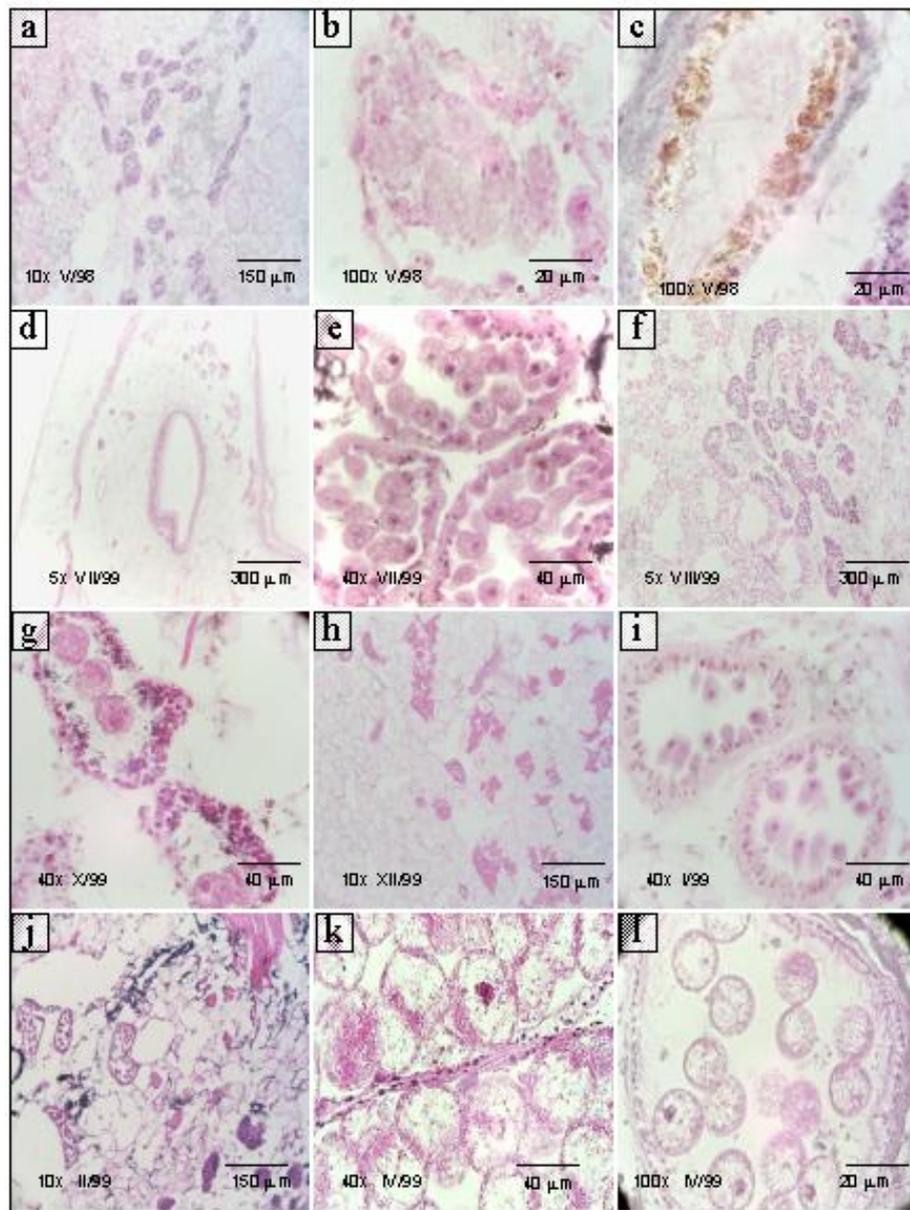


Figura 9. Sucessão mensal dos eventos que ocorrem nos folículos femininos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - MT.

Tabela 4. Caracterização mensal da gametogênese nos folículos masculinos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) na Baía do Poço, Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso.

<b>Meses</b>	<b>Folículos masculinos</b>
<b>Maio:</b>	Folículos bem estruturados. Série espermática radial definida, mórulas espermáticas evidentes, ocorrendo geralmente na fase de espermatogônias, formando várias camadas de células justapostas ao epitélio folicular. Presença abundante de elementos maduros (espermatozóides) isolados no lúmen (Figura 10 a). São observados espermatozóides ao longo dos ductos que se encontram repletos de substância amarela intracelular de aparência granulosa e translúcida (Figura10b).
<b>Junho:</b>	Distribuição esparsa de folículos masculinos na massa visceral. A estrutura folicular e a disposição das células são semelhantes aos descritos para o mês anterior. Tendência de agrupamento dos espermatozóides no lúmen central (Figura10c). Ductos foliculares livres, com poucos elementos maduros; grânulos de substância amarela intra e extracelular esparsos ao longo do epitélio.
<b>Julho a outubro:</b>	Alguns indivíduos encontram-se em início de reversão folicular. Aqueles que ainda se encontram em atividade sexual (Figura 10e), apresentam folículos em estado avançado de eliminação dos gametas. As séries espermáticas encontram-se desorganizadas, as mórulas espermáticas são esparsas, entretanto é freqüente a presença de “spermballs” (Figura 10d). Os ductos estão repletos de substância amarela intracelular, configurada em grânulos translúcidos. É freqüente a presença de espermatozóides ao longo dos ductos (Figura10b e 10l).
<b>Dezembro:</b>	A maioria dos indivíduos apresenta-se em estado de reversão folicular característico: Folículos escassos dispersos na massa visceral (Figura 10f). De contorno irregular, quase sempre restando apenas fragmentos de tecido gonadal. É possível visualizar células primordiais pequenas e uniformes e raros gametas residuais sobrepostos à massa celular (Figura 10g). Há indivíduos ainda em eliminação de gametas onde é possível observar óvulos maduros no interior de folículos masculinos.
<b>Janeiro e fevereiro:</b>	Folículos em desenvolvimento, ocupando parcialmente a massa visceral. Fase de intensa proliferação celular(Figura 10h). Espaço folicular ocupado completamente por células primordiais (espermatogônias) não diferenciadas, basófilas. Presença de mórulas espermáticas(Figura 10i). Ocorrência de gametas femininos juntamente com masculinos ao longo dos ductos. Alguns indivíduos ainda estão eliminando gametas.
<b>Abril:</b>	Período de maturação máxima. Eliminação de espermatozóides. Folículos uniformes e abundantes. Série espermática radial bem definida, lúmen folicular preenchido por espermatozóides isolados. Presença abundante de gametas masculinos ao longo dos ductos, os quais apresentam as células epiteliais em processo de produção e secreção de substância amarela (Figuras 10j, 10k e 10l).

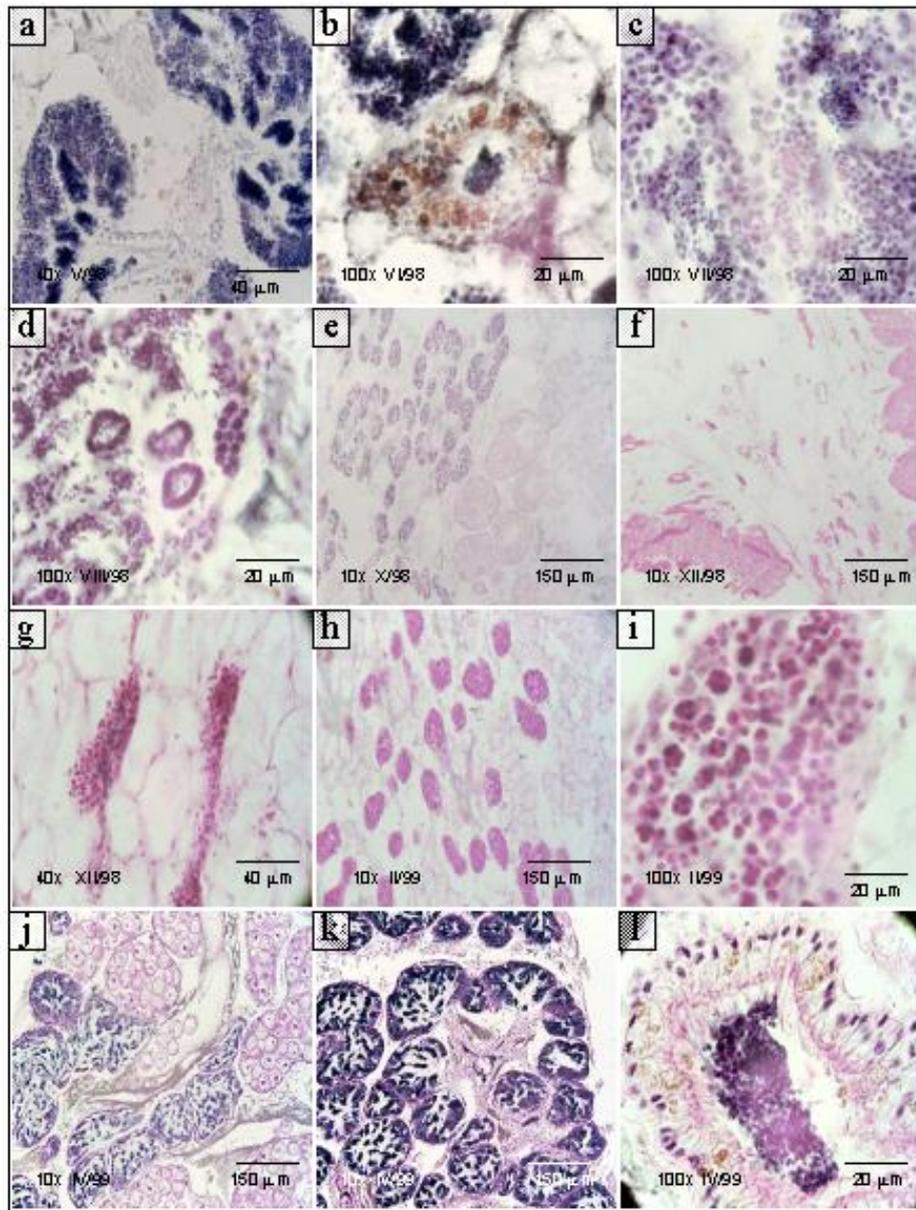


Figura 10. Sucessão mensal dos eventos que ocorrem nos folículos masculinos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - MT.

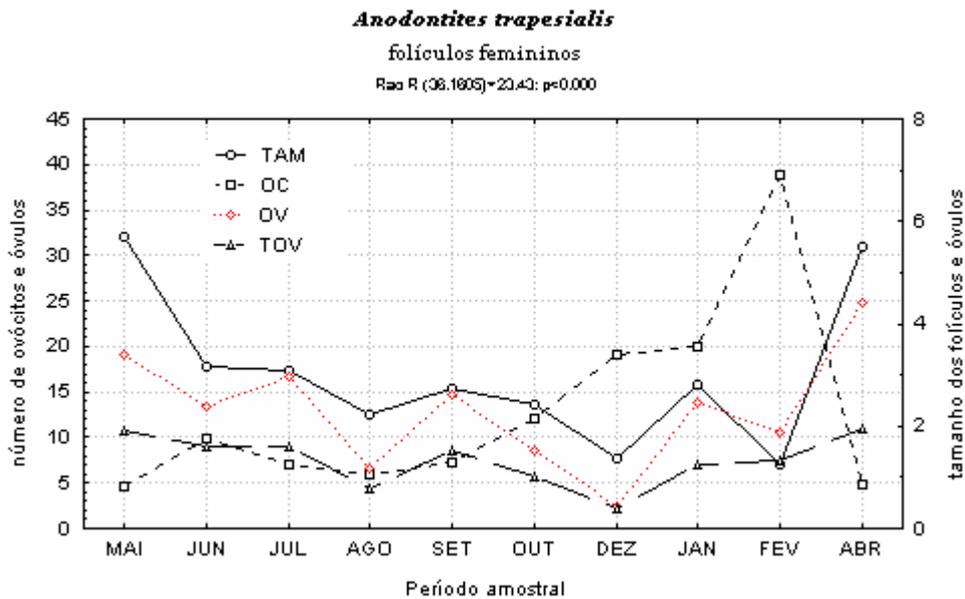


Figura 11. Distribuição mensal dos valores médios das variáveis gametogênicas nos folículos femininos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819), na Baía do Poço, no município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso. TAM= comprimento máximo do folículo, OV = número de ovócitos, OV= número de óvulos, TOV = diâmetro do óvulo.

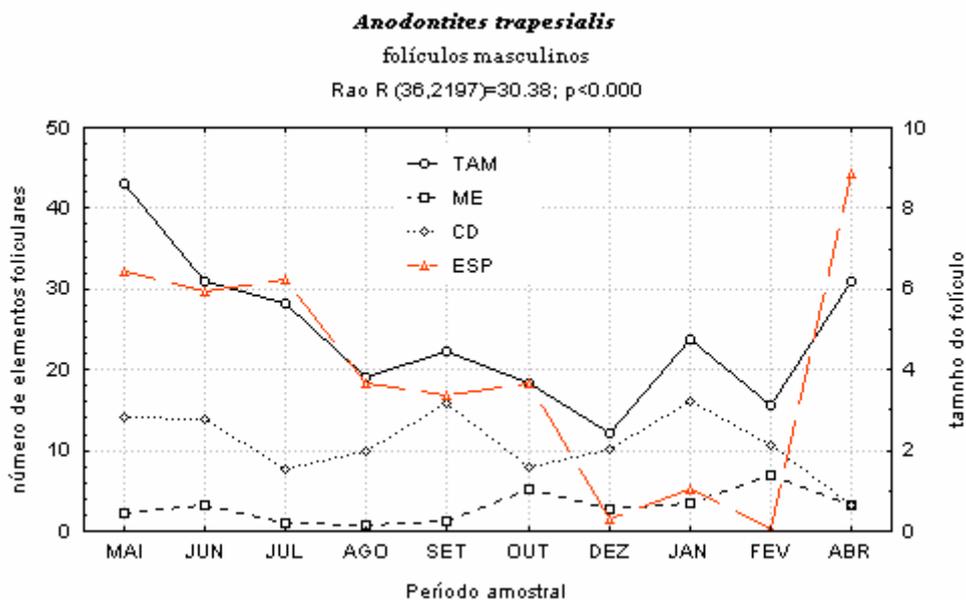


Figura 12. Distribuição mensal dos valores médios das variáveis gametogênicas nos folículos masculinos de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819), na Baía do Poço, no município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso. TAM= comprimento máximo do folículo, CD = número de células em desenvolvimento, ME= número de mórulas espermiáticas, ESP = número de espermatozoides.

Tabela 5. Variação mensal das variáveis consideradas para os folículos femininos em *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso.

Meses	Tam F	OC	OV	TOV
Mai/98	5,70 ± 2,45	4,70 ± 3,96	19,09 ± 8,30	1,92 ± 0,41
Jun	3,16 ± 0,98	9,93 ± 8,20	13,35 ± 10,78	1,60 ± 0,53
Jul	3,07 ± 1,56	7,07 ± 7,06	16,59 ± 7,01	1,60 ± 0,39
Ago	2,21 ± 1,67	5,93 ± 4,65	6,65 ± 7,82	0,78 ± 15,86
Set	2,72 ± 1,20	7,34 ± 6,29	14,68 ± 10,65	1,52 ± 0,94
Out	2,44 ± 1,30	12,08 ± 6,92	8,49 ± 10,39	1,03 ± 0,83
Dez	1,37 ± 0,88	19,12 ± 9,93	2,42 ± 1,86	0,40 ± 0,30
Jan/99	2,81 ± 1,34	20,00 ± 8,49	13,80 ± 10,95	1,26 ± 0,57
Fev	1,27 ± 0,43	38,83 ± 18,64	10,57 ± 7,60	1,32 ± 0,65
Abr	5,49 ± 2,08	4,85 ± 3,63	24,80 ± 5,86	1,95 ± 0,21

Tam F= comprimento máximo do folículo  
OV= número de óvulos

OC = número de ovócitos  
TOV = diâmetro do óvulo.

Tabela 6. Variação mensal das variáveis consideradas para os folículos masculinos em *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso.

Meses	Tam M	ME	CD	ESP
Mai/98	8,60 ± 2,88	2,20 ± 3,71	14,08 ± 7,53	32,18 ± 11,86
Jun	6,20 ± 2,77	3,22 ± 4,34	13,82 ± 7,98	29,60 ± 9,43
Jul	5,64 ± 2,77	0,94 ± 1,50	7,74 ± 4,28	31,28 ± 17,38
Ago	3,82 ± 2,48	0,82 ± 1,25	9,97 ± 6,26	18,23 ± 20,29
Set	4,47 ± 1,75	1,29 ± 2,65	15,94 ± 10,68	16,77 ± 13,20
Out	3,65 ± 1,92	5,25 ± 5,13	7,97 ± 7,04	18,28 ± 14,62
Dez	2,44 ± 0,60	2,85 ± 4,09	10,25 ± 5,51	1,60 ± 2,82
Jan/99	4,74 ± 1,15	3,50 ± 1,15	16,00 ± 2,51	5,30 ± 5,62
Fev	3,10 ± 1,39	6,96 ± 4,28	10,64 ± 4,23	0,16 ± 0,47
Abr	6,17 ± 0,85	3,34 ± 2,35	3,34 ± 5,19	44,26 ± 14,13

Tam M= comprimento máximo do folículo  
ME= número de mórulas espermiáticas

CD = número de células em desenvolvimento  
ESP = número de espermatozoides

## *Anodontites trapesialis*

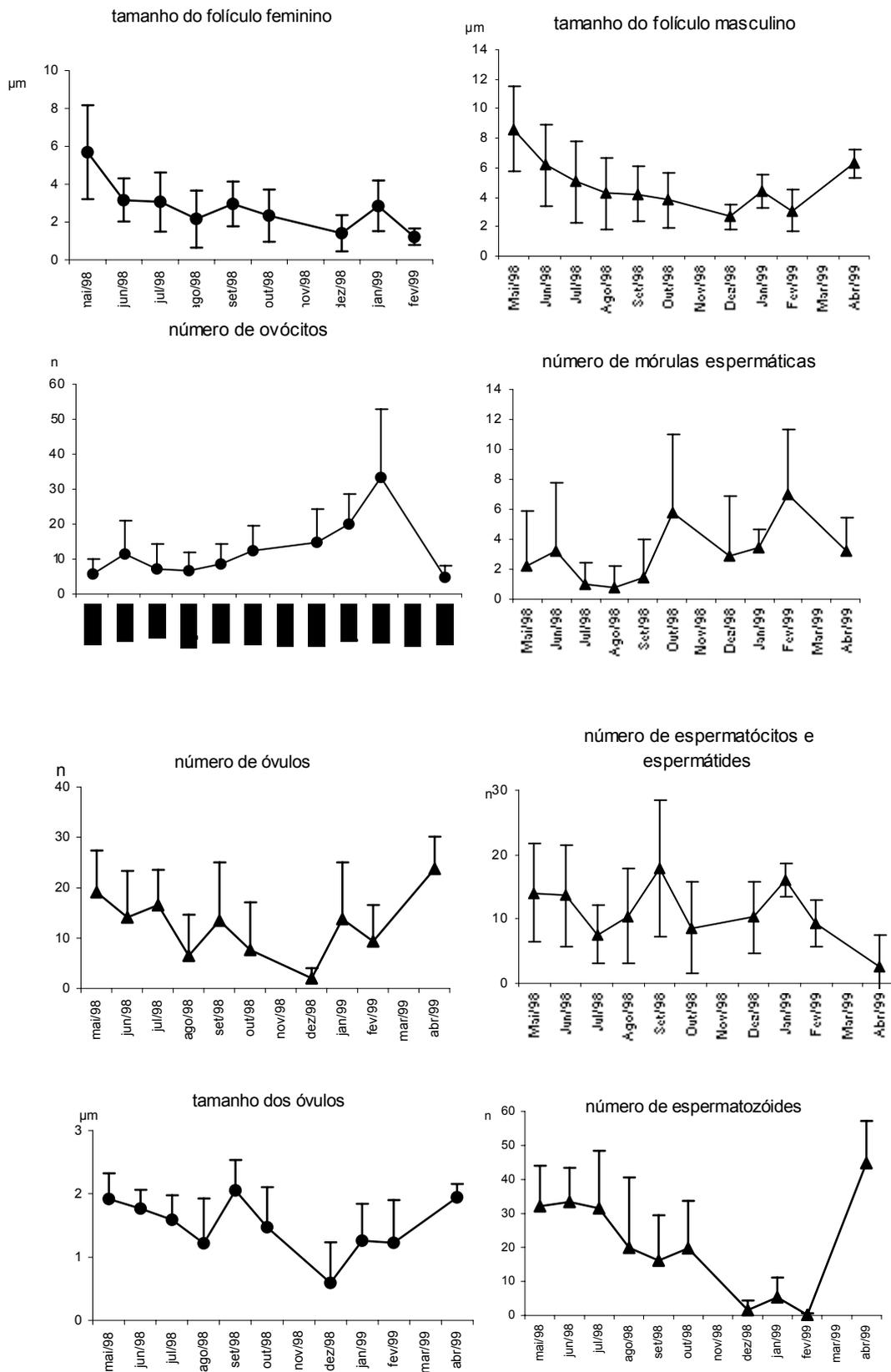


Figura 13. Flutuação mensal dos valores médios referentes aos elementos foliculares considerados na análise quantitativa da gametogênese de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger-Mato Grosso.

*Anodontites elongatus* (Swainson, 1823):

*Sex-ratio e aspectos populacionais:*

Dos 110 exemplares coletados, 79 foram analisados histologicamente. Dentre estes, 44 apresentaram folículos exclusivamente preenchidos por gametas femininos (55,69% fêmeas), 33 indivíduos com gametas masculinos (41,77% machos), e apenas 2 indivíduos apresentaram folículos femininos e masculinos (2,53% hermafroditas). Tal situação define *A. elongatus* na Baía do Poço, como uma espécie dióica com hermafroditismo esporádico. A proporção sexual macho:fêmea foi 1:1 (d.f = 78,  $p < 0,001$ ). A variação mensal da ocorrência de machos e fêmeas ao longo do período amostrado está representada graficamente na Figura 14.

O total de indivíduos amostrados ( $n = 110$ ) de *A. elongatus*, apresentou valores referentes ao comprimento (Lt, mm) entre o intervalo de 38,92 e 84,87 mm, com média de  $64,71 \pm 10,53$  (Figura 15a). Para a sub-amostra microtomizada ( $n = 79$ ), os machos apresentaram um intervalo de comprimento entre 43,44 e 81,17 mm com o valor médio  $65,63 \pm 10,01$  mm e, as fêmeas os valores variaram entre 38,92 e 80,75 mm com média de  $65,86 \pm 11,09$  mm (Figura 15a). Para os valores referentes ao peso total, esta espécie apresentou uma variação entre 3,55 e 73,89 g, com média de 35,69. Nos machos, a variável peso total oscilou entre 12,65 e 83,85 g com valor médio de  $65,63 \pm 10,01$ ; e nas fêmeas a variação esteve entre 8,69 e 89,54 apresentando um valor médio de  $47,80 \pm 21,69$  (Figura 15b). Entre os dois indivíduos hermafroditas, os valores médios de comprimento e peso foram de 58,65 mm e 46,36 g respectivamente.

Os valores referentes à frequência relativa (Tabelas 7 e 8) distribuídas em classes de comprimento total (Lt em mm) e classes do peso total (Wt em g) para todos os indivíduos amostrados, bem como separadamente para machos e fêmeas, estão representados na Figura 15a e 15b. O Índice de Condição (Ic) expresso pela relação percentual entre o peso do corpo e o peso total do organismo apresentou valores médios para os machos e fêmeas em torno de  $26,43 \pm 8,15 \%$  e  $22,4 \pm 5,11 \%$ . Ao longo do período amostrado, pequenas variações foram notadas para ambos os sexos. Os valores médios mais elevados ocorreram nos meses de julho/98 (33,69%) e fevereiro/99 para os machos (Figura 16), e em junho/98 (35,42%) e janeiro/99 (27%) para as fêmeas.

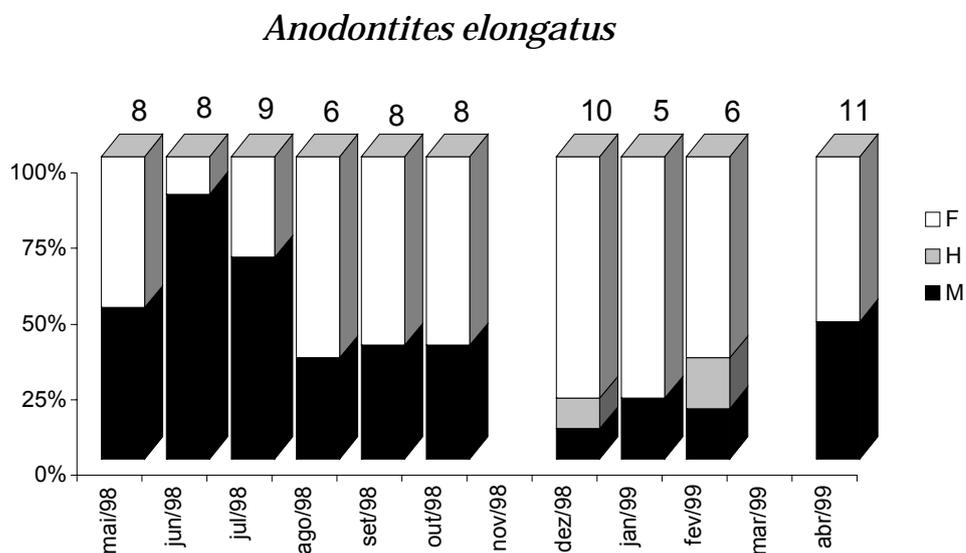


Figura 14. Variação percentual entre machos e fêmeas de *Anodontites elongatus* (Swanison, 1823) na Baía do Poço, município de Santo Antonio do Leverger - Mato Grosso, durante o período amostrado.

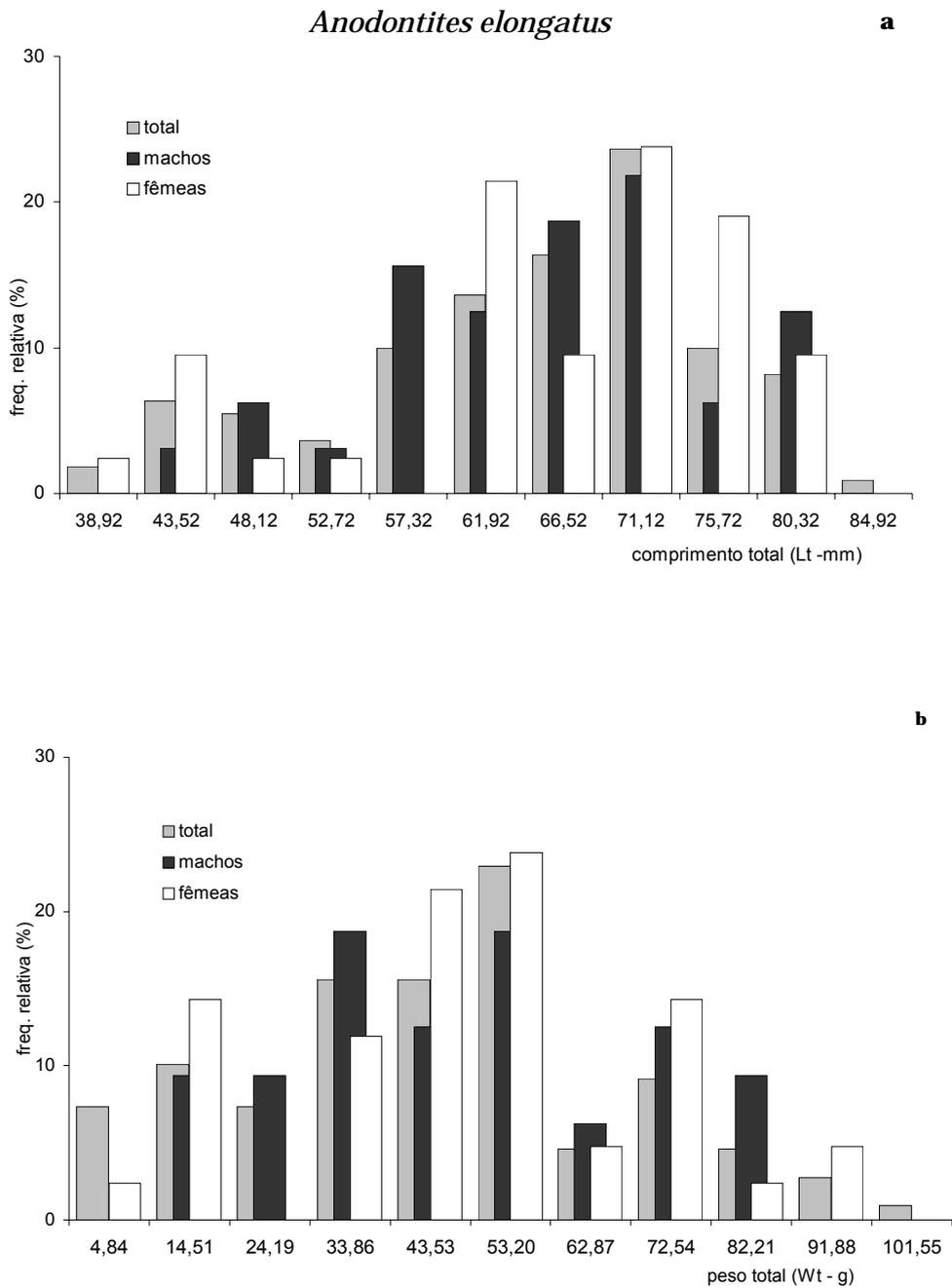


Figura 15. Distribuição da frequência relativa por classes de comprimento total - Lt mm (a), e peso total - Wt g (b) de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - Mato Grosso

Tabela 7. Distribuição da frequência absoluta e relativa por classes de comprimento total para *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - Mato Grosso. Total = todos os indivíduos amostrados, fêmeas + machos = indivíduos utilizados nas análises histológicas.

Lt (mm)	total			fêmeas		machos	
	classes	centro	f. ab (n)	f. rel (%)	f. ab (n)	f. rel (%)	f. ab (n)
36,62 -41,22	38,92	2,00	1,82	1	2,38	0	0,0
41,22 -45,82	43,52	7,00	6,36	4	9,52	1	3,1
45,82 -50,42	48,12	6,00	5,45	1	2,38	2	6,3
50,42 -55,02	52,72	4,00	3,64	1	2,38	1	3,1
55,02 -59,62	57,32	11,00	10,00	0	0,00	5	15,6
59,62 -64,22	61,92	15,00	13,64	9	21,43	4	12,5
64,22 -68,82	66,52	18,00	16,36	4	9,52	6	18,8
68,82 -73,42	71,12	26,00	23,64	10	23,81	7	21,9
73,42 -78,02	75,72	11,00	10,00	8	19,05	2	6,3
78,02 -82,62	80,32	9,00	8,18	4	9,52	4	12,5
82,62 -87,22	84,92	1,00	0,91	0	0,00	0	0,0
<b>total</b>		<b>110,00</b>	<b>100,00</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

Tabela 8. Distribuição da frequência absoluta e relativa por classes de peso total para *Anodontites elongatus* (Swainson 1823) na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - Mato Grosso. Total = todos os indivíduos amostrados, fêmeas + machos = indivíduos utilizados nas análises histológicas.

Wt (g)	total			fêmeas		machos	
	classes	centro	f. ab (n)	f. rel (%)	f. ab (n)	f. rel (%)	f. ab (n)
0 -9,674	4,84	8	7,34	1	2,38	0	0,0
9,674 -19,348	14,51	11	10,09	6	14,29	3	9,4
19,348 -29,022	24,19	8	7,34	0	0,00	3	9,4
29,02 -38,694	33,86	17	15,60	5	11,90	6	18,8
38,69 -48,,364	43,53	17	15,60	9	21,43	4	12,5
48,36 -58,034	53,20	25	22,94	10	23,81	6	18,8
58,03 -67,704	62,87	5	4,59	2	4,76	2	6,3
67,7 -77,374	72,54	10	9,17	6	14,29	4	12,5
77,37 -87,044	82,21	5	4,59	1	2,38	3	9,4
87,04 -96,714	91,88	3	2,75	2	4,76		0,0
96,71 -106,38	101,55	1	0,92		0,00		0,0
<b>Total</b>		<b>110</b>	<b>100,92</b>	<b>42</b>	<b>100,00</b>	<b>31</b>	<b>96,87</b>

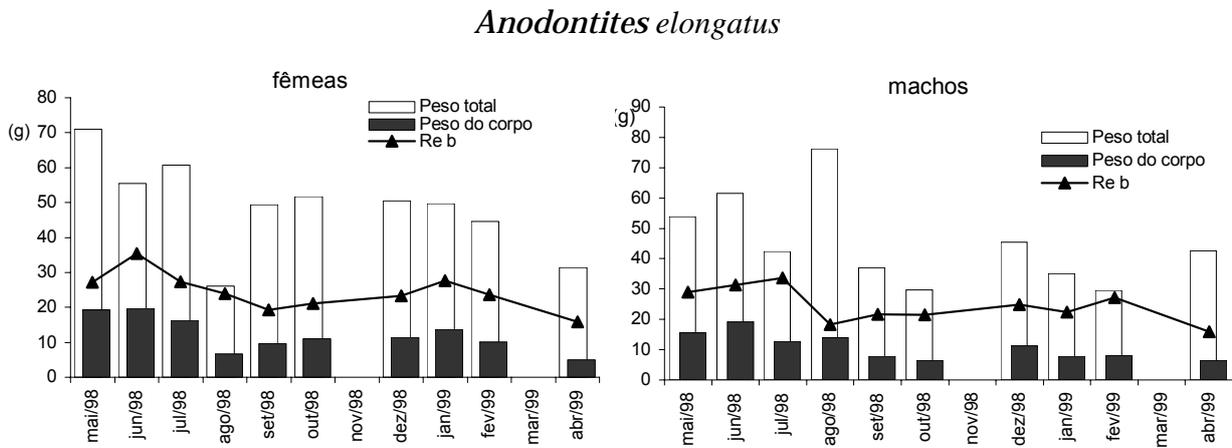


Figura 16. Variação mensal dos valores médios referentes ao comprimento total - Lt mm (a), e peso total - Wt g (b) de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - Mato Grosso.

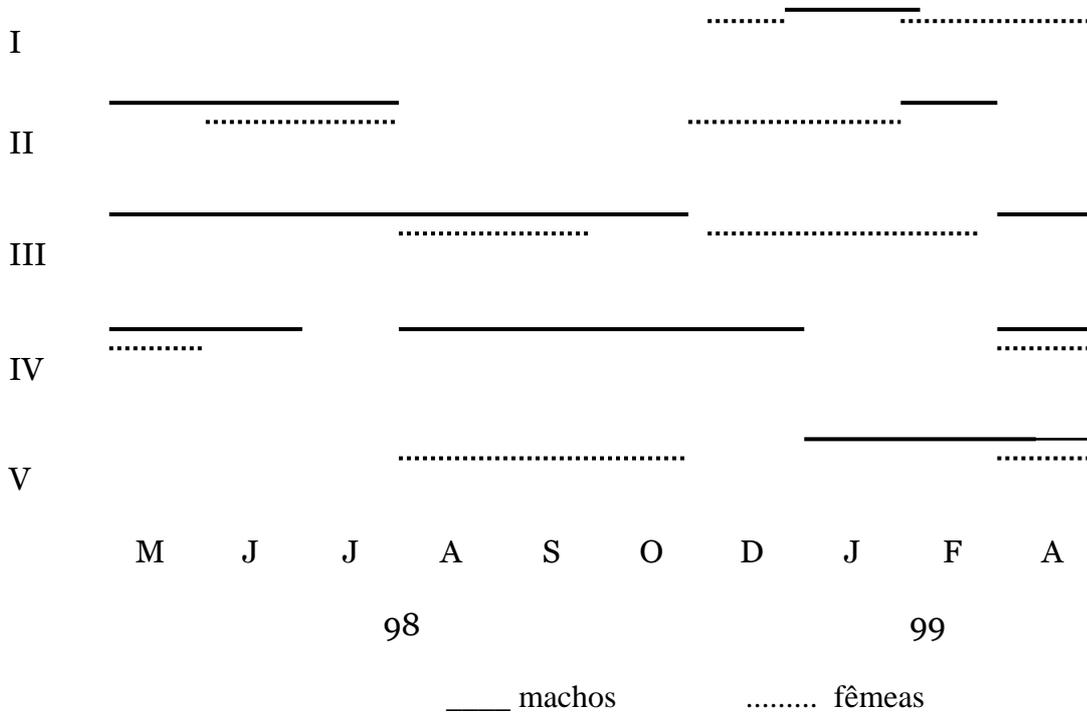


Figura 17. Síntese dos eventos mensais da gametogênese em *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823). I) Repouso - inatividade sexual, II) Proliferação celular - início de maturação, III) Diferenciação celular - maturação, IV) Maturação máxima e eliminação, V) Esgotamento.

*Anodontites elongatus*

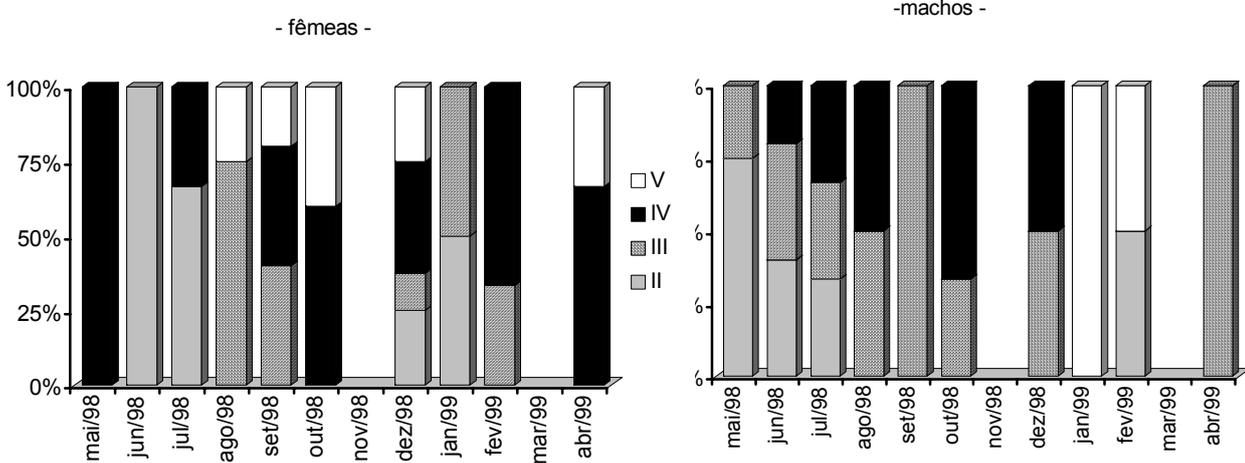


Figura 18. Estágios de desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) na Baía do Poço, Santo Antônio do Leverger - Mato Grosso. I) Repouso - inatividade sexual, II) Proliferação celular - início de maturação, III) Diferenciação celular - maturação, IV) Maturação máxima e eliminação, V) Esgotamento.

Tabela 9. Síntese dos eventos mensais da gametogênese em *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823).

Meses	fêmeas					machos				
	CP	OD	OM	EO	FV	ME	CP	SER	Ei	ES
maio - 98			X	X		X	X		X	
Junho	X	X				X	X	X	X	
julho	X		X			X	X	X	X	Xd
Agosto	X	X		X	X	X	X	X		X
Setembro	X	X	X		X		X		X	X
Outubro			X		X		X		X	Xd
Dezembro	X	X	X	X		X	X		X	
janeiro - 99	X	X		X			X			X
Fevereiro	X	X	X			X	X	X		
Abril			X	X	X		X	X	X	Xd

Fêmeas:  
CP = células primordiais  
Od = ovócitos em desenvolvimento  
Om = ovócitos maduros  
EO = eliminação de óvulos  
FV = folículo esvaziado

Machos:  
CP= células primordiais  
ME = mórulas espermáticas  
SER = série espermática radial  
Ei = espermatozóides isolados  
ES = esferas de espermatozóides  
Xd = presença nos ductos

### *Ciclo sexual feminino*

A produção e desenvolvimento de gametas femininos em *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) foi contínuo ao longo do período amostrado. Entretanto foram observadas oscilações referentes ao tamanho do folículo, número de ovócitos, número de óvulos e tamanho dos óvulos (Figura 21), variáveis estas que apresentaram diferenças significativas quando consideradas frente a variável tempo (MANOVA, Wilks  $\lambda = 0,41$   $df_1 = 36$ ,  $df_2 = 1564$ ,  $P < 0,001$ ).

A proliferação de ovogônias seguida pela diferenciação dos ovócitos diferiu significativamente durante os meses amostrados ( $F = 15,71091$ , d.f. = 9,  $P < 0,0001$ ). Os maiores valores no número de ovócitos por folículo, foram observados no mês de julho ( $64,73 \pm 40,75$   $P < 0,0000$ ), com um suave incremento no mês de fevereiro ( $29 \pm 23,73$ ), diferindo significativamente (teste de Sheffè,  $P < 0,001$ ) dos meses de julho, outubro e abril, quando ocorreu um decréscimo no número destes elementos celulares.

Durante os estágios iniciais de desenvolvimento, os ovócitos ainda apresentavam-se aderidos ao epitélio através de pedúnculos de conexão com células nutritivas. Nestes, os diâmetros variaram entre 5 a 15  $\mu\text{m}$  que, com o acúmulo de vitelo, aumentam de tamanho e deslocam-se para o centro do folículo. A variação do número de óvulos durante o período amostral apresentou diferenças significativas ( $F = 28,74$ , d.f. = 9,  $P < 0,00$ ). Nas Figuras 19 e 21 é possível observar a sucessão dos estágios de proliferação celular, pelos estágios de maturação e eliminação de gametas, onde ocorre um aumento sucessivo de óvulos maduros a partir de outubro. O pico de maturação dos gametas femininos foi durante o final do período de cheias e início da vazante, em maio,

onde ocorreram os maiores valores no número de óvulos por folículo ( $17,45 \pm 7,01$ ), diferindo significativamente dos demais meses amostrados (teste 456.45 de Scheffè  $P < 0,0000$ ). Os gametas femininos prontos a serem eliminados apresentaram em média  $25 \mu\text{m}$  de diâmetro, variando entre  $18$  e  $32 \mu\text{m}$  (Figura 23), diferindo significativamente entre os meses em que as células encontravam-se em processo de desenvolvimento (e.g. julho e fevereiro  $P < 0,001$ ). Embriões foram observados em fêmeas de *A. elongatus* durante os meses de maturação folicular máxima (maio 98 e abril 99). Apesar das observações nas demibrânquias internas não terem sido sistematizadas, diferentes estágios de desenvolvimento larval foram observados, ocorrendo simultaneamente em todas as fêmeas amostradas no mês de maio (Figura 20c).

#### *Ciclo sexual masculino*

A produção de gametas masculinos em *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) foi contínua durante o período amostrado. Contudo, houveram momentos de maior atividade nos processos de proliferação, desenvolvimento, diferenciação e agregação dos espermatozóides, apresentando diferenças significativas ao longo dos meses (MANOVA, Wilks  $\lambda = 0,318$  d.f.1= 36, d.f.2=1077,  $P < 0,001$ ).

O tamanho dos folículos masculinos permaneceu homogêneo ao longo do ano,  $150 \pm 45 \mu\text{m}$ , sendo que dezembro foi o único mês que diferiu significativamente dos demais (Sheffè  $P < 0,001$ ), onde os folículos residuais eram escassos na massa visceral. A proliferação e o início de diferenciação celular - estágio II, caracterizado principalmente pela presença de mórulas espermáticas - ME (Tabela 13 e Figuras 22 e 23), ocorreu durante os meses de maio a julho com um número médio de  $9,3 \pm 1,5$  por transecto com um pico

menor em fevereiro de 1999 ( $8,0 \pm 4,5$  ME por transecto). Através do teste de Sheffé, maio, julho e fevereiro diferiram significativamente dos demais meses amostrados ( $P < 0,005$ ) frente à presença de mórulas espermáticas. O desenvolvimento e diferenciação destes agregados celulares, gerando espermatócitos e espermatogônias (Cd) (Figuras 22 e 23), deu-se durante os meses de junho e agosto ( $12,69 \pm 1,5$  Cd por transecto), diferindo significativamente dos demais meses amostrados (Sheffé  $P < 0,01$ ). Espermatozóides isolados preenchendo o lúmen folicular e gonoductuos ocorreram em períodos evidentes nos meses de maio, setembro e outubro de 1998 ( $36,39 \pm 10,24$  ESP por transecto) e abril de 99 ( $35,9 \pm 10,36$  ESP por transecto) (Figuras 22 e 23) significativamente diferentes (Scheffé  $P < 0,0001$ ), quando comparado com os demais períodos amostrados.

Durante o período de eliminação dos gametas masculinos, a ocorrência de agregados esféricos de espermatozóides, denominados de “spermballs”, foram freqüentes tanto nos folículos quanto ao longo dos gonoductos (Figuras 20e e 20i). “Spermballs” parecem estar associadas ao final do estágio IV - maturo em eliminação, devido ao fato destas serem observadas em folículos semi esvaziados, os quais apresentavam-se em estágio avançado de eliminação dos espermatozóides isolados.

Tabela 10. Caracterização mensal da gametogênese em fêmeas de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) na Baía do Poço, Sto. Antonio do Leverger - Mato Grosso.

MESES	FÊMEAS
<b>Maio:</b>	Epitélio folicular fino, entretanto com núcleos evidentes e células primordiais ocasionalmente aderidas à parede. Os folículos estão ocupados por óvulos uniformes, grandes e arredondados, corados por Eosina, de aparência translúcida e granulosa - vitelogênese. Células pequenas e densas, estão presentes em folículos preenchidos parcialmente por ovócitos em desenvolvimento – prévitelogênese. Não foram observados óvulos nos ductos foliculares (Figura 19a e 19b).
<b>Junho/ julho:</b>	Proliferação celular evidente. Epitélio folicular definido por séries periféricas de células primordiais pequenas e compactas - ovogônias. Ocorrência eventual de elementos maduros - óvulos, no lúmen folicular (Figura 19c).
<b>Agosto:</b>	Massa visceral caracterizada por poucos folículos remanescentes, disformes e pequenos - reabsorção folicular (Figura 19e). Epitélio folicular fino e de aparência frouxa (Figura 19f). Presença esporádica de óvulos no lúmen e raras células primordiais aderidas às paredes. Os ductos apresentam-se dilatados. Podem ocorrer indivíduos em proliferação celular simples, caracterizada pela presença de uma única série periférica de ovogônias, densas e de tamanho mediano e uniforme, nunca aderidas ao epitélio. Ocorrência rara de óvulos maduros no lúmen folicular (Figura 19d e 19f)
<b>Setembro/outubro:</b>	Folículos em reabsorção com a proliferação de elementos (Figura 19 g). Parede folicular bem definida, porém disforme, células epiteliais com núcleo evidente. Ocorrência de ovócitos com pedúnculo epitelial, em nítido processo de nutrição celular. Em outubro é possível visualizar folículos preenchidos por óvulos maduros (Figura 19h).
<b>Dezembro/ janeiro:</b>	Proliferação seqüencial e amadurecimento celular (Figura 19i). Folículos bem definidos, elípticos e firmes. Séries periféricas de ovogônias pequenas e uniformes, densamente coradas por Eosina. Desenvolvimento de ovócitos, caracterizado pelo aumento celular e substância nutritiva parcialmente hialina - previltelogênese. Presença de gametas com pedúnculo epitelial. Óvulos maduros no centro e nos ductos foliculares – eliminação (Figura 19k). Em janeiro houve dominância de gametas maduros (Figura 19j).
<b>Fevereiro/ abril:</b>	Alguns indivíduos apresentam o folículo completamente esvaziado, epitélio de aparência frouxa e raras células primordiais. A maioria apresentam folículos preenchidos por óvulos maduros, grandes, arredondados e hialinos, vitelogênese. Presença de células primordiais periféricas em diferentes estágios de desenvolvimento. Epitélio folicular fino e disforme, ocorrência de células pequenas e densas aderidas à parede (Figura 19l).

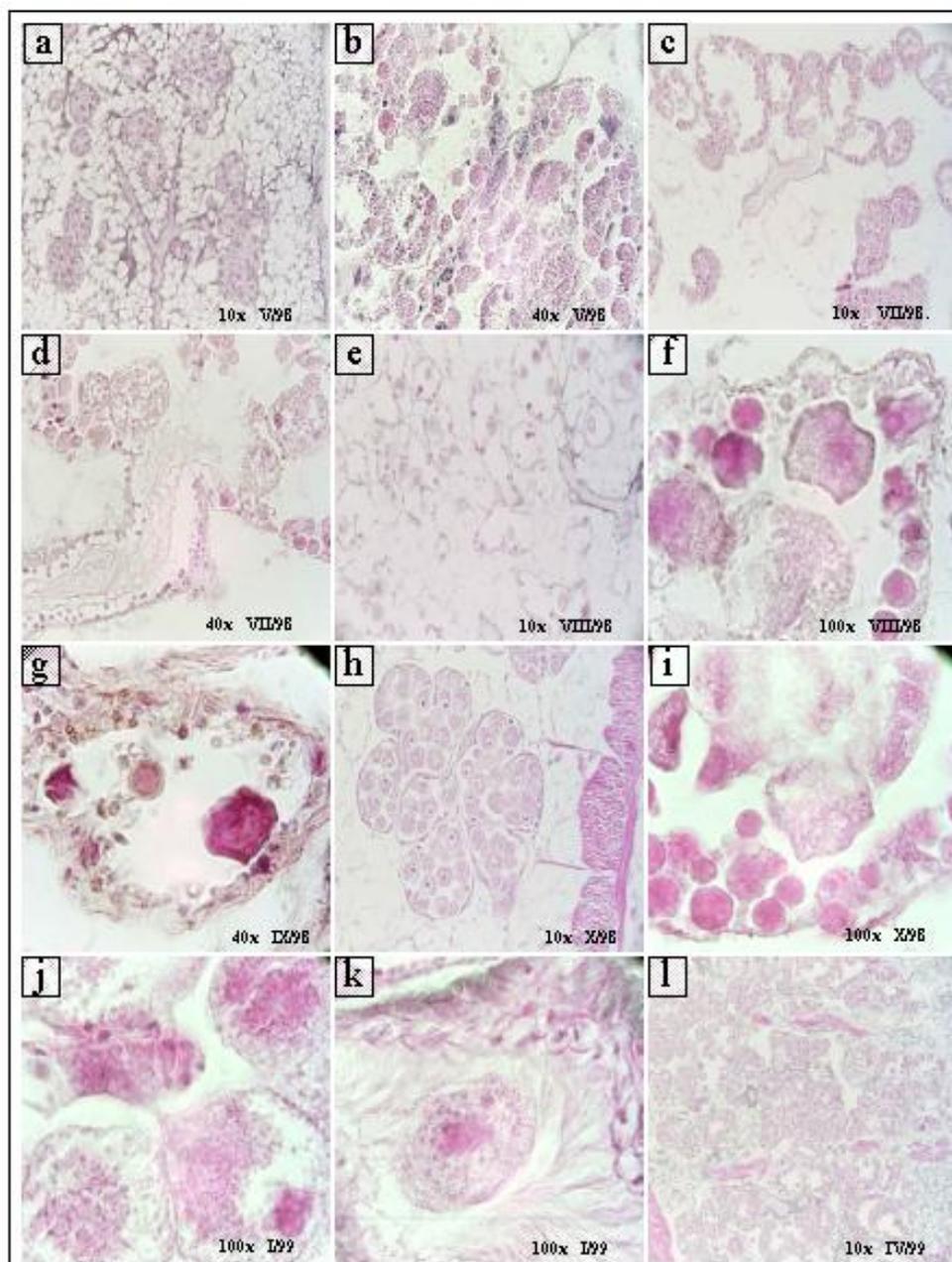


Figura 18. Sucessão mensal dos eventos que ocorrem nos folículos femininos de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) amostrados na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - MT.

Tabela 11. Caracterização mensal da gametogênese em machos de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) na Baía do Poço, Sto. Antônio do Leverger – Mato Grosso.

Meses	MACHOS
<b>Maio:</b>	Proliferação celular intensa. Massa visceral amplamente ocupada pela presença de folículos. Epitélio folicular quase que imperceptível, sem núcleos evidentes. Folículos completamente preenchidos por células primordiais periféricas, espermatogônias e mórulas espermáticas, presentes em grandes quantidades. Não há definição da série espermática, porém alguns indivíduos apresentam elementos maduros - espermatozóides, no centro do folículo. As células epiteliais que compõem os ductos apresentam-se preenchidas por substância amarela (Figura 20a e 20b).
<b>Junho/julho:</b>	Série espermática radial evidente. Ocorrência de mórulas espermáticas localizadas medianamente ao longo da série. Abundância de espermatozóides isolados no lúmen. Nos ductos, o revestimento epitelial está fartamente preenchido por substância amarela. Presença abundante de espermatozóides ao longo dos ductos e ocorrência eventual de esferas de espermatozóides - “spermballs” (Figuras 20d e 20e).
<b>Agosto:</b>	Folículos parcialmente esvaziados, com lúmen central desocupado (hipocôndrio). Séries espermáticas radiais ainda definidas, porém isoladas. Presença de mórulas espermáticas ao longo de toda a série, inclusive no lúmen folicular e nos ductos de eliminação (Figura 20g). Raros espermatozóides isolados, ocorrência freqüente de “spermballs” na maioria dos folículos (Figura 20f).
<b>Setembro/dezembro:</b>	Recuperação folicular. caracterizada pela presença desorganizada de células gametogênicas em todos os estágios de desenvolvimento, inclusive mórulas espermáticas. Série espermática não evidente. Espermatozóides isolados e organizados em esferas ocupam o lúmen folicular. Presença de “spermballs” também ao longo dos ductos (Figura 20e), os quais apresentam grande quantidade de substância amarela intra e extracelular .
<b>Janeiro:</b>	Folículos pequenos e dispersos na massa visceral (Figura 20h) . Pacotes de células primordiais e mórulas espermáticas evidentes na periferia dos folículos. Ausência de espermatozóides isolados, porém esferas espermáticas ocorrem com freqüência (Figura 20i). Ductos dilatados, caracterizado por pequenas quantidades intracelular de substância amarela de aparência granulosa e compacta.
<b>Fevereiro:</b>	Folículos com características semelhantes àqueles do mês anterior. Entretanto observa-se a migração de células diferenciadas para o centro do folículo, dando início à organização das séries espermáticas. Grande densidade de mórulas espermáticas, e a ocorrência de espermatozóides, tanto isolados quanto organizados em esferas é esporádica. Ductos repletos de substância amarela intracelular (Figuras 20j).
<b>Abril:</b>	Folículos amplamente distribuídos pela massa visceral. Presença de células primordiais aderidas ao epitélio folicular. Série espermática radial bem definida. Presença abundante de espermatozóides isolados no lúmen. Ocorrência de “spermballs” nos ductos, os quais apresentam intracelular grânulos de substância amarela intracelular (Figuras 20k e 20l).

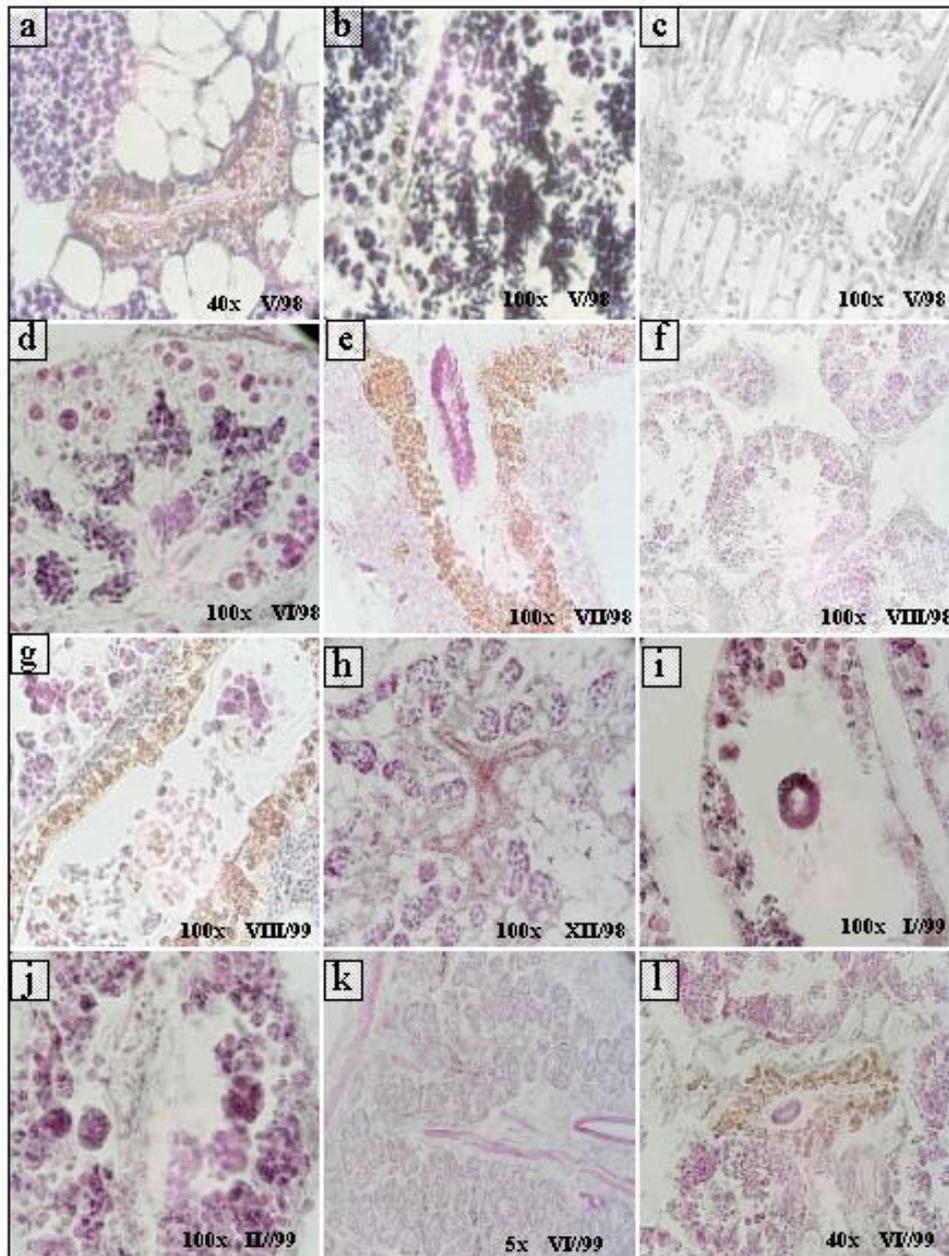


Figura 19. Sucessão mensal dos eventos que ocorrem nos folículos masculinos de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) amostrados na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - MT.

Tabela 12. Variação mensal das variáveis consideradas para as **fêmeas** de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso.

Meses	Tam F	OC	OV	TOV
Mai/98	3,15 ± 1,28	21,85 ± 32,95	17,45 ± 7,01	2,42 ± 0,35
Jun	3,26 ± 1,01	15,80 ± 12,82	6,10 ± 3,38	1,64 ± 0,61
Jul	3,20 ± 1,45	64,73 ± 40,75	3,47 ± 3,18	1,51 ± 0,94
Ago	3,58 ± 1,14	24,92 ± 20,56	5,68 ± 3,32	2,24 ± 0,37
Set	3,15 ± 1,32	19,04 ± 23,78	5,24 ± 3,35	1,79 ± 0,42
Out	3,0 ± 1,19	6,42 ± 4,92	7,38 ± 3,64	2,12 ± 0,26
Dez	3,47 ± 1,24	23,24 ± 32,74	6,76 ± 4,20	2,01 ± 0,42
Jan/99	3,19 ± 1,06	22,93 ± 23,48	7,20 ± 5,01	1,85 ± 0,71
Fev	3,15 ± 1,10	29,00 ± 23,73	6,53 ± 4,66	1,65 ± 0,78
Abr	3,16 ± 1,13	4,58 ± 6,11	9,98 ± 5,32	2,46 ± 1,01

Tam F= comprimento máximo do folículo  
OV= número de óvulos

OC = número de ovócitos  
TOV = diâmetro do óvulo.

Tabela 13. Variação mensal das variáveis consideradas para os **machos** de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso.

Meses	Tam M	ME	CD	ESP
Mai/98	6,51 ±1,44	12,77 ±9,20	6,18 ±7,34	14,05 ±16,04
Jun	6,69 ±1,92	6,48 ±6,25	12,04 ±5,53	16,58 ±15,41
Jul	5,92 ±1,87	7,93 ±6,94	4,47 ±4,95	20,38 ±18,14
Ago	6,63 ±1,28	4,75 ±3,96	13,55 ±8,72	19,70 ±11,43
Set	6,50 ±1,26	0,67 ±3,28	11,83 ±6,69	38,60 ±10,71
Out	6,38 ±1,53	5,10 ±6,97	6,63 ±4,33	40,67 ±8,97
Dez	8,19 ±2,35	5,05 ±2,68	9,50 ±5,51	28,05 ±7,36
Jan/99	4,98 ±0,86	1,40 ±2,01	5,10 ±3,28	5,90 ±6,14
Fev	6,51 ±1,74	8,00 ±4,84	8,50 ±5,39	3,70 ±6,19
Abr	7,47 ±1,56	1,80 ±0,95	6,45 ±4,93	35,90 ±10,87

Tam M= comprimento máximo do folículo  
ME= número de mórulas espermáticas

CD = número de células em desenvolvimento  
ESP = número de espermatozoides

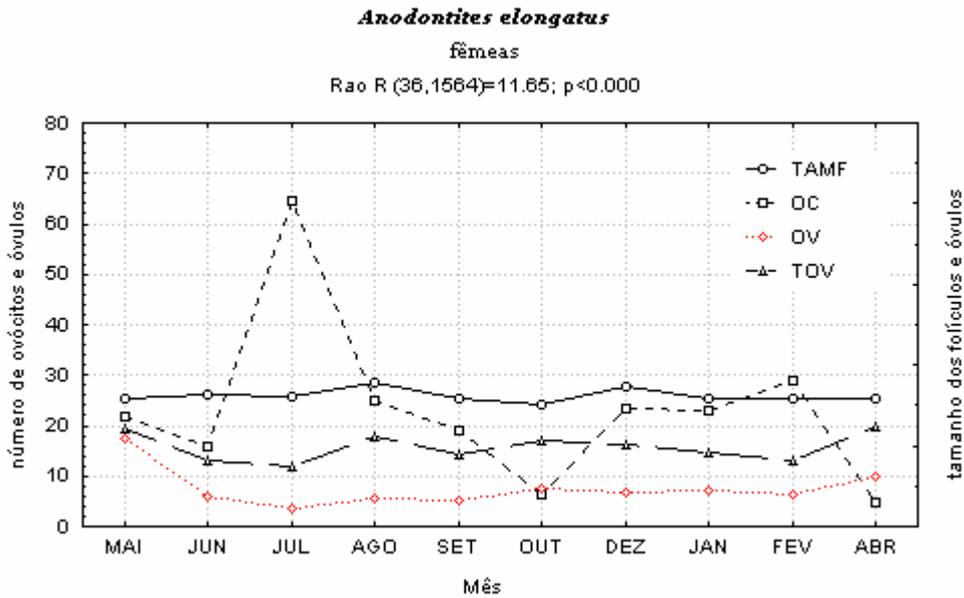


Figura 21. Distribuição mensal dos valores médios das variáveis gametogênicas nas fêmeas de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823), na Baía do Poço, no município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso. TAMF= comprimento máximo do folículo OV = número de ovócitos, OV= número de óvulos, TOV = diâmetro do óvulo.

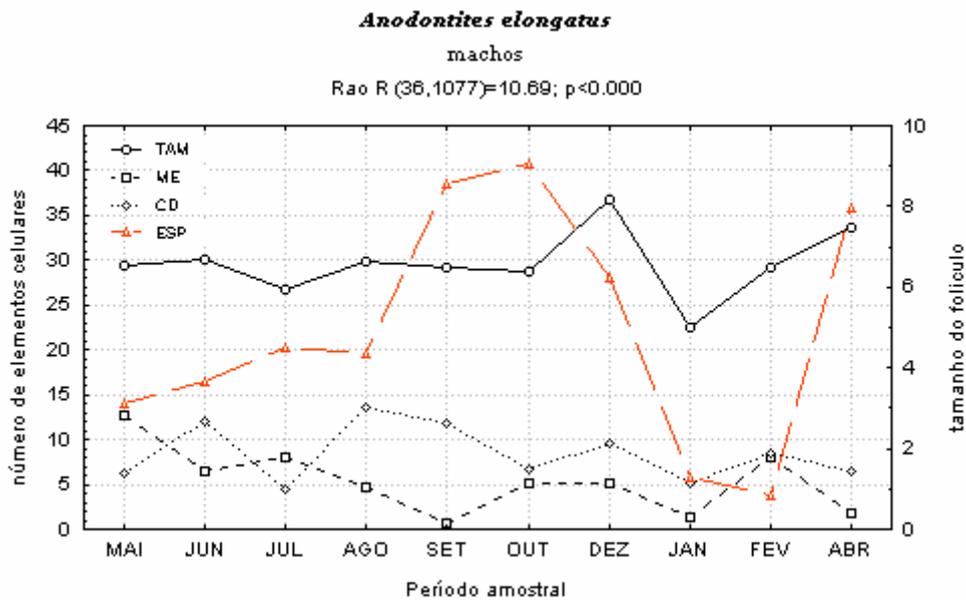


Figura 22. Distribuição mensal dos valores médios das variáveis gametogênicas nos machos de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823), na Baía do Poço, no município de Sto. Antônio do Leverger - Mato Grosso. TAM= comprimento máximo do folículo, CD = número de células em desenvolvimento, ME= número de mórulas espermiáticas, ESP = número de espermatozoides.

### *Anodontites elongatus*

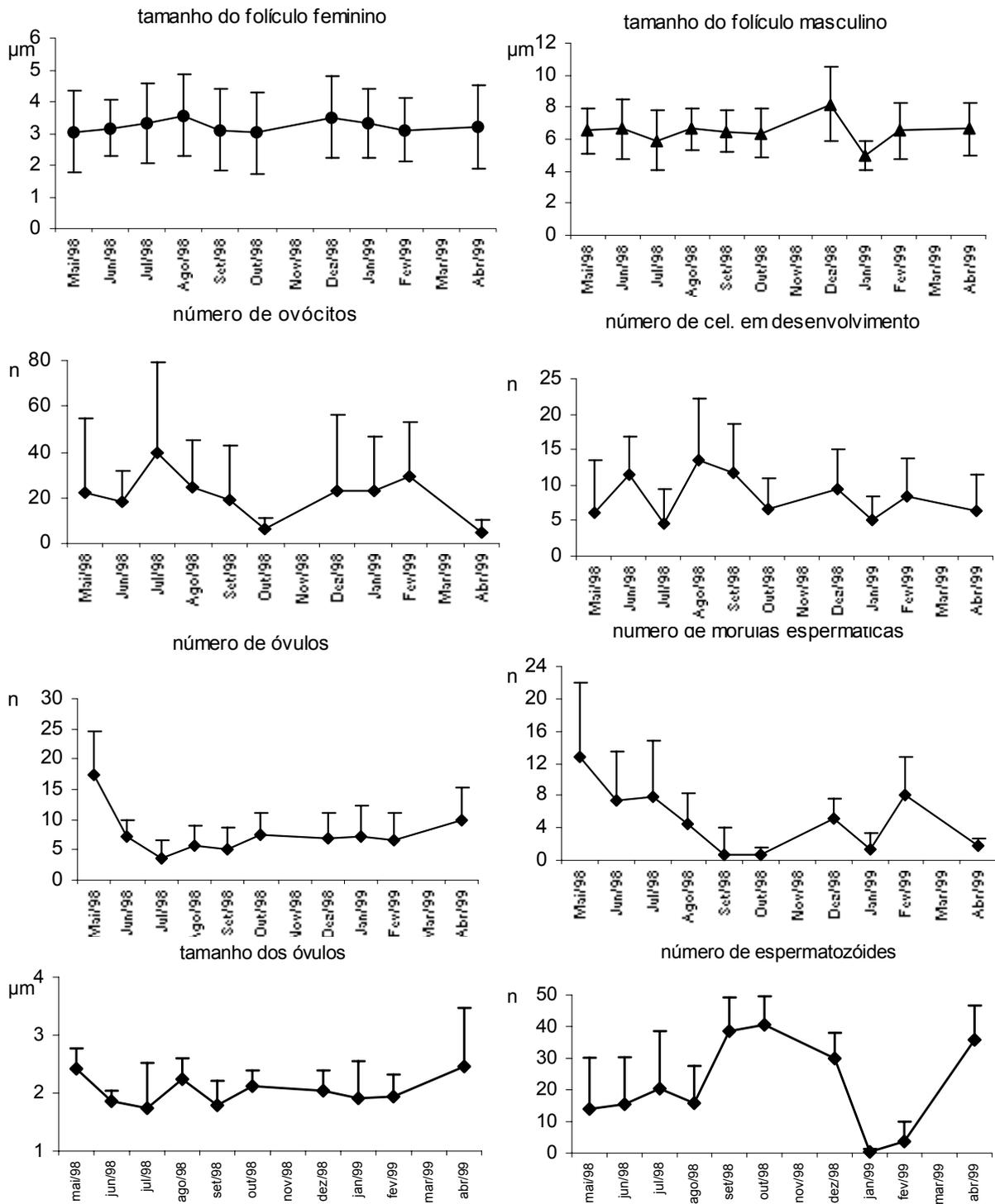


Figura 23. Flutuação mensal dos valores médios referentes aos elementos foliculares considerados na análise quantitativa da gametogênese de *Anodontites elongatus* (Swainson, 1823) amostrados na Baía do Poço, município de Sto. Antônio do Leverger- Mato Grosso.

### Características da água e sedimento

Durante as cheias, a lâmina d'água aumenta cerca de 3,0 m expandindo os limites marginais da lagoa e inundando a vegetação adjacente. Durante o período entre abril de 1998 e março de 1999 a água da Baía do Poço manteve-se neutra com tendências à alcalina nos períodos de vazante, com pH variando entre 6,0 e 8,5. A condutividade elétrica é baixa, característica dos corpos d'água da região, variando entre 33 e 72,3  $\mu\text{S/L}$ . Os valores registrados para a temperatura da água oscilaram entre 29,3 e 34,7°C (Figura 24). Medidas da penetração de luz, foram obtidas pelo disco de Sechi, variando entre 12,5 e 45 cm, e a turbidez da água esteve entre 84 e 299 ntu. O substrato é preferencialmente arenoso, rico em matéria orgânica, com áreas de silte próximas aos locais utilizados pela população. Análises relacionadas à concentração de matéria orgânica no sedimento revelaram que as concentrações mais elevadas ocorrem durante os meses de cheia e vazante (Apêndice).

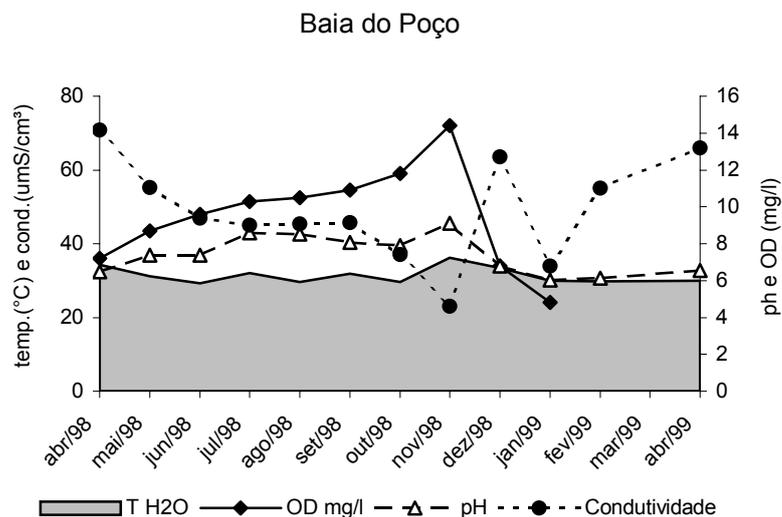


Figura 24. Variação sazonal dos parâmetros ambientais da Baía do Poço, medidos durante o período de estudo. T H<sub>2</sub>O – temperatura da água em °C, OD – concentração de oxigênio dissolvido em mg/l, cond – condutividade elétrica da água em  $\mu\text{S/cm}^3$  e pH.

## **DISCUSSÃO**

### CATEGORIA SEXUAL

Entre as populações estudadas, houve uma divergência primordial em relação a categoria sexual, frente à ocorrência de exemplares hermafroditas. Enquanto que em *Anodontites trapesialis* o hermafroditismo ocorreu em 86,30% dos indivíduos analisados, em *A. elongatus* quase que exclusivamente dióico, apenas 2,53 % foram hermafroditas.

Bonetto (1951), considerou o hermafroditismo como caráter comum para o gênero *Anodontites*. Dentre os escassos estudos desenvolvidos no Brasil, Hebling (1976) abordou o gênero *Anodontites* e verificou a ocorrência de hermafroditismo em *A. trapesialis*, mas não comprovou o fato para *A. trapezeus* (Hebling, 1971 p.71). Estudando aspectos ecológicos de *A. soleniformes* no riacho Chipiri - Bolívia, Maldonado *et al.* (1990) verificaram um padrão dióico para a espécie. Em revisão da sistemática e dos caracteres anatômicos, Simone (1994) e David (1997) também consideraram *A. trapesialis* como hermafrodita. Simone (1997) descreveu *A. elongatus*, com gônadas gonocóricas localizadas na região mediana e posterior da massa visceral, caracterizando a espécie como dióica, condição semelhante com os resultados obtidos neste estudo.

Esta diferença dentro do gênero *Anodontites*, vai de encontro a idéia de que, quando comparações interespecíficas são feitas, uma ampla variedade de diferentes estratégias sexuais são exibidas dentro de um mesmo gênero (Bauer 2001). Na Tabela 14 estão organizados diferentes casos relatados na literatura

relacionados à divergências de padrões sexuais interespecíficos que ocorrem entre os Unionoidea.

Além da variabilidade que ocorre entre espécies, é comum os bivalves apresentarem também um alto índice de variações intraespecíficas. Tais possibilidades sexuais em uma mesma espécie, e até mesmo em um único indivíduo, são detalhadas por Coe (1943), o qual explica que a alternância entre machos, hermafroditas e fêmeas ao longo da vida é comum, principalmente em bivalves límnicos. Entre as diferentes categorias de hermafroditismo propostas pelo autor, *A. trapesialis* é caracteristicamente considerada como hermafrodita funcional normal, uma vez que a espécie predominantemente monóica, apresenta produção simultânea de gametas masculinos e femininos em um mesmo indivíduo, que ocasionalmente são eliminados por um ducto comum. Tal diversidade de padrões é prevista na categoria sexual apresentada por Coe op. cit., o qual considera a possibilidade de que em algumas espécies, os elementos masculinos e femininos são produzidos em porções distintas da massa visceral, com gonoductos separados; em outras os folículos masculinos e femininos ocorrem juntos, entremeados uns aos outros, e ainda há aquelas espécies onde a produção de gametas masculinos e femininos podem acontecer dentro de um mesmo folículo. Em *A. trapesialis*, onde folículos femininos e masculinos são distintos, óvulos maduros foram observados no lúmen de folículos masculinos, junto à células da série espermiática e espermatozóides (Figura 9g). Esta situação também foi descrita por Schalie (1969) para *Actionaias ellipsiformes* e *Villosa iris*, onde o autor sugere que o evento pode ser em função da sobrevivência das espécies que vivem em locais onde o sucesso dos processos reprodutivos tornam-se difíceis, e acrescenta que estes

"estímulos" ambientais dependem de uma estrutura genética e hormonal para que efetivamente ocorram.

Ainda relacionados aos Mycetopodidae, em estudos morfo-anatômicos foram descritas como hermafroditas *Mycetopoda legumen* (Martens, 1888) (Veitenheimer & Mansur 1978 e Veitenheimer-Mendes & Mansur 1978) e *Fossula fossiculifera* (D'Orbigny, 1843) (Avelar, 1993).

Por outro lado, 97,47% dos espécimes microtomizados de *Anodontites elongatus* eram dióicos, sendo que apenas dois indivíduos foram hermafroditas, fato que segundo Coe (1943), caracteriza a espécie como dióica com hermafroditismo esporádico. Demais estudos com Unionoida desenvolvidos na América do Sul, entretanto com espécies da família Hyriidae, registram vários casos de hermafroditismo esporádico. É o caso de *Paxydon syrmatophorus* (Meuschen, 1781) no rio Tocantins, Pará, onde Beasley *et al.*, (2000) encontrou 2 hermafroditas dentre 240 indivíduos amostrados. Situação semelhante foi verificada por Avelar *et al.* (1991) em *Castalia undosa undosa* (Martens, 1827) do rio Pardo, São Paulo; que estudando a anatomia funcional da espécie, verificou que dentre os 66 espécimes analisados, dois eram hermafroditas. Mais recentemente em *Castalia ambigua ambigua* (Lamarck, 1819), Vale (2002) encontrou um exemplar hermafrodita dentre os 487 amostrados.

Na Austrália, casos de hermafroditismos são reportados para *Velesunio ambiguus* (Philippi, 1847) e *V. angasi* (Sowerby, 1867) (Jones *et al.*, 1986). Byrne (1998) caracterizou *Hyridella depressa* (Lamarck, 1819) como microhermafrodita, onde uma pequena parcela de fêmeas apresentou resíduos de tecidos espermatogênicos. Na Índia tropical, *Lamellidens corrianus* (Lea 1834) foi caracterizado como hermafrodita (Nagabhushanan & Lohgaonker,

1978). Conforme Bauer (2001), em naiades é difícil a interpretação de variabilidades ao nível de espécies, podendo ser atribuídas desde microevolução até plasticidade fenotípica, ou ambas.

Quando considerados os padrões sexuais (estratégia sexual, desova e infestação de hospedeiro), estes são fixos ao nível de espécie, entretanto apresentam alta variabilidade quando se consideram os níveis taxonômicos intermediários em diante. Tais estratégias representam importantes linhas de evolução adaptativas durante o período de radiação recente. O autor justifica que as estratégias sexuais aparentam ser espécie-específica, onde espécies dióicas, tal qual *Unio crassus* Retzius, 1788 e *Anodonta anatina* (Linneus, 1758) tem sido sempre apresentadas como dióicas, espécies hermafroditas, geralmente são encontradas como hermafroditas e, espécies com plasticidade sexual tem sido assim descritas. Tal hipótese ainda precisa ser confirmada para os gêneros Sul-Americanos, principalmente para os Mycetopodidae, onde estudos mais detalhados sobre a reprodução ainda são escassos.

#### Gametogênese

A produção de gametas no gênero *Anodontites* na Baía do Poço, ocorreu ao longo do período amostrado. Entre os Unionoida vários registros têm associado um padrão contínuo à gametogênese, onde uma parcela da população sempre se encontra ativa e com elementos maduros (Schalie & Schalie, 1963; Nagabhushanam & Lohgaonker, 1978; Heard, 1975; Chung, 1980; Kenmuir, 1981; Jones *et al.*, 1986; Byrne, 1998). Quando a produção de óvulos e espermatozóides é permanente, comumente observam-se diferentes estágios de desenvolvimento ocorrendo simultaneamente, como apresentado em *Anodontites elongatus* e também registrado na América do Sul para, *Diplodon*

*chilensis chilensis* (Gray, 1828) (Peredo & Parada, 1986), *Diplodon rotundus gratus* (Lea, 1860) (Avelar & Mendonça, 1998), *Paxydon syrmatophorus*, (Muschen, 1784) (Beasley *et al.*, 2000) e *Castalia ambigua ambigua* (Lamarck, 1819) (Vale, 2002). Sastry (1979) classificou em duas categorias considerando o tempo de desenvolvimento dos eventos nos ciclos reprodutivos de uma população: sincrônica, quando todos os indivíduos encontram-se em estágios de desenvolvimento gonadal semelhantes, mantendo um ciclo de desenvolvimento folicular simultâneo: assincrônica, quando a população apresenta constantemente indivíduos com gametas maduros, sendo que há períodos de proliferação e eliminação dos gametas onde uma parcela significativa da população pode ser assim caracterizada. Este fato, segundo o autor está associado principalmente a organismos de regiões tropicais.

Apesar de contínua, a gametogênese dos *Anodontites* na Baía do Poço foi caracterizada por tendências frente aos estágios de maturação gonadal. Em *A. trapesialis* o período de proliferação celular teve dois momentos bem definidos, setembro-outubro e janeiro-fevereiro, tanto para os folículos femininos quanto para os masculinos. Em *A. elongatus*, também caracterizado por dois picos, a produção de gametas femininos antecipou o processo com o início do primeiro pico em julho e o segundo em dezembro/98, e para os machos em fevereiro e maio. A maturação máxima e eliminação dos gametas femininos ocorrem entre abril e maio para ambas as espécies, sendo que *A. trapesialis* apresenta óvulos maduros e folículos cheios também em setembro e outubro, enquanto que *A. elongatus*, no mês de agosto já é possível observar a maturação dos gametas femininos. Para os espermatozóides, o pico de produção e eliminação ocorreu

entre abril e junho em *A. trapesialis*; e em *A. elongatus* ficou evidente dois picos, um entre setembro e dezembro, e outro em abril.

Após a eliminação de gametas, *A. trapesilis* entrou em processo de reversão folicular, tanto em folículos oogênicos quanto nos espermatogênicos, durante os meses de dezembro a fevereiro. Em *A. elongatus* esta fase foi mais bem evidenciada nos folículos masculinos durante os meses de janeiro e fevereiro.

Parece que há uma tendência à homogeneidade quando analisados os períodos de maturação gonadal dos bivalves unionídeos Sul-americanos. Mesmo que a maioria dos estudos sejam com Hyriidae, as épocas de maturação e eliminação de gametas foram coincidentes com aquelas observadas neste estudo. Em *Diplodon chilensis chilensis* o pico reprodutivo foi registrado entre abril e agosto (Peredo & Parada, 1986), e em *D. deledontus expansus* (Küster, 1856) parece que a maior atividade gonadal ocorre em julho (Curial & Lange 1975). Avelar & Mendonça (1998) observaram dois períodos reprodutivos em *Diplodon rotundus gratus*, o primeiro aconteceu entre janeiro e julho, com o desenvolvimento masculino e feminino simultâneos; e o segundo ocorreu entre agosto e janeiro onde o número de hermafroditas funcionais decresceu. O pico de eliminação dos gametas ocorreu em abril, sendo que em agosto todos os indivíduos estavam em reversão folicular. Um padrão semelhante foi descrito para *Paxydon syrmatophorus*, o qual apresentou dois picos de maturação entre setembro-outubro e março-maio, para gametas masculinos e um período acentuado entre julho e agosto para os gametas femininos (Beasley *et al.*, 2000).

O padrão gametogênico assumido pelas populações, normalmente tem sido descritos como dependentes de influências ambientais. A variação na

temperatura (Kemnuir, 1981; Avelar & Mendonça, 1998) e o nível da água estimulam a liberação de gametas e larvas (Beasley *et al.*, 2000). A disponibilidade de nutrientes promove um padrão reprodutivo contínuo (Byrne, 1998). A presença de hospedeiros podem estimulam a liberação das larvas (Jones *et al.*, 1986; Haag & Warren, 1997), bem como a infestação por parasitas pode induzir a reversão folicular (Kat, 1983).

No Sudeste do Brasil, a gametogênese de *Diplodon rotundus gratus* esteve associada à temperatura da água, sendo que em março, quando a temperatura começa a declinar, ocorre à liberação dos gametas sendo interrompida durante os meses de inverno quando os animais apresentam reversão folicular (Avelar & Mendonça, 1998). Peredo & Parada, 1986 também relacionam o ciclo reprodutivo de *D. ch. chilensis* à temperatura, entretanto o período de produção e maturação esteve associado ao outono e inverno e a desova aos meses de primavera e verão.

Com valores de temperatura praticamente constantes, o fator que determina a produtividade dos ecossistemas no Pantanal, é o regime sazonal de inundações periódicas caracterizado por quatro períodos sazonais definidos: enchente, cheia, vazante e seca. O "floodpulse" retroalimenta os fluxos de matéria e energia e controlam a dinâmica das populações aquáticas e terrestres que se encontram na ATTZ - Zona de Transição Terrestre e Aquática (Junk *et al.*, 1989; Junk, 2000).

O ciclo sexual dos *Anodontites*, representados pela sucessão de eventos como o desenvolvimento e eliminação dos gametas, fecundação e incubação das larvas; culminam com o ciclo hidrológico imposto pelo fluxo de águas na região. A liberação dos gametas e presença de embriões nos marsúpios durante os

meses de abril e maio, início de vazante, provavelmente estejam relacionados com a saída de peixes das "baías" e áreas de inundação adjacentes para o canal principal do rio Cuiabá. Durante a enchente, muitas espécies realizam movimento lateral para a planície de inundação, retornando para o canal principal com a diminuição do nível da água (Lowe-McConnell, 1999). Estudos relacionados com a migração lateral de peixes no Pantanal (Moura, 2000), demonstram que a maior influência nos movimentos migratórios em peixes são as flutuações no nível da água que atuam diretamente nas características limnológicas, determinando assim padrões de migração trófica e reprodutiva. No Pantanal, a sincronicidade dos eventos será mais uma vez demonstrada quando a hipótese de que existe interdependência entre: flutuação do nível d'água x migração lateral da ictiofauna x liberação de larvas (gloquídeos e lasídios) de moluscos bivalves for comprovada.

A variação do nível das águas como fator influente no ciclo reprodutivo foi também reconhecido para *Paxydon symarthophorus*, que tem seu período de desova e incubação das larvas durante a estação seca (Beasley *et al.*, 2000). Em *Castalia ambigua ambigua* o período que houve a proporção máxima de fêmeas grávidas foi ao final da estação cheia e início da seca, entre os meses de maio a agosto (Vale, 2002). Ambas as espécies, *P. symarthophorus* e *C. a. ambigua* foram estudadas da região Norte do Brasil, onde os valores de temperatura permanecem constantes durante todo o ano.

Não apenas determinante do momento de liberação de gametas e larvas, mas como também o padrão de incubação das larvas assumido pela população, pode ser determinado pelas variações do fluxo hídrico. Normalmente *Anodonta grandis* Say, 1829 apresenta um padrão de incubação das larvas do tipo

“bradytictic” (incubação prolongada), entretanto Lewis, (1985) quando observou um padrão “tachyticity” (incubação de curta duração), atribuiu o fato a uma estratégia adotada pela população, provavelmente influenciada pelo fluxo hidrológico.

#### Mórulas espermáticas

Estruturas denominadas de "sperm-morulae", conforme define Heard (1975), são assim chamadas por sua aparência lembrar o estágio de mórula no desenvolvimento ontogenético. Em bivalves Unionoida, muitas são as espécies que apresentam mórulas espermáticas em alguma fase da espermiogênese, 43 espécies de 17 gêneros dentre as famílias Amblemidae, Hyriidae, Margaritiferidae e Unionidae, são citadas por Heard (1975). Para espécies de ocorrência brasileira, são encontrados registros destas estruturas em *Diplodon rotundus* Spix, 1827 (Avelar & Mendonça, 1998); *Prisodon alatus* (Sowerby, 1869) (Matos *et al.*, 1998) e *Paxydon syrmatophorus* (Beasley *et al.*, 2000).

Ainda não está definido se a ocorrência das mórulas espermáticas durante o processo de espermiogênese é um evento típico, ocorrendo em fases determinadas do ciclo sexual masculino (Matos *et al.*, 1998). Consideradas como um evento de ocorrência sazonal, Heard (1975) cita que as mórulas espermáticas em *Villosa villosa* (B. H. Wright, 1898) (Lampsilinae) e *Anodonta peggyae*, não sofrem citólise, mas originam espermatozóides indistinguíveis quanto à morfologia e tamanho, quando comparados com aqueles produzidos pela seqüência espermatogênica típica.

O desenvolvimento de vários clusters de espermátides formando mórulas em *Prisodon alatus*, foi considerado por Matos *et al.*, (1998) como o resultado de uma espermiogênese natural na qual as espermátides sofrem metamorfoses

transformando-se em espermatozóides maduros. Tal processo, nesta espécie ocorre apenas nos estágios iniciais da espermiogênese, quando a mórula ainda precisa de suporte nutricional, concluindo que detalhes importantes da origem, desenvolvimento, ultraestrutura e função ainda não estão completamente conhecidos.

Em *Anodontites* o estágio de proliferação celular, é caracterizado pela ocorrência quase que exclusiva de mórulas espermáticas, as quais ocupam todo o volume folicular. Tal fase é sucedida pela presença de vários tipos celulares, característicos da série espermática radial. Em um posterior momento proliferativo, dando seqüência ao segundo pico reprodutivo, observa-se a presença de mórulas espermáticas de maior tamanho, inseridas em pacotes que delimitam agrupamentos de células gemetogênicas diferenciadas, denominados genericamente por Matos *et al.*, (1998) como células de Sertoli. Assim como "mórula espermática", a utilização do termo "célula de Sertoli", é mais uma adaptação da nomenclatura, sendo que tais terminologias apesar de amplamente utilizadas na literatura, não condizem especificamente com a origem e função celular das estruturas que designam. Para as espécies aqui consideradas, a ocorrência de mórulas espermáticas tardias está possivelmente associada à origem das "spermballs", fato que caracteriza *A. trapesialis* e *A. elongatus* como espermatozeugmatas (Lyn, 1994 ; Heard, 2002).

*Esferas de espermas:* A maior incidência de "spermballs" foi observada em *A. elongatus*. Como presença característica do estágio de eliminação dos gametas masculinos, facilmente observadas no lúmen folicular durante o pico reprodutivo máximo. Entretanto a ocorrência destes agregados foi ocasional ao longo do período amostrado, aumentando a incidência durante o período de

julho a janeiro, onde eram observadas principalmente ao longo dos gonoductos. Em *A. trapesialis*, a presença de “spermballs” foi menos freqüente, havendo predominância de espermatozóides isolados no decorrer do ciclo sexual, inclusive durante as fases associadas à eliminação de gametas. Este evento já havia sido descrito para o gênero em *Anodontites trapezeus* (Spix, 1827) (Hebling, 1971), como um agrupamento esférico de centenas de espermatozóides com as caudas radialmente voltadas para fora e movimentos sincronizados, semelhantes à colônias de *Volvox* (Apêndice). Esta comparação foi apresentada provavelmente por Coe (1931) para *Ostrea lurida*. Edgar (1965) descreve estes agregados celulares para *Anodontoides ferrussacianus* (Lea, 1834), e ainda cita a ocorrência de “spermballs” para *Lampsilis ventricosa* (Barnes, 1823), *L. complanata* e *Utterbackia ohiensis* (Rafinesque, 1820).

A ocorrência de “spermballs” está associada à algumas das espécies sul americanas como *Anodontites trapezeus* (Hebling, 1971) e *Diplodon rotundus gratus* (Hebling & Penteado, 1974). A função destas estruturas podem estar associada à eficiência durante o processo de fecundação, agindo como espermatóforos (Edgar, 1965). Como outra possibilidade, também poderia ser considerada a compatibilidade morfológica destes agregados celulares, frente ao do processo de seleção de partículas pelos filamentos branquiais, uma vez que a fecundação dos Unionoida “marsupiais” se dá nos espaços intralamelares ou no canal suprabranquial (Heard, 1992). Considerando que, a maneira pela qual os espermatozóides se movem, está diretamente relacionada como a espécie se adaptou às condições ambientais (Gilbert, 1994 p. 60), tal abordagem abre um leque de questões paralelas à discussão de estratégias adaptativas para ocupação e dispersão dos grupos de bivalves através das águas continentais.

Tabela14. Casos de variabilidade interespecífica relacionados à categoria sexual em Unionoidea

Família	Gênero	Espécie	Categoria sexual	Local	Referência
Mycetopodidae					
	<i>Anodontites</i>	<i>A. trapesialis</i>	hermafrodita	B. do Poço, rio Cuiabá B. das Conchas, rio Cuiabá rio Tietê, SP	este estudo, DAVID, 1997 HEBLING, 1971 e 1976 SIMONE, 1994.
		<i>A. elongatus</i>	hermafroditismo esporádico (2:110)	rio Cuiabá	este estudo SIMONE, 1997
		<i>A. tapezeus</i>	dióico	rio Tietê, SP	HEBLING, 1971
		<i>A. soleniformis</i>	dióico	rio Chipiri, Bolívia	MALDONADO <i>et al.</i> , 1990
Hyriidae					
	<i>Diplodon</i>	<i>D. chilensis chilensis</i>	dióico	Lago Villarrica, Chile	PEREDO & PARADA, 1986
		<i>D. rotundus gratus</i>	hermafrodita	rio Tiete, SP	HEBLING & PENTEADO, 1974
		<i>D. delotundus expansus</i>	hermafrodita	rio Pardo, SP	AVELAR & MENDONÇA, 1998
		<i>D. variabilis</i>	hermafrodita	rio Cerne, PR Miguelin Rivulet, Punta Lara, Argentina	CURIAL & LANGE, 1974 PASCAR, C. G. 1973
	<i>Castalia</i>	<i>C. undosa</i>	hermafrodita esporádico (2:66)	rio Pardo, SP	AVELAR <i>et al.</i> , 1991
		<i>C. ambigua</i>	hermafrodita esporádico (1:487)	rio Irituia, PA	ALVES, 2002
	<i>Lamellidens</i>	<i>L. marginalis</i>	dióico	Bengala, Índia	GHOSH C. & GHOSE K. C., 1972
		<i>L. corrianus</i>	hermafrodita	rio Godaviri, Índia	NAGABUSHANAM, R. & LOHGAONKER, A. L., 1972
Unionidae					
Anodontinae					
	<i>Anodonta</i>	<i>A. imbecilis</i>	hermafrodita		SCHALIE, 1970
		<i>A. cygnea</i>	hermafrodita		(FRANKE, 1993 e TEUTSCH, 1997) <i>in</i> BAUER, 2000
			dióica	Cambridgeshire, Inglaterra	ALDRIDGE, 1999
Tabela 14. (cont.)					
		<i>A. anatina</i>	hermafroditismo esporádico		HEARD, 1975; KAT, P. W., 1983
			dióica	Cambridgeshire, Inglaterra	ALDRIDGE, 1999
		<i>A. corpulenta</i> , <i>A. grandis footiana</i>	hermafrodita esporádico		SCHALIE, 1970
		<i>A. californiensis</i> , <i>A. cataracta</i> , <i>A. marginata</i> <i>A. suborbiculata</i>	dióica		SCHALIE, 1970
Anodontinae					
	<i>Lasmigona</i>	<i>L. compressa</i> , <i>L. subviridis</i> <i>L. complanata</i>	hermafrodita		SCHALIE, 1970
			hermafroditismo esporádico		SCHALIE, 1970
Lampsilinae					
	<i>Lampsilis</i>	<i>L. lampsilis</i> <i>L. cariosa</i>	dióico		SCHALIE, 1970
			hermafrodita esporádico		SCHALIE, 1970
Margaritanidae					
	<i>Margaritufera</i>	<i>M. margaritifera</i>	hermafrodita esporádico		SCHALIE, 1970
	<i>Cumberlandia</i>	<i>C. monodonta</i>	dióica		SCHALIE, 1970

### **CONCLUSÕES**

- Confirma-se variabilidade interespecífica para o gênero *Anodontites* frente à categoria sexual. *A. trapesialis* é hermafrodita e *A. elongatus* dióico com hermafroditismo esporádico.
- Ambas espécies agregam seus espermatozoides sob forma de esferas - “spermballs”, caracterizando-os como espermatozeugmatas.
- Tanto *A. trapesialis* como *A. elongatus* apresentaram gametogênese contínua ao longo do período amostrado.
- Picos de maturação e eliminação de gametas ocorreram durante a vazante e seca.
- A produção e eliminação de gametas masculinos e femininos é sincrônica para as duas espécies estudadas.

### **Agradecimentos**

Este trabalho só pôde ser desenvolvido e finalizado com a boa vontade de muitos colaboradores e amigos. Agradecemos especialmente ao Prof. Dr. Wilibaldo Thomé por disponibilizar toda a infra-estrutura e equipamentos do laboratório de Malacologia da Faculdade de Biociências na PUCRS. À Guacira, Georgina, Malú, Felipe e Ana, principalmente pela amizade e ajuda no final dos trabalhos histológicos. Nossos cordiais agradecimentos ao Prof. Dr. Alex Nuñez do Laboratório de Cultivo de Peixes de Água Doce - LAPAD e à Prof.a Dra. Aimê Raquel do Laboratório de Mexilhões - LAMEX, ambos da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC pelo apoio durante a execução das análises histológicas. Agradecemos também à MS. Lúcia M. Richinniti por liberar espaço para trabalharmos no Laboratório de Malacologia, no Museu de Ciências e Tecnologia - MCT / PUCRS, aos responsáveis pelo Lab. de Histologia da PUCRS pela autorização e auxílio no processamento dos cortes e coloração; às alunas Vanessa e Aline, graduandas do curso de Biologia da PUCRS, pela boa vontade e dedicação voluntária durante os procedimentos histológicos. À Cíntia e Luciana pela revisão final do manuscrito. Finalmente, à Lívia Mondim e Ricardo Barbosa, estagiários do Projeto Ecologia do Pantanal - Instituto de Biociências da Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT, pela amizade em todos os momentos e ajuda indispensável durante o campo e obtenção dos dados biométricos em laboratório. Agradecemos em especial Projeto Ecologia do Pantanal/UFMT, através do programa SHIFT de cooperação internacional entre CNPq e BMBF, por subsidiar parte das viagens de campo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALVARENGA, S. M.; A. E. B. PINHEIRO; H. J. H. KUX. 1984. Estudo geomorfológico aplicada a Bacia do Alto Rio Paraguai e Pantanaís Matogrossenses – *Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL Série Geomorfologia*, **187**: 89 – 183. Salvador
- AVELAR, W. E. P. 1993. Functional anatomy of *Fossula fossiculifera* (D'Orbigny, 1843) (Bivalvia: Mycetopodidae). *American Malacological Bulletin*, **10**(2):129-138.
- AVELAR, W. E. P. , A. da S. COSTA, A. J. COLUSSO & C. M. R. dal BÓ. 1991. Sexual dimorphism in *Castalia undosa undosa* Martens, 1827 (Bivalvia: Hyriidae). *The Veliger*, **34**(2): 229-231.
- AVELAR, W. E. P. & S. H. S. T. MENDONÇA. 1998. Aspects of gametogenesis of *Diplodon rotundus gratus* (Wagner, 1827) (Bivalvia: Hyriidae) in Brazil. *American Malacological Bulletin*, **14**(2):157-163.
- BEASLEY, C. R., E. TÚRY, W. G. VALE & C. H. TAGLIARO. 2000. Reproductive cycle, management and conservation of *Paxydon syrmatophorus* (BIVALVIA: HYRIIDAE) from the Tocantins river, Brazil. *Journal of Molluscan Studies*, **66**:393-402. London.
- BAUER, G. 2001. Life-History variation on different taxonomic levels of naiads. *In*: Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. *Ecological Studies*, **145**: 83-91. Berlin.
- BONETTO, A. A. 1951. Acerca de las formas larvales de Mutelidae Ortmann. *Jornadas Icticas*, **1**(1):1-18.
- BONETTO, A. A. & I. D. EZCURRA. 1962a. Nota preliminar sobre el desarrollo del "Lasidium" de un Mutelido americano. *Publicacion de la Direccion General de Recursos Naturales Ministerio Agricultura y Ganaderia*, **4**(1):1-3. Santa Fé.
- BONETTO, A. A. & I. D. EZCURRA. 1962b. El desarrollo del Lasidium de *Anodontites trapesialis forbesianus* (LEA) (Moll. Lamell.) *Physis*, **23**(65):195-203. Buenos Aires.
- BYRNE, M. 1998. Reproduction of river and lake populations of *Hyridella depressa* (Unionacea:Hyriidae) in New South Wales: implications for their conservation. *Hydrobiologia*, **389**: 29-43.
- CALLIL, C. T. & W. J. JUNK. 1999. Concentração e incorporação de mercúrio por moluscos bivalves *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819). do Pantanal de Poconé - MT, Brasil. *Biociências*, **7**(2): 3-28.
- CALLIL, C. T. & W. J. JUNK. 2000. Aquatic gastropods as mercury indicators in the Pantanal of Poconé region (Mato Grosso, Brasil). *Journal of Water, Air and Soil Pollution*, **319**:319-330.
- CARVALHO, J. O. 1986. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. *In*: Primeiro Simpósio sobre recursos Naturais e Sócio-Economicos do Pantanal. *Departamento de Difusão de Tecnologia EMBRAPA*. **5**:43-48. Brasília.
- CHUNG, Y. 1980. Reproductive cycle and breeding season of the freshwater clam, *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (LEA). *Bulletin of Korean Fisheries Society*, **13**(4):135-144.
- COE, W. R. 1931. Spermatogenesis in the California oyster (*Ostrea lurida*). *Biological Bulletin*, **61**:309-315.

- COE, W. R. 1943. Sexual differentiation in mollusks. I. Pelecypods. *The quarterly Review of Biology*, **194**:154-164.
- CURIAL, O. & LANGE, R.R. 1974. Hermafroditismo em *Diplodon delotundus expansus*. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, **17**(2):109-110.
- CURIAL, O. & LANGE, R.R. 1975. Variações histológicas sazonais das gônadas do *Diplodon delodontus expansus* (Küster) (Mollusca, Unionidade). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, **18**:65-67.
- DAVID, G. Q. 1997. Caracterização do ciclo reprodutivo e relações biométricas de *Anodontites trapesialis* (Mollusca:Bivalvia). Instituto de Biociências Universidade Federal de Mato Grosso. Monografia. 36 p.
- EDGAR, A. L. 1965. Observation on the sperm of the pelecypod *Anodontites ferussacianus* (Lea). *Transmission microscopy Society*, **84**(2):228-230.
- GILBERT, S. F. 1994. *Biologia do desenvolvimento*. Trad. de M. M. G. BITONDI e Z. L. P. Simões. ed Sociedade Brasileira de Genética. 578 p. Ribeirão Preto.
- HAAG, W. R. & WARREN, M. L. 1997. Host fishes and reproductive biology of 6 freshwater mussel species from the Mobile Basin, USA. *Journal of American. Benthological Society*, **16**(3): 576-585.
- HAGGERTY, T., GARDNER, J., PATTERSON, G. & JONES, J. 1995. A quantitative assessment of the reproductive biology of *Cyclonaias tuberculata* (Bivalvia: Unionidae). *Canadian Journal of Zoology*, **73**:83-88.
- HEARD, W. H. 1975. Sexuality and other aspects of reproduction in *Anodonta* (Pelecypoda:Unionidae). *Malacologia*, **15**(1):81-103.
- HEARD, W. H. 1992. Reproductive co-ordination and synchronization in Bivalvia Unionoida. In: *Proceedings of Ninth International Malacological Congress*, 153-172.
- HEARD, W. H. 2002. Sperm-morulae spermatozoa and spermatozeugmata of Bivalvia: Unionoida. In: *V Congresso Latino Americano de Malacologia*.p 141.
- HEBLING, N. J. 1971. *Anatomia funcional de bivalves límnicos do Estado de São Paulo*. Rio Claro. Tese. Doutorado em Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro. 86 p.
- HEBLING, N. J. 1976. The functional morphology of *Anodontites trapezeus* (Spix) and *Anodontites trapesialis* (Lamarck). Bivalvia:Mycetopodidae). *Separata do Boletim de Zoologia*, USP. 265-298.
- HEBLING, J. N. & PENTEADO, A. M. G. 1974. Anatomia funcional de *Diplodon rotundus gratus* (WAGNER, 1827) (Mollusca, Bivalvia). *Revista Brasileira de Biologia*, **34**(1):67-80. Rio de Janeiro.
- JONES, H. A. , R. D. SIMPSON & C. L. HUMPHREY. 1986. The reproductive cycles and glochidia of Fresh-water mussels (BIVALVIA: HYRIIDAE) of the Macleay river, Northern New South Wales, Australia. *Malacologia*, **27**(1):185-202.

- JUNK, W. J. 2000. The Amazon and the Pantanal: A critical comparison and lessons for the future.-  
*In: The Pantanal: Understanding and Preserving the Worlds largest Wetland.* (F.A. Swarts,  
ed.). 211-224. Paragon House, Minnesota.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & R. E. SPARKS. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems.  
In: Dodge, D. P. (ed.): - International Large River Simposium (Lars). – *Canadian Special Publication of the  
Fisheries Aquatic Science*, **106**: 110-127
- JUNK, W. J. & K. FURCH, 1993. A general review of tropical South American floodplains.  
*Wetlands Ecology and Management*, **2**(4): 231 – 238.
- KAT, P. W. 1983. Sexual selection and simulataneous hermafroditism among the Unionidae  
(Bivalvia:Mollusca). *Journal of Zoology from London*, **201**:395-416.
- KENMUIR, D.H.S. 1981. Repetitive spawning behavior in two species of freshwater musels  
(Lamellibranchiata: Unionacea) in Laje Kariba. *Trans. Zimbabwe Scientist Assessment*,  
**60**(8): 49-56.
- LEWIS, J. B. 1985. Breeding cycle of the freshwater mussel *Anodonta grandis* SAY. *Canadian  
Journal of Zoology*, **63**:2477-2478.
- LOWE-McCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.  
Tradução A. E. A. M. Vazzoler, A.A. Agostinho, P. T. M. Cunnhingham. EDUSP. 543p. São  
Paulo.
- MALDONADO, M. , ACOSTA, F., ISURZA, L. J. & BARRA, C. 1990. Aspectos biológicos de  
*Anodontites soleniformes* (Mollusca-Bivalvia) en el Arroyo Chipiriri (Cochabamba-Bolivia).  
*Acta Limnologica Brasiliensia*, **3**:847-863
- MATOS, E., CORAL, L. & AZEVEDO, C. 1998. Fine structure of spermiogenesis with special  
reference to the spermatid morulae of the freshwater mussel *Prisodon alatus* (Bivalvia,  
Unionoidea). *Journal of Morphology*, **238**:63-70.
- MOURA, N. A. de. 2000. Influência de fatores físico-químicos e recursos alimentares na migração  
lateral de peixes no Lago de Chacororé, Pantanal de Barão de Melgaço, Estado de Mato  
Grosso. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e  
Recursos Naturais - INPA MINTER/CAPES INPA/UNEMAT. 88p+xiii.
- NAGABHUSHANAM, R. & A. L. LOGHAONKER. 1978. Seasonal raproductive cycle in the mussel,  
*Lamellidens corrianus*. *Hidrobiologia*, **61**(1): 9-14.
- PASCAR, C. G. 1973. Preliminary note on hermaphroditism and embryonic stages in *Diplodon  
variabilis*. *The Veliger*, **15**(3):213-216.
- PEREDO, S. & E. PARADA. 1986. Reproductive cycle in the freshwater mussel *Diplodon chilensis  
chilensis* (Mollusca: Bivalvia). *The Veliger*, **28**(4): 418-425.
- SASTRY, A. N. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). *In: Reproduction of Marine Invertebrates*  
.V Molluscs: Pelecypods and Lesser Classes. (A. C. Giese & J. S. Pearse eds). 369 p. New York.
- SEMENAS, L. & N. BRUGNI. 2002. Características populacionais e ciclo de vida de *Diplodon  
chilensis* (d'Orbgny, 1835) (Hyriidae, Bivalvia) en el lago Gutiérrez (Patagonia, Argentina).  
*Ecologia austral*, **12**: 29-40.

- SCHALIE, H. van der 1969. Two unusual Unionoid hermaphrodites. *Science*, **163**:1333-1334.
- SCHALIE, H. van der 1970. Hermaphroditism among north American Freshwater Mussels. *Malacologia*, **10**(1):93-112.
- SCHALIE, H. van der & A. van der SCHALIE,. 1963. The distribution, ecology, and life history of the mussel, *Actionaias ellipsiformis* (Conrad), in Michigan. *Occasional papers of the Museum of University of Michigan*, **663**:1-17.
- SIMONE, L. R. L. 1994. Anatomical characters and systematics of *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) from South America (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea, Muteoloidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **29**(3): 169-185.
- SIMONE, L. R. L. 1997. Anatomy and Systematics of *Anodontites elongatus* (Swainson) from Amazon and Paraná Basins, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea, Mycetopodidae). *Revista brasileira de Zoologia*, **14**(4):877-888.
- TARIFA, J. R. 1986. O Sistema climático do Pantanal. Da compreensão do sistema à definição dos primórdios da pesquisa climatológica. In: *Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Economicos do Pantanal*. 1. Corumbá, 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA. p. 9 – 27.
- VALE, R. S. 2002. Ecologia e ciclo reprodutivo da *Castalia ambigua ambigua* (MOLUSCA:BIVALVIA) no rio Irituia, município de Irituia, Pará. Dissertação. Pós Graduação em biologia ambiental, Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos. Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança. 109p.
- VALVERDE, O. 1972. Fundamentos geográficos do planejamento rural no Município de Corumbá. *Revista Brasileira de Geografia*, **34**(1):49-144.
- VEITENHEIMER, I. L. & MANSUR, M. C. 1978. Morfologia, histologia e ecologia de *Mycetopoda legumen* (MARTENS, 1888) - (BIVALVIA, MYCETOPODIDAE). *Iheringea*, **52**:33-71. Porto Alegre.
- VEITENHEIMER - MENDES, I. L. & M. C. D. MANSUR. 1978. *Mycetopoda legumen* (Martens, 1888): Lasídio e desenvolvimento parasitário (Bivalvia, Mycetopodidae). *Revista Brasileira Biologia*, **38**(3):531-536. Rio de Janeiro.

*Melhor para chegar a nada é descobrir a verdade.  
Para ter mais certezas tenho que me saber de imperfeições.*

*(Manoel de Barros)*

**BIVALVES DE ÁGUA DOCE: EFICIÊNCIA EM FILTRAÇÃO!  
MORFOLOGIA FUNCIONAL, CORRENTES CILIARES E TAXAS DE FILTRAÇÃO.**

CLAUDIA T. CALLIL<sup>2</sup>, MARTIN PUSCH<sup>3</sup> & MARIA CRISTINA D. MANSUR<sup>4</sup>

*<sup>1</sup>Estudo desenvolvido através do Projeto Ecologia do Pantanal/UFMT, SHIFT-  
CNPq/BMBF.*

*<sup>2</sup>Departamento de Biologia e Zoologia, Instituto de Biociências, UFMT, Av.  
Fernando Corrêa da Costa, Cuiabá - MT, 78000-900, Brasil. e-  
mail: callil@terra.com.br (CAPES/PICDT) <sup>2</sup>*

*<sup>3</sup>Dept. of Lowland Rivers and Shallow Lakes, Institute of Freshwater Ecology and  
Inland Fisheries, Berlin - Germany.*

*<sup>4</sup>Laboratório de Malacologia, Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS,. Av.  
Ipiranga 6681. Porto Alegre - RS, 90619-900, Brasil. e-mail:  
mcmansur@pucrs.br (CNPq 305365/76)*

## RESUMO

A identificação das correntes ciliares de aceitação e rejeição de partículas, foram descritas baseadas em estudos de morfologia funcional e histologia do sistema filtrador de duas espécies do gênero *Anodontites* (Bruguière, 1792). Indivíduos com peso médio em torno de 100 g e comprimento médio próximo à 95 mm, foram submetidos a um sistema de calhas de circulação, onde as variáveis temperatura da água, turbidez e oxigênio dissolvido foram monitoradas continuamente ao longo do tempo experimental. Como solução teste foi utilizada uma cultura pura de *Monoraphidium minutum*, alga platônica de ocorrência cosmopolita. Os parâmetros considerados para determinar a taxa de remoção do fitoplâncton foram: concentração de clorofila, atividade fotossintética da solução e número de partículas. As taxas de remoção do seston para *Anodontites trapesialis* foram verificadas variando entre 0,5 e 1,5 l. g<sup>-1</sup> /h. Valores percentuais relacionados ao clareamento da solução teste estiveram em torno de 58,82 ± 13,20 %. O consumo de oxigênio durante os experimentos foi de 50,27 ± 13,20 %, acompanhando os valores percentuais de clareamento. A partir de tais informações aliadas a outros aspectos da dinâmica populacional fica estabelecida uma nova linha de pesquisa a qual terá como objetivo a elaboração de um programa de monitoramento utilizando bivalves dulciaquícolos como indicadores de qualidade ambiental.

Palavras-chave: UNIONOIDA, Mycetopodidae, taxa de filtração, morfologia funcional, ecologia de sistemas, Pantanal do Mato Grosso, Brasil

---

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a necessidade de monitorar ambientes fluviais e lacustres expôs, de maneira gritante, as lacunas existentes no conhecimento básico referentes aos organismos que habitam estes sistemas. Quando se deseja utilizar bivalves na avaliação da qualidade ambiental, é imprescindível conhecer aspectos biológicos que estão diretamente relacionados com os fatores ambientais. A atividade de filtração, composição bioquímica, metabolismo, condições de reprodução e crescimento, aliados à estrutura das comunidades, são informações fundamentais que compõem a abordagem de biomonitoramento. Estudos referentes à filtração e respiração em espécies de bivalves unionídeos nativos do Brasil ainda são inexistentes. Na Europa e EUA, são inúmeras as publicações relativas ao conhecimento das taxas e processos de filtração (Tabela 1). Contudo, até meados da década de 80, havia uma enorme dificuldade em comparar os resultados obtidos por diferentes autores estudando uma mesma espécie ou mesmo espécies diferentes, devido a diversidade de métodos utilizados.

Para determinar a taxa de filtração com eficiência, Coughlan (1969) considerou quatro princípios fundamentais: 1) que a redução das partículas em suspensão se dá pela filtração do animal e por deposição gravitacional; 2) a taxa de bombeamento animal é constante; 3) a retenção de partículas é 100% eficiente, ou seja uma porcentagem constante é retida; e 4) a suspensão teste se mantém o tempo todo homogênea. Entretanto diferentes condições ambientais e abordagens deste tema, aumentam o grau de complexidade do modelo proposto pelo referido

autor. A Figura 1, apresenta de forma resumida, as variáveis ambientais químicas e físicas imprescindíveis de serem consideradas, bem como as estruturas envolvidas nos processos de filtração, seleção e incorporação das partículas.

Relação entre a concentração e qualidade do sestom contrapondo com a velocidade e a direção do fluxo d'água foram apresentados por Wildish & Kristmanson (1997), os quais consideram que as atividades metabólicas que regulam a filtração estão diretamente relacionada à estas variáveis.

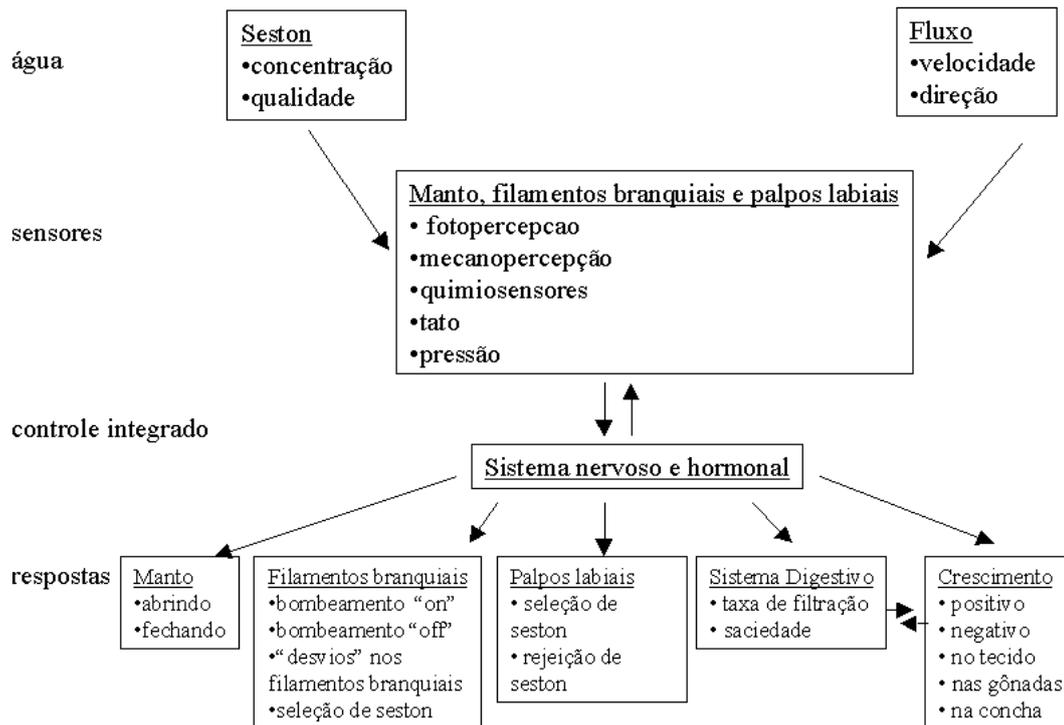


Figura 1 Modelo ecofisiológico envolvendo o mecanismo de filtração em bivalves (Wildish & Saulnier, 1992 modificado)

Tabela I. Determinação da taxa de filtração em Bivalves: autores, espécies utilizadas, métodos, e aplicação.

Autor e data	Espécie	Métodos	Aplicação
Allen, W. R. (1914)	<i>Lampisilis luteolus</i>	"Rate of siphoning"	
Coughlan, J.(1969)		Teórico: Comparação de equações matemáticas	Comparação entre modelos, e elaboração de um método gráfico.
Møhlenberg F. & H. U. Riisgård. (1979)	13 espécies de bivalves marinhos	Contagem de partículas em suspensão no sifão inalante e exalante.	Apresentação de um novo método.
Walz, N. (1978)	<i>Dreissena polymorpha</i>	Modelo apresentado por Coughlan, J.(1969): condições experimentais	Ecologia: balanço de energia.
Ward, J. E. <i>et al.</i> (1993)	<i>Crassostrea virginica</i> , <i>Mytilus edulis</i> e <i>Mya arenaria</i> .	Endoscopia	Reconhecer o caminho das partículas ingeridas
Cranford, P. J. & B. T. Hargrave (1994)	<i>Placopecten magellanicus</i>	Remoção de partículas x biodeposição	Ecologia
Roper, D.S. & C. W. Hickey (1995)	<i>Hyridella menziesi</i>	Modelo apresentado por Coughlan, J.(1969): condições experimentais	Subsídios à ecotoxicologia
Lei, J., B.S.Payne & S.Y.Wang (1996)	<i>Dreissena polymorpha</i>	Absorbância	Quantificar os efeitos do tipo, tamanho e concentração de partículas, tamanho do molusco e temperatura sobre a filtração.
Bastviken, D. T. E <i>et al.</i> (1998)	<i>Dreissena polymorpha</i>	Taxas de clareamento de clorophylla-a, e de diferentes taxas de planckton.	Testar o impacto da seletividade no plancton pela atividade de filtração da espécie.
Ward, J.E. <i>et al.</i> (1998)	6 espécies	Endoscopia	Diferenciar os processos de captura de partículas
Marsden, J. D. (1999)	<i>Paphies donacina</i>	Método direto: contagem de partículas ingeridas	Subsídios à ecotoxicologia
Yu, N. & Cluver, D.A. (1999)	<i>Dreissena polymorpha</i>	Modelo apresentado por Bayne <i>et al.</i> (1977): em condições naturais.	Ecologia:
Push, M <i>et al.</i> (2000)	<i>Unio crassus</i> e <i>U. tumidus</i>	Método direto: clareamento determinado através da concentração de clorofila	Ecologia: retenção de partículas em trechos específicos de corpos d'água

---

Vários mecanismos de captura de partículas têm sido propostos para diversos grupos de bivalves, mais especificamente, para diferentes tipos de filamentos braquiais. As estratégias descritas consideram desde a compressão das partículas em suspensão através dos cílios branquiais, ou a combinação da direção da corrente de água nos cílios e filamentos, até a simples captura das partículas pelo muco em algum nível da superfície topográfica do sistema filtrador (revisão de Beninger *et al.*, 1991). Entretanto modelos mais detalhados propostos por Jorgensen (1981) e Jorgensen *et al.* (1984); consideram que a captura e o transporte de partículas destinadas à ingestão, ocorre por completo nas correntes de água proveniente da cavidade palial. Ward *et al.* (1998), ainda incluem outros aspectos relacionados à captura e retenção de partículas, como a presença de muco e convergência de fluxo.

Técnicas de observação foram utilizadas para reconhecer a formação e movimentação das correntes de aceitação e rejeição de partículas em bivalves vivos. Diferentes espécies de Mycetopodidae (Veitenheimer & Mansur, 1978; Hebling, 1976; Avelar, 1993, Simone, 1994) foram utilizadas para a compreensão destes processos. As descrições apresentadas não demonstraram divergências entre as espécies, que aparentemente seguem um mesmo padrão, provavelmente devido às semelhanças morfológicas inerentes à família.

Devido à importância funcional dos bivalves de água doce, bem como a necessidade de trazer à luz informações sobre a auto-ecologia deste grupo de organismos, o presente estudo tem como objetivo determinar a taxa de filtração de *Anodontites trapesialis*. A descrição morfofuncional do sistema filtrador e reconhecimento das correntes ciliares de aceitação e rejeição de partículas, contribuiu para a compreensão da abordagem aqui considerada.

---

## MATERIAL E MÉTODOS

### MORFOLOGIA E MICROANATOMIA DO SISTEMA FILTRADOR E CORRENTES CILIARES

Para o estudo da morfologia, foi extraída a valva e o lobo do manto do lado direito do organismo. Animais vivos e fixados em álcool 70%, foram utilizados para observação e reprodução das estruturas envolvidas no sistema filtrador. Imagens digitalizadas foram obtidas com o auxílio de câmera digital Coolpix Nikon. Porções de filamentos branquiais e palpos labiais de indivíduos frescos, foram fixados em Bouin. Após o processo de desidratação em série crescente de álcool; seguida de diafanização em xilol, as peças foram orientadas e emblocadas em parafina. Foram feitos cortes de aproximadamente 6 µm utilizando micrótomo manual. Posterior a fixação em lâmina de vidro, seguiu-se à coloração utilizando método usual bicrômico HE. Alguns exemplares foram diafanizados, modificados a partir de Taylor & Van Dyke (1985), no sentido de ressaltar estruturas relacionadas ao sistema filtrador. Imagens digitalizadas através de interface óptica modelo Pixera-Viewfinder, auxiliaram as análises morfológicas e histológicas.

Para a observação das correntes ciliares, indivíduos de *Anodontites trapesialis* e *A. elongatus* foram coletados na Baía do Poço. Depois de transferidos ao laboratório, foram retirados a valva e o manto do lado direito. Sob microscópio estereoscópio a cavidade do manto foi pulverizada com carborundum (granulação F3) e carmim em pó, possibilitando assim a observação dos movimentos ciliares e formação das correntes de aceitação e rejeição de partículas (Hebling, 1976; Veitenheimer & Mansur, 1978; Avelar, 1993). As observações foram feitas no manto, massa visceral e pé, filamentos branquiais e palpos labiais.

---

## FILTRAÇÃO

Para a análise e determinação da taxa de filtração utilizou-se exclusivamente *A. trapesialis*. A seleção da espécie foi em decorrência da fácil adaptabilidade e manutenção dos organismos em aquários e, principalmente pelo fato de que, quando perturbados, conseguem rapidamente restabelecer a atividade filtradora.

Os experimentos foram desenvolvidos durante o período de julho a setembro de 2000, no Institut für Gewaesseroecologie und Binnenfischerei / IGB - Berlin, com o apoio do Projeto Ecologia do Pantanal, CNPq e Instituto Max Planck für Limnologie, Plön.

Os exemplares de *A. trapesialis* foram coletados na Baía do Poço, município de Santo Antônio do Leverger - MT, Brasil. No Laboratório de Limnologia e Invertebrados Aquáticos PEP/UFMT, os bivalves foram limpos em água mineral, embalados individualmente em papel filtro umedecido, vedados em pacotes plásticos contendo ar e resfriados a  $\approx 8^{\circ}\text{C}$ . O transporte destes para o IGB- Berlin foi autorizado pelo IBAMA, licença nº 095647 BR. No IGB, os bivalves foram mantidos em aquários com substrato arenoso autoclavado. A temperatura e condutividade elétrica da água foram constantes, mantidas em  $25^{\circ}\text{C}$  e  $50\mu\text{S}/\text{cm}^3$ . Diariamente foi oferecida uma solução pura de *Monoraphidium minutum* (Nag.) Kom.-legn. 1969, (Chlorellaceae, Algae); uma pequena alga planctônica de tamanho variando entre 3 a 5  $\mu\text{m}$ , em forma de meia-lua, cosmopolita, abundante em águas continentais neutras ( $\text{pH} \approx 7,0$ ) de zonas tropicais e subtropicais (Huber-Pestalozzi, 1983). A concentração utilizada para alimentação manteve uma relação aproximada de 25ml/L.

*Para a execução dos experimentos foi utilizado um sistema de calhas de circulação (Push et al., 2000) (Figura 2), denominados de mesocosmos. O sistema é composto por duas calhas, cada uma por sua vez constituída por dois cilindros de plexiglas, o externo com diâmetro de 65cm e o interno com 25 cm, vedados com uma tampa circular conectada á motores que controlam da velocidade da água (Figura 2). O monitoramento da água durante o desenvolvimento dos experimentos foi feito através de duas válvulas de 3 vias que bombeavam alternadamente a solução do mesocosmos controle (Mk1) e do mesococosmos experimental (Mk2). A solução teste era conduzida para um turbidímetro (modelo Optek 512/TF10) e um sensor de oxigênio e temperatura (modelo Syland 4002), e então trazidas para o mesmo tambor através da segunda válvula. A temperatura dos Mesocosmos foi mantida constante através de termostatos. As mangueiras utilizadas na condução da solução teste para os instrumentos de leitura eram de baixa permeabilidade (Tygon, 4mm espessura de parede).*

*O registro das variáveis temperatura, oxigênio e turbidez foram contínuos durante o período experimental, registrados em intervalos de 5'. Para tal foi estabelecida uma rotina programada no software Labview 2.1. para PC, onde os dados eram registrados em arquivos formato ASCII e podiam ser monitorados em tempo real pelo monitor através de configuração gráfica.*

*Em todos os experimentos desenvolvidos, a rotina executada foi idêntica em cada um deles, sendo que o Mk1 foi destinado à condições controle, isentos de bivalves, e o Mk2 para as condições experimentais. Ao início de um novo experimento os mesocosmos eram preenchidos com 40 litros de água isenta de*

*fitoplâncton, pH neutro e condutividade próxima a 50  $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ . Recipientes plásticos, contendo areia esterilizada foram utilizados para fixar e orientar os bivalves, de forma que estes ficassem com seus sifões na posição natural e adequada para a filtração, reproduzindo assim condições próximas às naturais. Aproximadamente 5 horas antes do início de cada experimento os bivalves eram depositados cuidadosamente nestes recipientes, dentro do Mk2 onde permaneciam isentos de distúrbios para que pudessem se ambientar e assim abrirem suas valvas. Recipientes contendo apenas areia, foram colocados no Mk1 (controle) com a intenção de minimizar possíveis erros. Quando todos os indivíduos estavam com suas valvas abertas e sifões expostos, visivelmente ativos, iniciavam-se os experimentos. As variáveis físico-químicas (PH, temperatura, condutividade, e turbidez), foram monitoradas, quando se mostravam constantes e as condições estabilizadas, acrescentava-se à solução de fitoplâncton e iniciava-se o registro dos dados.*

Em todos os experimentos desenvolvidos, foram tomadas amostras da solução teste ao longo do tempo. Em amostras com intervalos de tempo determinado, foram analisadas as concentrações de clorofila, contagem de células e determinação da atividade fotossintética. Para a quantificação da clorofila foram tomadas amostras de 500 ml no início (t1) e final (t2) do experimento para Mk1 e Mk2. As amostras foram imediatamente filtradas em membrana (Schleicher and Schull nº10) e congeladas à 80°C negativos. A extração foi feita com Ethanol á 80°C e a leitura da absorbância em Espectrofotômetro de Absorção com comprimento de onda à 450 nm (SHIMADZU - Photometer UV - 2101 PC)

**(NUSCH 1980). Para a contagem do número de partículas utilizou-se de um Coulter modelo 9900266-E. A determinação da atividade fotossintética através de fluorescência, consistiu na verificação direta de três diferentes comprimentos de onda emitidos pela atividade metabólica (fotossintética) da solução de fitoplancton. Os resultados foram obtidos submetendo uma amostra da solução à leitura direta em PHYTO- PAN (Walz) Phytoplankton Analyzer.**

A partir dos resultados de clorofila, n° de partículas e fluorescência seguiu-se a determinação da taxa de filtração conforme Coughlan (1969).

$$TF = (V/PSm*t) * (\ln Ci/Ct - \ln C'i/C't)$$

onde:

*TF* = taxa de filtração,

*V* = volume da solução teste,

*PSm* = média dos pesos secos das partes moles,

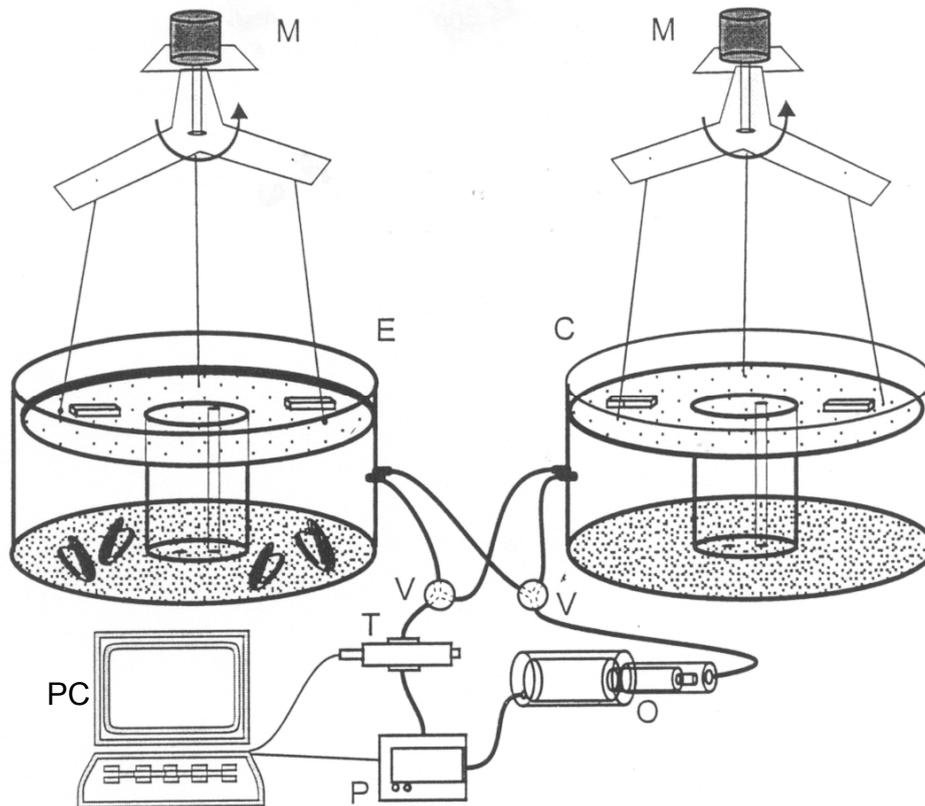
*t* = tempo,

*ln* = logaritmo natural,

*Ci* = concentração inicial de clorofila (fluorescência ou n° de partículas),

*Ct* = concentração final de clorofila (fluorescência ou n° de partículas),

*Ci'* e *Ct'* = respectivas ao controle.



*Figura 2. Demonstração esquemática do sistema de calhas de circulação (Mesocosmos). Abreviações: C- mesocosmos controle, E –mesocosmos experimental, M – motor, O – oxímetro, P monitor de registro do O<sub>2</sub>, PC – computador, T – turbidímetro, V – válvulas (Push et al., 2000) .*

## RESULTADOS

Morfologia funcional e descrição microanatômica do sistema filtrador

*ABERTURAS INALANTES E EXALANTES E DOBRAS DO MANTO: AS ESTRUTURAS QUE COMPÕE O SISTEMA FILTRADOR SÃO AS ABERTURAS INALANTES E EXALANTES, BRÂNQUIAS E PALPOS LABIAIS; PODENDO TAMBÉM HAVER A PARTICIPAÇÃO DOS CÍLIOS PRESENTES NA SUPERFÍCIE DA MASSA VISCERAL E PÉ (FIGURA 3).*

A filtração se dá a partir da entrada de água pela abertura inalante (Figura 4a) que por vezes se estende ao longo da abertura pediosa, a excreção dos resíduos que passaram pelo tracto digestivo, juntamente com a água contida na câmara suprabrânquial, são eliminados através da abertura exalante. As aberturas inalante e exalante são formadas pelas dobras internas do manto e são unidas fortemente por um diafragma musculoso que as separa. As bordas do manto são livres, não ocorrendo fusão na porção ventral mediana, a fusão ocorre na região do músculo diafragmático, deixando uma larga abertura pediosa, contínua com a abertura inalante. Neste gênero, não ocorre prolongamento externo destas aberturas, daí o fato de não denominá-las de sifões. Na abertura inalante ocorre um engrossamento do tecido formando pequenas papilas, pigmentadas na porção distal (Figura 4a). Em *A. elongatus* estas papilas podem se estender até a metade da abertura pediosa. A atividade das aberturas inalante e exalante, está associada ao movimento das valvas. Quando as valvas das conchas se afastam, as aberturas se estendem e se abrem ao mesmo tempo. Ambas as espécies demonstram certa sensibilidade nas aberturas, relacionadas a distúrbios no meio externo, podendo estes ser em decorrência de alterações no fluxo d'água, presença de corpos estranhos ou até

*MESMO ALTERAÇÕES LUMINOSAS. ESTA SENSIBILIDADE PODE ESTAR ATRIBUÍDA À PIGMENTAÇÃO EXISTENTE NAS EXTREMIDADES DISTAIS DAS PAPILAS.*

***Em Anodontites o manto apresenta três dobras, sendo que a externa secreta a substância inorgânica (calcárea) da concha, a média é responsável pela produção do perióstraco e tem função sensorial e a interna, mais evidente e volumosa, auxilia no controle da água para dentro ou para fora da cavidade do manto. Em A. trapesialis ainda existe uma quarta dobra do manto (Figura 3a), localizada na metade posterior acima da linha palial, a qual atua no sentido de orientar e agregar as partículas provenientes das correntes de rejeição que serão eliminadas como pseudofeses.***

Brânquias: Observando a secção transversal esquemática (Figuras 3, 4d) é possível reconhecer que as brânquias ou ctenídeos, são compostas por dois pares de demibrânquias localizadas sob os lobos direito e esquerdo do manto. A demibrânquia externa encobre toda a porção posterior e deixa exposta a porção anterior da demibrânquia interna. Na porção anterior e dorsal, a demibrânquia interna une-se à massa visceral, formando um canal direcionado aos palpos labiais (Figura 4f). Pode-se classificar os ctenídeos dos *Anodontites* como pertencentes ao tipo D descrito por Atkins(1937), no qual o único sulco se situa na borda livre da demibrânquia interna (Figura 4g e 4h). As pregas branquiais são rasas, formadas por uma série de filamentos. O número de pregas variam de acordo com o tamanho do indivíduo, entretanto o número de filamentos por prega permanece constante, sempre entre 10 e 16 filamentos (Hebling, 1976). Na extremidade distal da demibrânquia interna existe um sulco marginal, onde durante o processo de

*SELEÇÃO DE PARTÍCULAS SE ESTABELECE UMA CORRENTE CILIAR DE ACEITAÇÃO EM DIREÇÃO À REGIÃO ORAL (FIGURAS 3, 4G E 4H).*

*A análise histológica de cortes transversais dos filamentos branquiais revela uma configuração ciliar típica, concordando com a descrição apresentada por Hebling (1976) (Figura 5). Os cílios frontais estão localizados na extremidade apical do filamento; os cílios terminais, ocorrem na região apical dos filamentos da demibrânquia interna, e os cílios latero-frontais se dispõem de cada lado do filamento (Figura 6). Conforme o tipo de ciliação, há uma atividade específica relacionada à formação das correntes de aceitação e rejeição.*

*Palpos labiais: Em ambas as espécies estudadas as características morfológicas dos palpos labiais são semelhantes (Figuras 3, 4i e 4h), entretanto estas estruturas são maiores em *A. trapesialis*. Localizados na porção anterior da cavidade manto, um par de cada lado do organismo (Figura 3). De forma elíptica, os palpos possuem a face externa lisa e a interna intensamente pregueada (Figura 4i e 4h). Toda a porção mediano-distal está em contacto com a demibrânquia interna, envolvendo parte da região proximal anterior desta. O contacto direto entre os palpos e a demibrânquia facilita a transferência das correntes ciliares de uma para outra estrutura. Na região de contacto com a demibrânquia, bem como na extremidade anterior, em ambos os lados dos palpos, existem uma área onde não ocorrem pregas (Figura 3 e 4i).*

*Os cortes histológicos dos palpos labiais revelaram pequenas diferenças quando comparadas as espécies entre si. As pregas que compõe os palpos de *A. trapesialis* são maiores e menos recortadas que as de *A. elongatus* (Figura 7).*

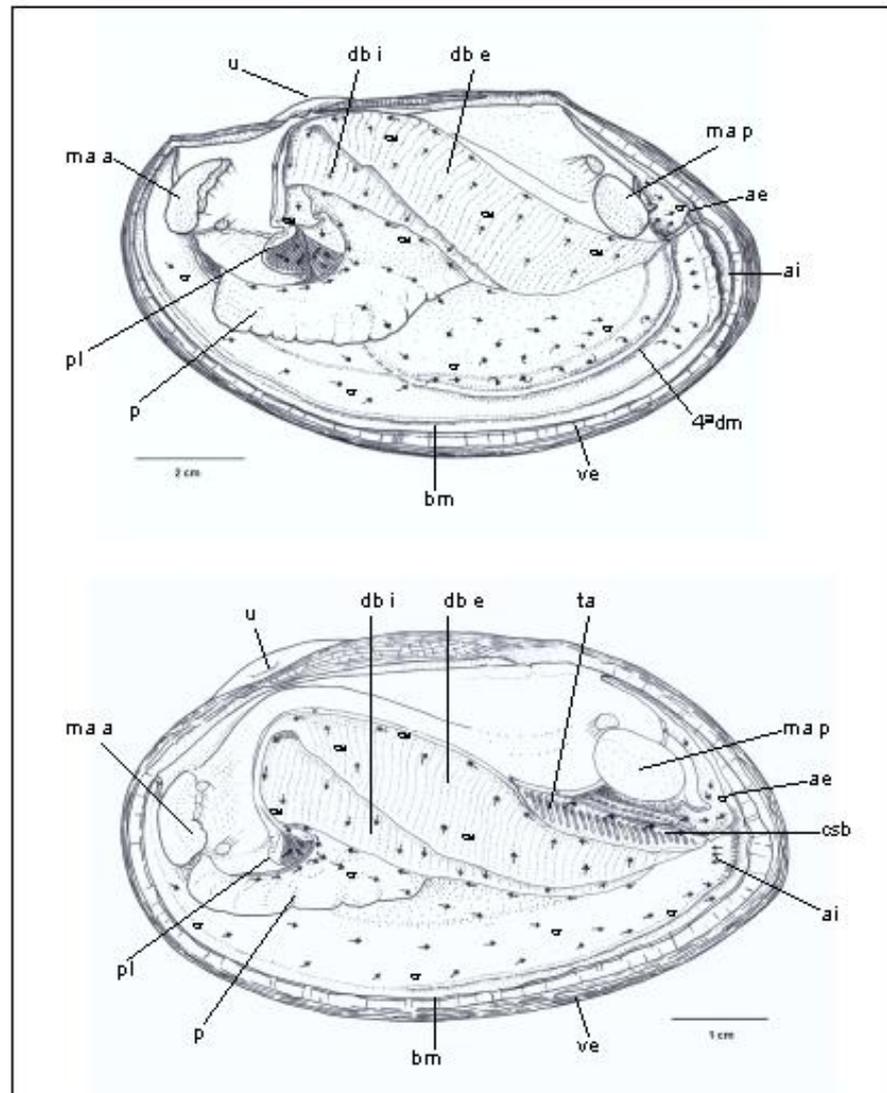


Fig. Representação esquemática das correntes ciliares de aceitação e rejeição em *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) - **a** e *A. elongatus* (Swainson, 1823) - **b**. Os palpos labiais estão rebatidos na extremidade posterior onde estão demonstradas as correntes ciliares. Em *A. elongatus* o canal supra branquial está exposto na porção dorso-posterior, onde é possível visualizar a direção do fluxo de água através dos túbulos aquíferos. Abreviaturas: ae - abertura exalante, ai - abertura inalante, bm - borda do manto, ca - corrente de aceitação, cr - corrente de rejeição, csb - canal supra-brânquial, 4ªdm - quarta dobra do manto, db e - demi-brânquia externa, dbi - demi-brânquia interna, ma a - músculo adutor anterior, ma p - músculo adutor posterior, p - pé, pl - palpos labiais, ta - túbulos aquíferos, ve - valva esquerda, u - umbo.

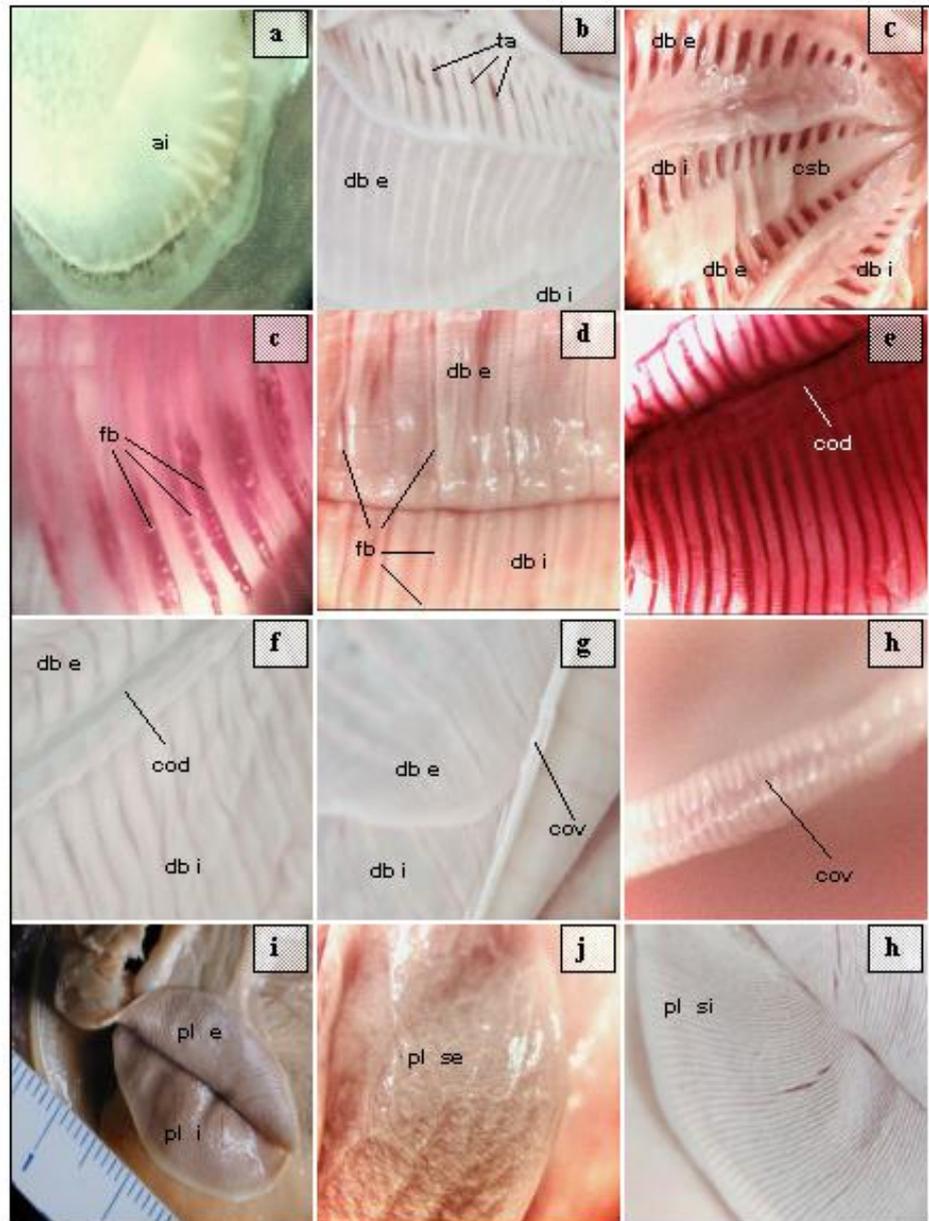


Figura... Brânquias e palpos labiais de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) - a, d, e, j, h e de *A. elongatus* (Swainson, 1823) - b, c, f, g, i. Abreviaturas: ai - abertura inalante, db i - demibrânquia interna, db e - demibrânquia externa, cod - canal oral dorsal, cov - canal oral ventral, csb - canal supra-branquial, pl e - palpo labial externo, pl i - palpo labial interno, pl se - superfície externa do palpo labial, pl si - superfície interna do palpo labial. As figuras (c) e (e) foram obtidas a partir de peças diafanizadas e as demais, de organismos fixados em álcool 70%.

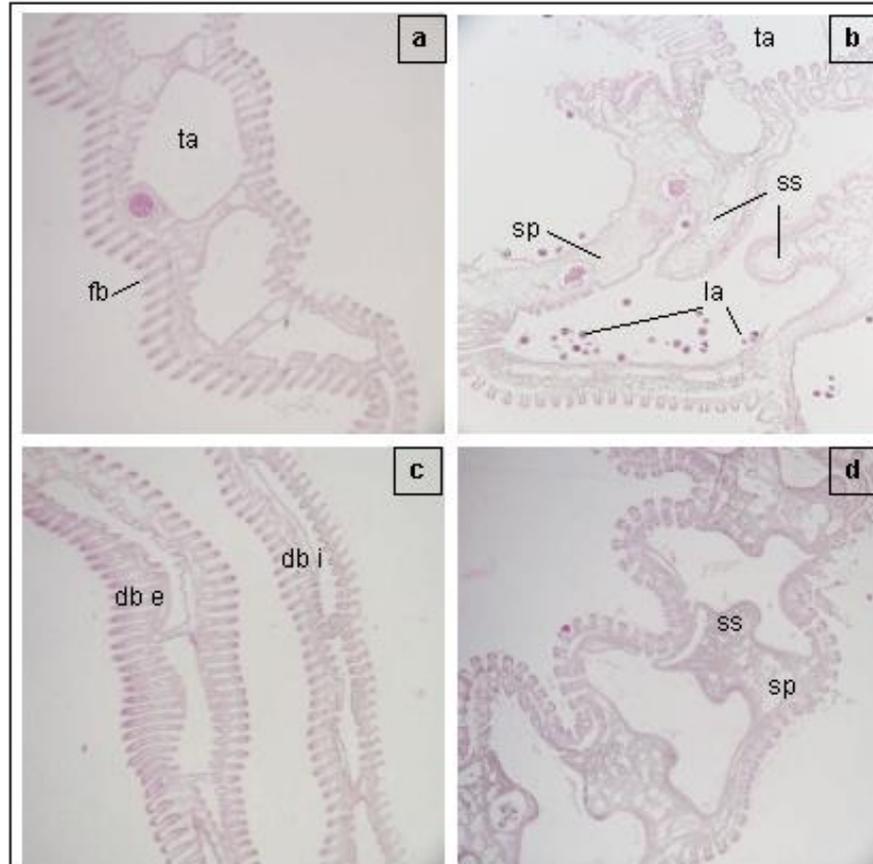


Figura ... Demibranquiais de *Anodontietes trapesialis* (Lamarck, 1819) - a e b e *A. elongatus* (Swainson, 1823) - c e d. Abreviauras: db e - demibrânquia externa, db i - demibrânquia interna  
Fb - filamento branquial, la - lasídios, cm - câmara marsupial, sp - septo primário, ss - septo secundário, ta - túbulo aquífero.

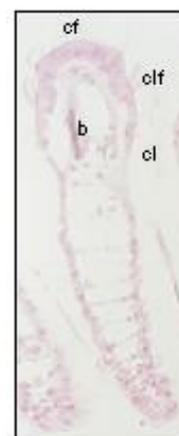


Figura ... Detalhes dos filamentos branquiais...  
Abreviauras: b - bastonetes, cf - cílios frontais, cl - cílios laterias, clf - cílios latero frontais,

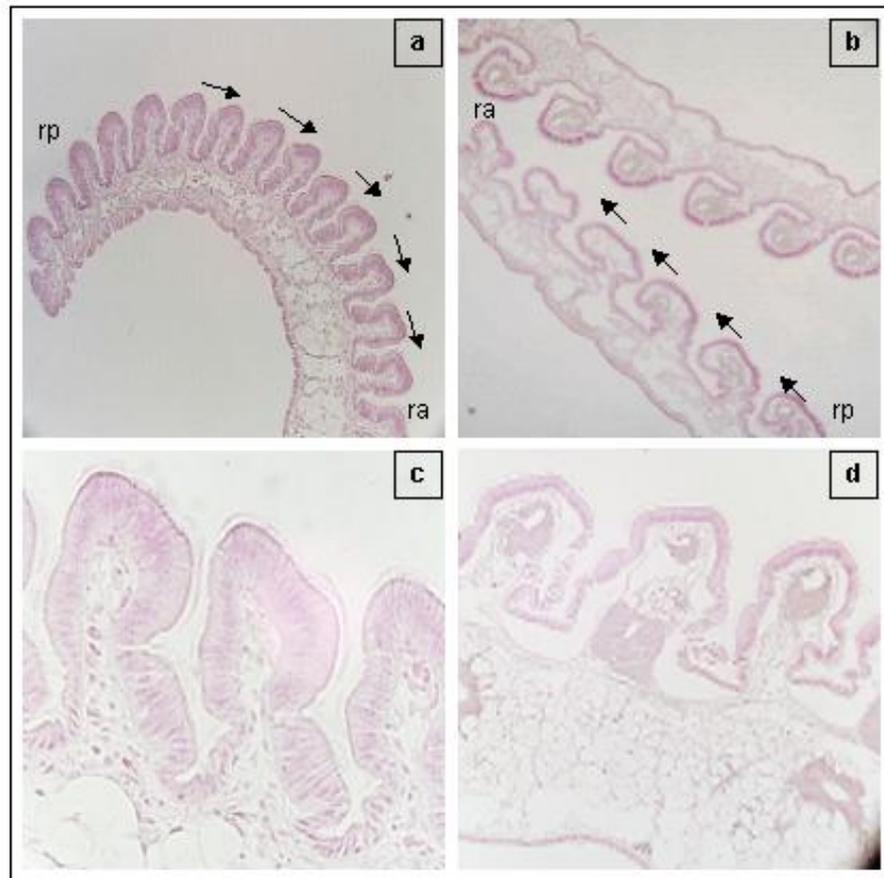


Figura ... Palpos labiais de *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) - a e c, e *A. elongatus* (Swainson, 1823) - b e d. Abreviaturas: ra - região anterior, rp - região posterior

## FILTRAÇÃO

Informações referentes ao período e condições de execução, bem como o tipo e a concentração da solução teste utilizada em cada um dos experimentos, estão sistematizadas na Tabela 2. Os indivíduos submetidos aos experimentos apresentaram em média 108,75 mm de comprimento total e 178,56 g de peso total.

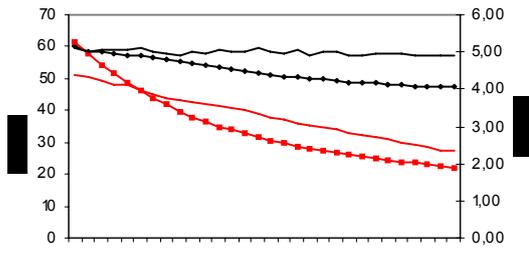
*Tabela 2 . Relação e características dos experimentos desenvolvidos utilizando o sistema de calhas de circulação (Mesocosmos).*

Experimentos	Espécie	Data	obs.
Mk – K	<i>Anodontites trapesialis</i>	23/08/2000	IGB cult.500 ml - 22,5°C
Mk – L	<i>Anodontites trapesialis</i>	25/08/2000	IGB cult.750 ml - 22,5°C
Mk – M	<i>Anodontites trapesialis</i>	25/08/2000	IGB cult.650 ml - 22,5°C
Mk – N	<i>Anodontites trapesialis</i>	26/08/2000	IGB cult.500 ml - 22,5°C
Mk – O	<b>Anodontites trapesialis</b>	28/08/2000	IGB cult.700 ml - 22,5°C
Mk – P	<i>Anodontites trapesialis</i>	29/08/2000	IGB cult.750 ml - 25°C
Mk – Q	<i>Anodontites trapesialis</i>	31/08/2000	IGB cult.250 ml - 25°C
Mk – R	<i>Anodontites trapesialis</i>	13/09/2000	IGB cult.250 ml - 25°C

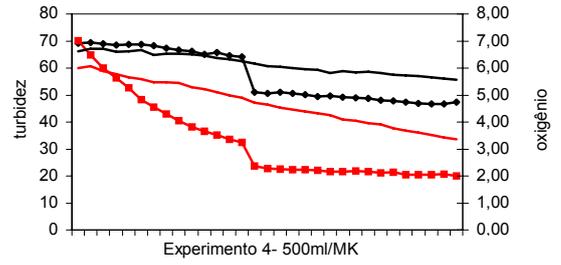
A Figura 8 representa graficamente o monitoramento das variáveis turbidez e oxigênio dissolvido. Os valores médios das variáveis estão plotados para cada um dos experimentos, onde é possível visualizar o decréscimo qualitativo e quantitativo das concentrações de oxigênio e fitoplâncton. Os valores médios das variáveis, diferiram significativamente ( $P < 0,0001$ ) quando comparados os conjuntos de dados provenientes do mesocosmos controle (Mk1) com aqueles do mesocosmos experimental (Mk2).

*A partir dos valores de turbidez obtidos ao longo do monitoramento em cada um dos experimentos, foi possível chegar à níveis percentuais referentes à remoção das partículas em suspensão (Figura 9).*

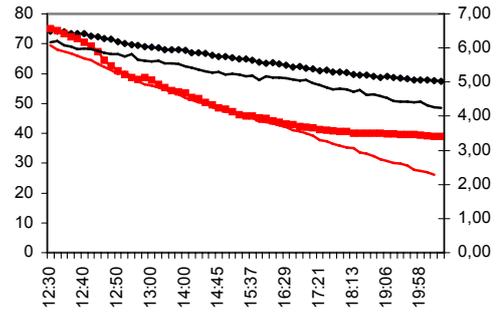
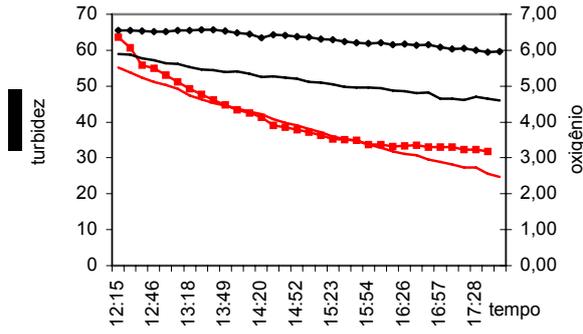
Experimento 1- 500ml/Mk



Experimento 2 - 750ml/Mk

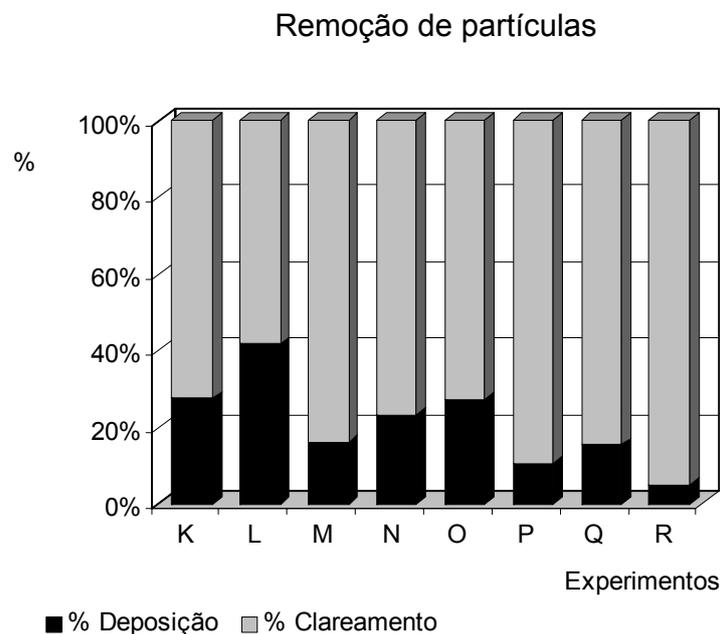


Experimento 3 - 650ml/Mk  
Experimento 5- 700ml/Mk



*Em média, A. trapesialis apresentou um potencial de "clareamento" da água de 58,82 ± 13,20 %, frente ao total de partículas em suspensão da solução teste. Para tanto, o gasto energético, refletido pelo consumo de oxigênio, acompanhou proporcionalmente a atividade de filtração, ficando em torno de 50,27 ± 13,20 % (Figura10).*

As análises da concentração de clorofia, número de partículas e atividade fotossintética, provenientes das amostras obtidas da solução teste durante os experimentos, apresentaram valores que refletiram o decréscimo da turbidez observados durante o monitoramento. A partir destes dados, obteve-se a nível quantitativo a capacidade de filtração de *A. trapesialis* (Tabela 3).



*Figura 9 Relação percentual do potencial de remoção de partículas em suspensão durante os experimentos em sistemas de calhas de circulação com Anodontites trapesialis (Lamarck, 1829).*

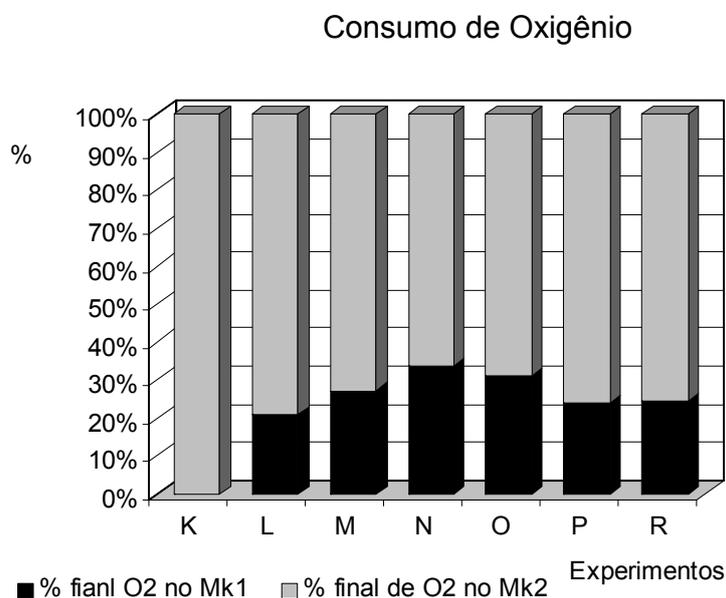


Figura 10. Relação percentual do consumo de Oxigênio durante os experimentos conduzidos em sistemas de calhas de circulação com *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1829).

Tabela 3. Valores relacionados à concentração de clorofila (Ci e Cf), número de partículas (Ni e Nf) e atividade fotossintética (Fi e Ff) correspondentes às amostras das soluções testes obtidas no início e final de cada experimento. Os campos em destaque referem-se aos valores considerados para a determinação da taxa de filtração.

Experimento	Mesok.	Clorofila		Nº de partículas		Fluorescência		l.g <sup>-1</sup> /h		
		Ci	Cf	Ni	Nf	Fi	Ff	TxF C	TxF N	TxF F
K	Mk1	*	*	784	923	18,6	17,2	*	1,08	0,85
	Mk2	*	*	968	342	8,35	3,02	*		
L	Mk1	*	*	1633	1147	22,4	14,8	*	0,28	0,86
	Mk2	*	*	1333	681	16,1	4,1			
M	Mk1	86,85	84,59	1014	993	15,8	14,2	0,27	0,35	0,56
	Mk2	74,65	53,87	912	600	15,7	7,65			
N	Mk1	67,19	64,05	1315	1039	11,1	10,25	0,45	0,32	1,39
	Mk2	67,43	39,28	846	472	10,0	1,98			
O	Mk1	66,45	60,53	1044	858	10,8	7,67	1,03	0,72	1,08
	Mk2	61,42	17,88	886	329	9,11	1,95			
P	Mk1	82,38	76,96	1026	989	7,53	7,28	1,01	0,64	1,29
	Mk2	78,23	24,21	990	472	7,48	1,76			
Q	Mk1	35,67	30,60	688	611	5,54	5,44	0,88	0,66	1,38
	Mk2	34,93	11,25	649	279	5,30	1,13			
R	Mk1	35,58	34,98	324	240	8,85	7,79	1,54	0,89	1,50
	Mk2	34,9	6,15	382	106	8,4	4,4			

## DISCUSSÃO

Os bivalves unionideos são organismos essencialmente filtradores. Portanto toda a jornada adaptativa ao longo do caminho evolutivo, foi em direção a lapidar e aprimorar as estruturas orgânicas e processos metabólicos, envolvidos na função de filtração. Nos ambientes onde estes animais ocorrem em grande densidade, eles são capazes de alterar substancialmente a dinâmica dos ecossistemas aquáticos, através da filtração do material particulado, e da deposição de resíduos deste material juntamente com muco, na forma de fezes e pseudofeses (Cohen *et al.*, 1984).

Vários estudos tem sido desenvolvidos, no sentido de compreender diferentes aspectos relacionados à atividade de filtração em moluscos bivalves. Duas abordagens principais tem sido tratadas quanto a este aspecto: uma qualitativa, que se preocupa em elucidar como ocorrem os processos de captura, retenção e ingestão das partículas; e outra quantitativa, que através de métodos diretos ou indiretos, tenta determinar as taxas de bombeamento e filtração.

Considerando a abordagem que trata da captura e retenção de partículas, várias são as técnicas utilizadas e hipóteses testadas (Beninger *et al.*, 1991, 1992; Ward *et al.*, 1991, 1993, 1998; Jørgensen 1976, 1981, 1982; Jørgensen, *et al.*, 1986). Entretanto, estudos desenvolvidos com a intenção de compreender os mecanismos de captura de partículas devem ser interpretados com cuidado; principalmente aqueles que utilizam metodologias que isolam os órgãos paliais. Nestes, é possível que a hidrodinâmica do fluxo intervalvar seja alterada, interferindo assim nas

interações entre cílios e cirros dos ctenídeos e palpos labiais (Jørgensen 1976). Durante o reconhecimento das correntes ciliares em *A. trapesialis* e *A. elongatus* foi observado um padrão semelhante àquele descrito por Hebling (1976), onde são encontradas correntes longitudinais com direção oral: 1) ao longo do canal ventral oral na demibrânquia interna, 2) entre a base das duas demibrânquias, canal oral dorsal e 3) em cada um dos lados do corpo e na base de inserção da demibrânquia externa do manto, no canal suprabranquial. Padrão semelhante foi observado para *Mycetopoda legumen* (Veitenheimer & Mansur, 1978) e *Fossula fossiculifera* (Avelar, 1993), ambas as espécies pertencentes à mesma família, Mycetopodidae.

Ward *et al.* (1998), apresenta uma breve revisão onde diferentes estudos e metodologias aplicadas, convergem para duas hipóteses relacionadas à captura de partículas por organismos essencialmente filtradores. A primeira sugere que o transporte e seleção das partículas se dão através de movimentos ciliares voluntários, e a outra considera que as partículas são retidas simplesmente por forças hidrodinâmicas que as conduzem aos espaços interfilamentares. Entretanto os autores criticam a ambas explicações após terem desenvolvido um estudo baseado em observções utilizando vídeo endoscopia, onde reconhecem que os processos de captura de partículas não são exclusivamente hidrodinâmicos, mas ocorrem entre outros, pela combinação de três fatores: presença de muco, captura da partícula e a convergência do fluxo. Jørgensen (1993) completa o modelo proposto por Ward *et al.* (1993) afirmando que além dos fatores propostos, variáveis como concentração, tamanho e natureza do material em suspensão, bem

como outros fatores externos e internos atuam de maneira sinérgica influenciando no processo de captura de partículas, como descritos na Tabela 4.

**Tabela 4. Estágios na fisiologia da filtração, assimilação, crescimento e eliminação em animais bentônicos filtradores (WILDISH & KRISTMANSON, 1997).**

Estágios	Etapas	Descrição
Alimentação	1	• transporte de água na superfície filtradora
	2	• captura do seston na superfície filtradora
	3	• transporte de partículas para a boca, envolvendo a seleção e rejeição, e.g. pseudofeses
Assimilação	4	• ingestão
	5	• transporte através dos intestinos
	6	• captura específica através superfície intestinal
Crescimento	7	• metabolismo anabólico
	8	• metabolismo catabólico
Eliminação	9	• resíduos sólidos eliminados como fezes
	10	• resíduos metabólicos eliminados pelo órgão renal

Uma segunda abordagem é comumente considerada, quando o objetivo é quantificar a filtração. O termo taxa de filtração é utilizado para designar a massa das partículas capturadas pelos filamentos branquiais por determinada unidade de tempo, considerando que a filtração equivale á ingestão juntamente com a produção das pseudofezes (Lei *et al.*, 1996). A partir da década de 30 (Younge, 1928 e 1931 apud Jørgensen, 1955) estudos vem sendo desenvolvidos, utilizando as mais diferentes metodologias, no sentido de determinar o potencial de filtração por parte dos bivalves (Møhlenberg & Riisgård, 1979; Kryger & Riisgård, 1988; Vismann, 1990; Roper & Hickey, 1995; Cranford & Hargrave, 1994; Navarro & Tompson, 1994; Boltovskoy *et al.*, 1995; Englund & Heino, 1996; Bastviken, *et al.*, 1998; Marsdsen, 1999; Yu & Culver, 1999; Push *et al.*, 2000).

O princípio mais aceito e utilizado é o proposto por Coughlan (1969), que diferenciou a taxa de bombeamento da taxa de filtração, revisou as equações apresentadas até então e sumariou um modelo de padrão exponencial. Partindo do princípio que, se a taxa de filtração permanece constante, a taxa pela qual as partículas são removidas vai progressivamente declinando; e conseqüentemente a concentração das partículas em suspensão vai gradativa e regularmente diminuindo, até se estabilizar.

Observando os gráficos de dispersão dos valores de turbidez monitorados ao longo dos experimentos realizados neste estudo (Figura 3), o modelo proposto Coughlan (1969) representa fielmente a realidade dos resultados aqui obtidos. Em todos os experimentos realizados, durante as duas primeiras horas há uma diminuição da turbidez, onde ocorre a remoção progressiva das partículas em suspensão; tendendo a se estabilizar ao longo do tempo experimental, fixado em 4h. Conforme demonstrado nas Figuras 3 e 9, houve uma taxa de deposição das partículas, também considerada por Coughlan (1969), o qual comenta que a deposição gravitacional não pode ser ignorada, e prevê tal situação em seu modelo através do “controle de suspensão”. Esta taxa de controle é então reduzida da taxa de filtração aparente, obtida através da relação entre  $conc_0/conc_t$  (condição experimental).

Baseado no “método de clareamento” da solução teste, utilizando o modelo proposto por Coughlan (1969) e modificado por Push *et al.* (2000), este estudo chegou a valores que variaram entre 0,5 e 1,5 l.g<sup>-1</sup>/h para *Anodontites trapesials*. A metodologia e protocolo experimental aqui utilizado seguiram fielmente Push *et al.*

(2000), que estudando bivalves da família Anodontinae, obtiveram valores entre 0,17 e 0,62 l.g<sup>-1</sup>/h para *Anodonta anatina* e 0,15 e 0,48 l.g<sup>-1</sup>/h para *Unio tumidus*.

Considerando a alta capacidade de filtração por parte de *A. trapesialis* aqui registrada, e também lembrando das demais espécies de bivalves que ocorrem nos ecossistemas límnicos, fica evidente a importância funcional deste grupo de organismos, na manutenção dos ecossistemas aquáticos conforme sugerido anteriormente. Sendo assim, este foi o primeiro passo dado em direção à compreensão dos processos que envolvem a filtração, e muitos outros interdependentes a este, desde a ciclagem de materiais em suspensão e nutrientes, até relações mais específicas como taxas de incorporação e bioacumulação de xenobiontes bem como a transferência através das cadeias tróficas.

#### CONCLUSÕES

- *As correntes ciliares de aceitação e rejeição, determinam um padrão de captura de partículas semelhante para ambas as espécies.*
- *A presença da quarta dobra do manto, em A. trapesialis, organiza o fluxo de entrada da água pela abertura inalante e pediosa, isolando a corrente ciliar de rejeição que produz e elimina a pseudofeces .*
- *O percentual de retenção de partículas em suspensão apresentou valores equivalentes aos de consumo de oxigênio, em torno de 60%*
- *O potencial de retenção de partículas por A. trapesialis foi estimado entre 0,5 e 1,5 l. g<sup>-1</sup>/h a temperatura média de 25°C*

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, W. R. 1914. The food and feeding habits of freshwater mussels. *Biological Bulletin*, **27**(3):126-148.
- ATKINS, D. 1937. On the ciliary mechanisms and interrelationships of Lamellibranchs. Part III: Types of Lamellibranch gills and their food currents. *Quartenarium Journal of Microscopy Science*, **79**:375-412.
- AVELAR, W. E. P. 1993. Functional anatomy of *Fossula fossiculifera* (D'Orbigny, 1843) (Bivalvia: Mycetopodidae). *American Malacological Bulletin*, **10**(2):129-138.
- BASTVIKEN, D. T. E., N. F. CARACO & J. J. COLE. 1998. Experimental measurements of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) impacts on phytoplankton community composition. *Freshwater Biology*, **39**: 375-386.
- BENINGER, P. G., J. E. WARD, B. A. MacDONALD & R. J. THOMPSON. 1992. Gill function and particle transport in *Placopecten magellanicus* (Mollusca:Bivalvia) as revealed using video endoscopy. *Marine Biology*, **114**:281-288.
- BOLTOVSKOY, D., I. IZAGUIRRE & N. CORREA. 1995. Feeding selectivity of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) on natural phytoplankton. *Hydrobiologia*, **312**: 171-182.
- COHEN, R. R. H., DRESLER, P. V., and E. J. P. PHILIPS. 1984. The effect of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, on phytoplankton of the Potomac River, *Maryland Limnology and Oceanography*, **26**: 170-180.
- COUGHLAN, J. 1969. The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. *Marine Biology*, **2**(4): 356-358.
- CRANFORD, P. J. & B. T. HARGRAVE. 1994. In situ time-series measurement of ingestion and absorption rates of suspension-feeding bivalves: *Placopecten magellanicus*. *Limnology and Oceanography*, **39**(3): 730-738.
- HEBLING, N. J. 1976. The functional morphology of *Anodontites trapezeus* (Spix) and *Anodontites trapesialis* (Lamarck). Bivalvia:Mycetopodidae). *Separata do Boletim de Zoologia*, USP. 265-298. São Paulo.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1983. *Das Phytoplankton des süßwassers - Systematik und Biologie*. ed. J. KOMÁREK & B. FOTT.p. 640-643. Stuttgart.
- JØRGENSEN, C. B. 1955. Quantitative aspects of filter feeding in invertebrates. *Biological Review*, **30**:391-454
- JØRGENSEN, C. B. 1976. Comparative studies on the function of gills in suspension feeding bivalves, with a special reference to effects of serotonin. *Biology Bulletin*, **155**: 213-237.
- JØRGENSEN, C. B. 1981. A Hydromechanical principle for Particle retention in *Mytilus edulis* and other ciliary suspension feeders. *Marine Biology*, **61**:277-282.
- JØRGENSEN, C. B. 1982. Fluid mechanics of the mussel gill: the lateral cilia. *Marine Biology*, **70**:275-281.

- ØRGENSEN, C. B., P. FAME, H. S. KRISTENSEN, P. S. LARSEN, F. MØHLENBERG & H. U. RIISGÅRD. 1986. The bivalve pump. *Marine Ecology Progress Series*, **34**: 69-77.
- KRYGER, J. & H. U. RIISGÅRD. 1988. Filtration rate capacities in 6 species of European freshwater bivalves. *Oecologia*, **77**:34-38.
- LEI, J. B.S. PAYNE & S.Y WANG (1996) Filtration dynamics of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*, **53**:29-37.
- MARSDEN, J. D. 1999. Respiration and feeding of the surf clam *Paphies donacina* from New Zealand. *Hydrobiologia*, **405**:179-188. Netherlands.
- MØHLENBERG F. & H. U. RIISGÅRD. 1979. Filtration rate, using a new indirect technique, in thirteen species of suspension-feeding bivalves. *Marine Biology*, **54**:143-147.
- NAVARRO, J. M. & R. J. THOMPSON. 1994. Comparison and evaluation of different techniques for measuring absorption efficiency in suspension feeders. *Limnology and Oceanography*, **39**(1): 159-164.
- PUSCH, M.; J. SIERFERT & N. WALZ. 2000. Filtration and respiration rates fo two species and their impact on the water quality of a lowland river. p.317-325. *In*: G. BAUER & K. WÄCHTLER (ed.) Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida. *Ecological Studies* V. 145. XVII+396p.
- ROPER, S. D. & C. W. HICKEY. 1995. Effects of food and silt on filtration, respiration and condition of the freshwater mussel *Hyridella menziesi* (Unionacea: Hyriidae): implications for bioaccumulation. *Hydrobiologia*, **312**: 17-25. Belgium.
- SIMONE, L. R. L. 1994. Anatomical characters and systematics of *Anodontites trapesialis* (LAMARCK, 1819) from South America (Mollusca, Bivalvia, Unionoida, Muteoloidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment.*, **29**(3): 169-185.
- TAYLOR, W. R. & G. C. Van Dyke. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybiurn* (**2**):107-119.
- VEITENHEIMER, I. L. & MANSUR, M. C. 1978. Morfologia, histologia e ecologia de *Mycetopoda legumen* (MARTENS, 1988) - (BIVALVIA, MYCETOPODIDAE). *Iheringia*, **52**:33-71.
- VISMANN, B. 1990. Field measurements of filtration and respiration rates em *Mytilus edulis* L. an assessment of methods. *Sarsia*. 213-216
- WALZ, N. 1978. The energy balance of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* PALLAS in laboratory experiments and in lake Constance. I. Pattern of activity, feeding and assimilation efficiency. *Archieve fuer Hydrobiologie. Suppl.*, **33**(1):83-105. Stuttgart.
- WARD, J. E.. P. G. BENIGER, B. A. MacDONALD & R. J. TOMPSON. (1991). Direst observations of feeding structures ans mechanisms in bivalve mollusks using endoscopic examination and video image analysis. *Marine Biology*, **111**: 287-291.
- WARD, J. E., B. A. MacDONALD, R. J. THOMPSON & P. G. BENINGER. 1993 Mechanisms of suspension feeding in bivalves: Resolution of current controversis by means of endoscopy. *Limnology and Oceanography*, **38**(2):265-272.

- WARD, J. E, L. P. SANFORD, R. I. E NEWELL & B. A. MacDONALD. 1998. A new explanation of particle capture in suspension-feeding bivalve mollusks. *Limnology and Oceanography*, **43**(5): 741-752.
- WILDISH, D. J. & A. M. SAULNIER. 1992. The effect of velocity and flow direction on the growth rate of juvenile and adult giant scallops. *Journal Exp. Marine Biology Ecology*, **155**:133 - 143.
- WILDISH, D. J. & D. KRISTMANSON. 1997. *Benthic suspension feeders and flow*. Cambridge University Press. 423p. New York
- YU, N. & D. A. CULVER. 1999. Estimating the effective clearance rate and refiltration by zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, in a stratified reservoir. *Freshwater Biology*, **41**:481-492. Londres.

***A ignorância nega ou afirma veementemente,***

***a ciência duvida.***

***(Voltaire)***

---

Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central  
South America and biometrical data.

by

Claudia T. Callil and Maria Cristina Dreher Mansur

MSc. Claudia T. Callil, Departamento de Biologia e Zoologia/Instituto de Biociências/UFMT Av. Fernando Corrêa da Costa s/ no. 65100–900, Cuiabá–MT–Brazil. callil@terra.com.br

Dr. Maria Cristina Dreher Mansur, Museu de Ciências e Tecnologia - PUCRS. Av Ipiranga, 6681, 90619-900 Porto Alegre–RS–Brazil. mcmansur@puers.br

**Abstract**

The chronology of the invasion by *Corbicula* of the Central and the eastern part of South America is revised based on the literature and museum collection records. The occurrence of *Corbicula largillierti* (PHILIPPI, 1844) and *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774) are reported for the first time for the northern part of the Pantanal of Mato Grosso, at the upper part of the Paraguay River, a tributary of the large Paraná Basin. Corbiculas were sampled at three different localities, on the banks of the Cuiabá River, near Cuiabá, capital of Mato Grosso State. The highest population density was 192 i/m<sup>2</sup>. The shell length of the sampled population of *Corbicula largillierti* varied between 5.42 and 17.53 mm and *Corbicula fluminea* varied between 14.74 and 27.33 mm. The age for the sampled specimens of *C. fluminea* was estimated to be near three years and the date of arrival of the species in the Pantanal is probably 1996 or 97. The relationship between shell length, height, width and weight (shell and wet tissues) was also calculated and multivariate ANOVA test revealed significant differences between the species. The standard curve for the weight and length relationship, reflecting growth, was estimated using the exponential pattern.

Key words: **Corbiculidae, invasive species, biometry, Pantanal, South America**

The rapid dispersal of the species in the United States, with the onset of serious macrofouling problems like clogging of canals and pipings, water pumps, industrial cooling systems and turbines of hydroelectric plants has led to the investment of more than one billion American dollars per year in research and projects aimed at the control and reduction of populations and the unclogging of infested conduits (ISOM, 1986).

Corbiculidae were introduced into South America (Figure 1 and Table I) at the beginning of the 1970s, almost simultaneously in Buenos Aires, Argentina, and in Southern Brazil (ITUARTE, 1981; VEITENHEIMER-MENDES, 1981). ITUARTE (1994) reviewed the distribution of *C. fluminea* and *C. largillierti* in the Paraná, Uruguay and La Plata Rivers. The northernmost records for the Uruguay river are: Santo Tome (Corrientes – Argentina) for *C. largillierti* and Fray Bentos (Soriano – Uruguay) for *C. fluminea*. For the upper course of the Paraná River there are records of *C. largillierti* and *C. fluminea* at Paso de La Patria (Corrientes – Argentina).

ITUARTE (1985) and CATALDO & BOLTOVSKOY (1999), estimated the annual growth of populations of *C. fluminea* respectively from Plata River and Delta of Paraná River, Argentina.

In South Brazil (Table I and Figure 1) the first investigations of the population density of *C. fluminea* were published by MANSUR et al. (1988). They recorded a densities of 5191 i/m<sup>2</sup> at the swamps of the Ecological Station of Taim and surrounding

areas at Mirim Lagoon, in southern Brazil. Later MANSUR et al. (1994) detected a population density of 4173i/m<sup>2</sup> in a dam at the lower part of Caí River, also in South Brazil.

A survey conducted by SERRANO et al. (1998) during the years between 1987 and 1995, reported 11 bivalve species for the northern Mato Grosso Pantanal region, however the authors did not detect any Corbiculidae.

The present paper reports the first records and preliminary data of the populations of two species, *C. fluminea* (MÜLLER, 1774) and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844) in the Cuiabá River, in the midwestern region of Brazil. The chronology of the invasion based on literature of the geographical distribution of the species, personal observations and museum collection records is also reported.

### **Material and methods**

Material examined:

*Corbicula largillierti* (PHILIPPI, 1844):

BRAZIL, Mato Grosso State: Municipality of Rosário do Oeste, Cuiabá River-Station I, MCP 7713, 5 ex. 2 valvas, 7/IX/1998 C. Callil & R. Barbosa leg; MCP 7714, 32 ex. 3 valvas, 31/VII/1999, C. Callil leg; Municipality of Várzea Grande, Cuiabá River-Station II, MCP 7715, 17 ex. 1 valve, C. Callil & R. Barbosa. leg; Santa Catarina State: Municipality of Joaçaba, Peixe River, 3 ex. MCP:4978, 7/XI/96, Richinitti et al. leg; Municipality of Piratuba, Peixe River, 15 ex. 1 valve, MCP 4979, 09/XI/96, Richinitti at al. leg; Municipality of Marcelino Ramos, Uruguay River, 37 ex. 28 valves MCP: 4980, \_/XI/96, Richinitti et al.

leg; Rio Grande do Sul State: Municipality of Itaqui, Ibicuí River, near bridge BR 472, MCNF 31132, 13 ex., 18/III/88 Mansur et al. leg; Municipality of São Borja, Uruguay River, MCNF 30765, 12 ex. 19/III/88, J. Olazarri et al. leg.

*Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774):

BRAZIL, Mato Grosso State: Municipality of Santo Antônio do Leverger do Leverger, Station III, MCP 7716, 6 ex. \_/III/1998 M. Wantzen leg; MCP 7717, 5 valves 01/VIII/1999, Callil et al. leg; Santa Catarina State: Municipality of Concordia, Jacutinga River, MCNF 34417, 7 ex. 6-9/II/95 W. Koch leg.

ARGENTINA, Provincia de Entre Rios, Cólón, MCNF 31237, 2v., 16/III/88, J. Olazarri et al. leg.

Abbreviations: MCP - Mollusc collection of the Museu de Ciências e Tecnologia of the Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; MCNF - Mollusc collection of the Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Sampling Area: The Cuiabá River, a tributary of the Paraguay River (belonging to the Paraná Basin), is one of the major water bodies draining the Pantanal region of Mato Grosso, located between parallels 16 and 22 and meridians 55 to 58. Its source is located in Serra Azul and its drainage basin occupies almost 100.000 km<sup>2</sup>, with steep valleys occurring in the upper course in which a tributary, the Manso River, enters the left margin. Further down, close to the municipality of Cuiabá, wider valleys occur forming extensive floodplains (CARVALHO, 1986). Rainfall is seasonal with maximum precipitation (250 to 300 mm) in the spring-summer (September to March) and less intense

precipitation (less than 100 mm) in fall and winter (March to September). Minimum rainfall (5 mm) occurs during July (TARIFA, 1986). The Pantanal region is an area with seasonal fluctuations in water levels that can be characterised by the amplitude, frequency and predictability of the floodpulse (JUNK, 2000).

**Sampling sites:** (Figure 1) Three sampling stations were selected on different environmental characteristics of the region present. Station I – municipality of Rosário do Oeste, is located along the main channel of the Cuiabá River, with well defined banks and a rocky bottom. This sampling point is located close to the source of the Cuiabá River.

Station II – Passagem da Conceição, municipality of Várzea Grande, is also located along the main channel of the river where there is pronounced widening with still well defined bank limits, rocky bottom, and some regions of sandy eddies. This sampling station is located upstream from the municipality of Cuiabá.

Station III – Municipality of Santo Antônio do Leverger has variable margin limits and is subjected to periodic flooding, with an entirely sandy bed. The main channel is relatively small and the left margin very shallow and broad. This sampling station is located downstream from the municipality of Cuiabá. The following physicochemical variables were determined: dissolved oxygen, electrical conductivity, pH, and air and water temperature, using equipment with specific sensors (WTW - Germany), during the survey day.

**Sampling methods:** Specimens were collected manually after being located in the sediment by probing with hand. Live collected individuals were anaesthetised with menthol, fixed in 4% formalin and stored in 70% alcohol. The population density of *C. fluminea* was performed only on Station III. One transect was made across the width of the river, along a distance of 25 meters from the left margin to the main channel, equivalent to the half the width of the Cuiabá River. On the first 8 meters the distance between each sampling point was one meter. From the point 8 to 25 the distance was two meters, resulting in 16 sampling probes. Inside each sampling point corresponding to an area 25 cm<sup>2</sup>, all individuals were collected.

**Biometry:** The following biometric parameters were considered: length (Lt), height (h) and, total weight (Wt) considering the shell and the wet soft parts. The measurements were made with a calliper and a precision analytical scale. For the shells that were empty, length and height measurements were made using the Image Tool software, version 2.0, developed by UTHSCSA - University of Texas Health Science Center, according to WILCOX et al. (1997). For the procedure, the inner view of the right valve was scanned, with a desktop scanner. The valve was oriented based on the impressions of the adductor muscles and the position of the beaks. Figure 2 shows how lines “h” (total height) and “Lt” (length) were projected according to the method of MANSUR et al. (1987) in order to obtain the length and height of each specimen in a precise manner.

Data analysis: The relationships between different pairs of variables were investigated by plotting scatter grams, to which regression equations were fitted and the coefficient of determination ( $r^2$ ) was obtained. ANOVA tests was utilized to estimate the differences between the species. To determine the pattern of growth of the individuals within a population, the relationship between weight and length was used, which is commonly expressed by the exponential equation  $Wt = a.Lt^b$ , where "Wt" is weight and "Lt" is length, and **a** and **b** are estimates of the correlation parameters characteristic for the species, whose **b** suggests the growth coefficient (SANTOS, 1978; VAZZOLER, 1982; CALLIL 1989; PESO-AGUIAR & VERANI, 1998).

### **Results**

The records of invasion by *Corbicula* based on the literature and on the material examined in museum collections, allowed us to accompany the gradual range expansion of *Corbicula* along the rivers over three decades (Figure 1, Table I).

A total of 126 individuals were sampled considering all sites. From them, 86 specimens were identified as *C. largillierti* (29 of them live and 57 empty entire shells) and 40 specimens as *C. fluminea* (21 of them live and 19 empty entire shells). The descriptive statistics for the biometric variables obtained for the shells of *C. fluminea* and *C. largillierti* collected at different sampling sites are listed in Table III.

Shell lengths of *C. fluminea* varied from 14.74 mm to 27.33 mm, of *C. largillierti* varied from 5.42 mm to 17.53 mm, Specimens of *C. fluminea* shows a greater mean length than *C. largillierti*. The differences between the species considering all variables (shell length - Lt, height - h, width - wi, and total weight - Wt) are significant according to multivariate ANOVA (Table IV).

The relationship between shell length x height (Table V), shell length x width (Figure 3) and shell length x weight (Figure 4) revealed the differences among the species. The regression using shell length and weight, demonstrate an exponential growing pattern and is expressed mathematically at Table VI. The coefficient of determination ( $r^2$ ) indicates a strong correlation between these variables, 93% for *C. fluminea* and 79% for *C. largillierti*.

Considering the population density of *C. fluminea* in the transect performed on Station III, a general low density prevailed (Table II). The highest density of 12 ind. in the quadrat of 25cm<sup>2</sup> (192 ind/m<sup>2</sup>) was found on the margins in a depth of 5cm and the individuals with a maximal size of 13.57mm. The mean values were 2.31 individual per 25 cm<sup>2</sup>.

## Discussion

Until now there were no records of *Corbicula fluminea* or *Corbicula largillierti* for the Pantanal of Mato Grosso, with no

reference to this species in the most recent survey of bivalves in the region (SERRANO et al., 1998).

The density of *Corbicula* (192i/m<sup>2</sup>) in the Cuiabá River appears remarkably lower than the densities recorded in southern Brazil (5191 i/m<sup>2</sup> according MANSUR & GARCES, 1988), Argentina (2495 i/m<sup>2</sup> by DARRIGRAN, 1991) and North America (9257 i/m<sup>2</sup> according ISOM, 1986). This fact may be mainly related to the recent colonisation of this region by this genus. Another factor that should be considered: when the water level of the Cuiabá River decreases during periods of pronounced drought and with the characteristic heat of the region under study, the water reaches temperature close to 40°C, preventing the development of juvenile forms which are susceptible to temperatures higher than 30°C.

This was determined in a study by McMAHON & WILLIAMS (1986), who monitored during a 22 month period, natural populations of *C. fluminea* submitted to the presence of thermal effluents and observed that the absolute upper lethal limit for this species is close to 36°C, with acute (short-term) levels being reached between 42 and 47°C. The authors noted that during the summer months populations were practically decimated and densities drastically reduced. McMAHON & WILLIAMS (1986) attribute this fact, among other factors, to the sensitivity of the mucilaginous cord of the byssus temperatures close to 30°C, which prevent the juvenile from fixing to the substrate.

It should also be considered that the reestablishment of Corbiculidae populations is extremely rapid (GARDNER et al., 1976; BRITTON & MORTON, 1982; CHERRY et al., 1986; KRAEMER & GALLOWAY, 1986). The knowledge about the behaviour of Corbiculidae in the Pantanal region should be necessary and compared to that native bivalves are adapted to the drastic changes in the environment, according to the flood pulse concept (JUNK et al. 1989; JUNK, 2000) and to long periods of drought and high temperatures.

Data concerning the biometry and population density of *C. fluminea* have been reported by several investigators. In a study conducted on the Altamaha River in 1977, BRITTON & MORTON (1982) obtained mean length of  $22.6 \pm 4.6$  mm, mean height of  $20.4 \pm 4.2$  mm, mean width of  $13.7 \pm 2.6$  mm, and density of 376.6 to 1215.9 i/m<sup>2</sup>; SICKEL et al. (1986) reported shell lengths of 1.5 to 12.3 mm and density of 25 to 1825 i/m<sup>2</sup> in the Tennessee River. CHERRY et al. (1986) reported that the density of *C. fluminea* was 20 to 30 shells/m<sup>2</sup> in the New River, Virginia, in 1976, increasing to 11.522 shells/m<sup>2</sup> in 1980. CORREA et al. (1992) in the lower part of Parana River, detected individuals with shell lengths ranging from 13.2 to 31.3 mm and densities ranging from 40 to 1660 i/m<sup>2</sup>, with a mean value of 538 i/m<sup>2</sup>.

The largest mean length value recorded for the region was 27.33 mm for *C. fluminea* at Station III- Santo Antônio. In studies of the populations of *C. fluminea* in the Althamaha River, Georgia, GARDNER et al. (1976) estimated that individuals measuring 18.5

to 28.0 mm in shell length were probably three years old. According ITUARTE (1985) figure 2, it is possible to recognise the gradual increase of the shell length of *C. fluminea*. It grows approximately 10 to 15 mm for each year. CATALDO & BOLTOVSKOY (1999) estimated the size range for the 1st year: 15.3 - 22.4 mm; for the 2nd year: 23.5 - 27 mm, and the 3rd year: 27.5 - 29.3 mm for *C. fluminea* from Paraná River Delta. Using the data reported by ITUARTE (1985) and CATALDO & BOLTOVSKOY (1999), it is assumed that the arrival of this species to the Cuiabá River may have been recent, i.e., between 1996 and 1997 and that the populations of *C. fluminea* which lives in the southern part of South America grows faster in the first year than the populations in USA.

The individuals from Punta Blanca, DARRIGRAN & MAROÑAS (1989) exhibit an the exponential pattern of growth, with maximal length equivalent to 41.99 mm for *C. fluminea* and 33.15 mm for *C. largillierti*. The pattern of growth of Corbiculidae from the Pantanal, as reflected by the relationship for between weight and length, seems also to be exponential.

The presence of the genus *Corbicula* in the Americas has been studied using different approaches. It is very important to point out that when biometric aspects are considered, such as length, two considerations should be kept in mind. The first is related to biotic factors, involving reproductive and growth patterns and the size of individuals in a population, which are genetically determined within the species. The second is related to

abiotic factors, i.e., environmental characteristics such as food availability and physicochemical variables of the water that directly affect growth rate as shown, for example, by the relationship between weight and length, which vary considerably between the localities of these species.

Important observations should be emphasised when discussing the possible impacts caused by the presence of the genus *Corbicula* in the Pantanal region. However, more detailed population studies should be conducted in this region in order to obtain more information about the population of fresh water bivalves occurring there. Only on the basis of such data will it be possible to evaluate the impacts caused by the introduction of exotic species, the subject of the present study.

### **Conclusion**

1) The recent finding of Corbiculidae in the headwaters of Paraguay and Grande Rivers shown that *Corbicula fluminea* and *C. largillierti* took about 25 years to occupy all the entire basin of the La Plata, Uruguay, Parana and Paraguay rivers since its arrival in the La Plata River estuary in the 1970's.

2) The arrival of Corbiculidae on the northern limits of the Pantanal of Mato Grosso is recent. Considering the estimated age of near three years for individuals with a maximum length of 27,33 mm, its arrival have occurred around 1996 and 1997.

3) The *C. fluminea* has a greater mean length than *Corbicula largillierti*.

Through the relationship between shell length and weight both populations sampled in the Pantanal revealed a exponential tendency for exponential growth.

### **Acknowledgements**

The authors wish to express their gratitude to SHIFT program for the support to this study; to Dr. Wolfgang J. Junk, Dra. Carolina Joana da Silva e Dra. Flávia Maria de Barros Nogueira, coordinators of Ecology of Pantanal Project, to Dr. Karl Mathias Wantzen for some samples from Santo Antonio do Leverger, to Eng. Domingos Wanderley Carotta Mattea from Furnas Centrais Elétricas S/A, Porto Colombia Eletric Power Plant, Minas Gerais, for the oral communications and to Dr Colin R. Beasley, Univ. Fed. do Pará, for the revision of the manuscript and suggestions.

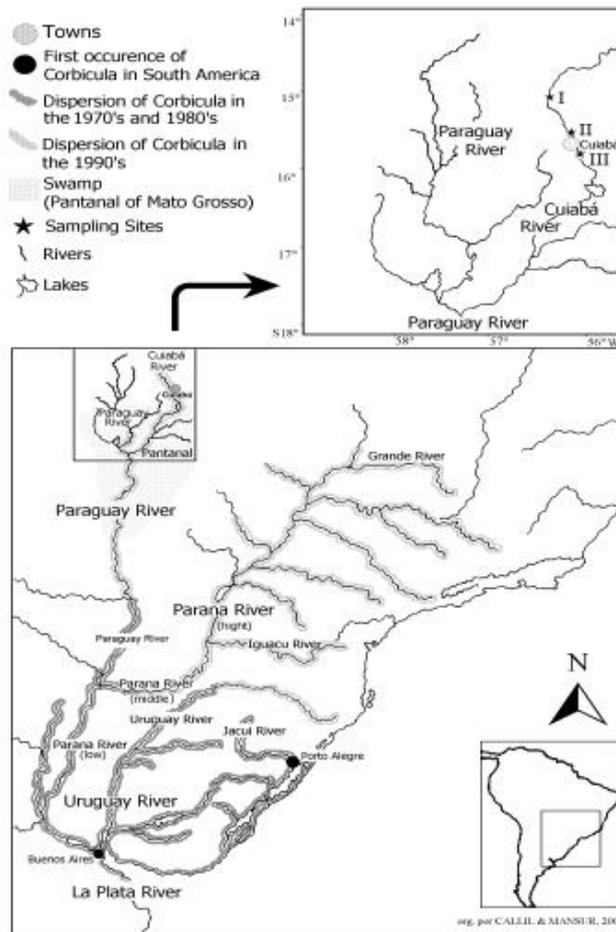


Figure 1. Schematic projection of the invasion of Corbiculidae in southeastern South America. The limits between decades are approximated.

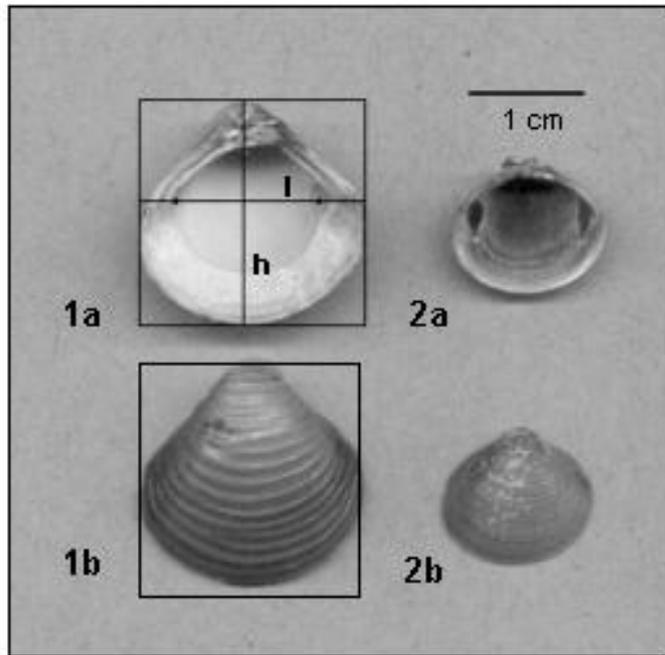


Figure 2. Internal and external view of Corbiculidae recorded in the Pantanal region, State of Mato Grosso, Brazil: 1a, 1b = *Corbicula fluminea* (MULLER, 1774); 2a, 2b = *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844); 1a = Methods of orientation and measurements of the shells: Lt = Length, h = height.

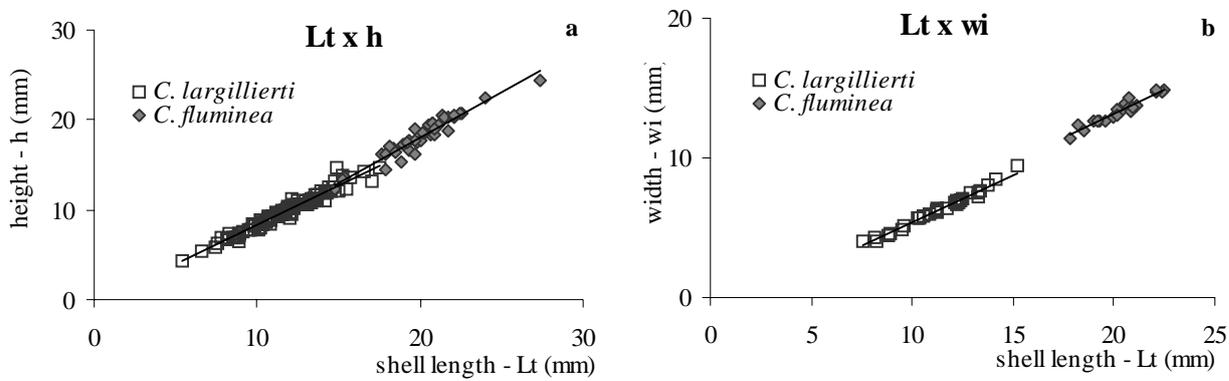


Figure 3. a: Shell length (Lt) x height (h), b: Shell length (Lt) x width (wi) of *Corbicula fluminea* (MULLER, 1774) and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844).

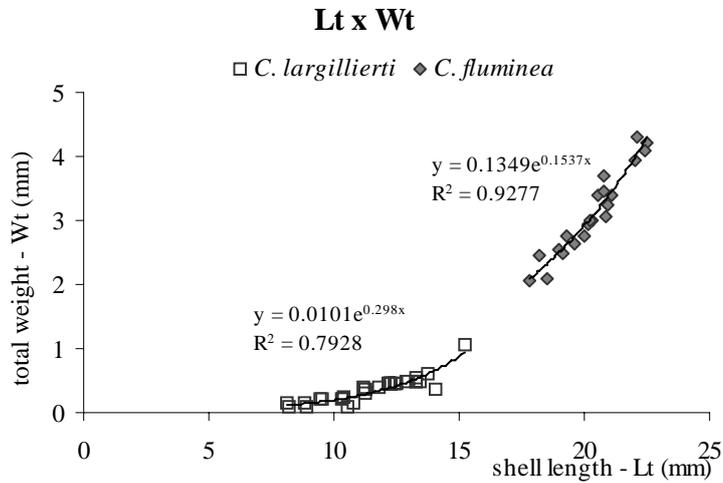


Figure 4. Shell length (Lt) x weight (Wt) of the *Corbicula fluminea* (MULLER, 1774) from Station III – Santo Antônio do Leverger and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844) from Station I - Rosário do Oeste.

Table I. Chronology of the invasion of the Southeast and Central part of South America by *Corbicula fluminea* (MULLER, 1774) and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844).

Year	Place	Specie	Author
1978	Guaíba Lake, Patos Lagoon Basin, Rio Grande do Sul -Brazil	<i>Corbicula manilensis</i> (PHILIPPI, 1844) (= <i>Corbicula fluminea</i> )	VEITENHEIMER-MENDES, 1981
1979	Departamentos of Colonia, Soriano and Rio Negro, Uruguay River - Uruguay	<i>Corbicula</i>	VEITENHEIMER-MENDES & OLAZARRI, 1983
1979	Arroios Carnaval and Martín, La Plata Basin, Buenos Aires - Argentina	<i>Corbicula leana</i> PRIME, 1864 <i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774)	ITUARTE, 1981
1981/82	Barros, Fortaleza and Rondinha (small freshwater lakes near the coast), Rio Grande do Sul - Brazil	<i>Corbicula</i>	LANZER, 1983; LANZER & SCHAEFER, 1984
1985/87	Taim swamp and Mirim Lake Basin, Rio Grande do Sul - Brazil	<i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774)	MANSUR & GARCES, 1988
1985/86	Magdalena – Prata River - Argentina	<i>Corbicula</i>	DARRIGAN & MAROÑAS, 1989
1982	Paraná River, Corrientes - Argentina	<i>Corbicula largillierti</i> (PHILIPPI, 1844) <i>Corbicula fluminea</i> MÜLLER 1774	ITUARTE, 1994
1986/96	Upper, middle and lower Uruguay River	<i>Corbicula largillierti</i> (PHILIPPI, 1844) <i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774)	MANSUR 2000
1997	Tibagi tributary of Paranapanema River, Paraná Basin, Paraná – Brazil	<i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774)	PEREIRA , 1997
1998/99	Rio Grande, Paraná Basin, Minas Gerais - Brazil	<i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774)	Personal information
1997	Canal Baía - Paraná Basin, Paraná - Brazil	<i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774)	TAKEDA et al., 2000
1997/98	Cuiabá River, Paraguay Basin, Mato Grosso – Brazil	<i>Corbicula fluminea</i> (MÜLLER, 1774) <i>Corbicula largillierti</i> (PHILIPPI, 1844)	The present study

Table II. Transversal distribution of *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1811) on the left side on the Cuiabá River, Station III - Santo Antônio do Leverger - MT on August the 1st, 1999.

Margin distance (m)	Deep (cm)	Temp.H <sup>2</sup> O (°C)	pH	OD		Cond. (µS/cm)	Number Individ.	Maximal Lt (mm)
				mg/L	%			
1	1	30,4	7,95	10,2	142	68	0	---
2	1,5	30,7	8,11	9,4	130	78,1	3	10,65
3	3,5	30,2	7,83	10,1	136	83	1	7,2
4	3,5	29,8	7,99	8,1	110	85	0	---
5	5	29,4	7,94	8,4	108	86	12	13,57
6	6	29,3	7,95	8,9	119	86	0	---
7	4	28,8	7,94	8,5	114	87	0	---
8	4,5	28,9	7,90	8,4	114	87	5	9,56
10	9,2	27,9	7,83	7,7	103	87	2	8,53
12	14	27,0	7,74	7,10	91	74	4	21,76
14	20	20	7,69	7,69	89	87	3	24,15
16	21,5	21,5	7,74	7,74	85	87	4	20,59
18	22	22,0	7,75	7,75	86	87	1	19,22
20	28,5	28,5	7,70	7,70	84	86	1	25,84
22	31	31	7,72	7,72	84	87	1	22,63
25	29,5	29,5	7,77	7,77	84	87	0	--
Mean	12,79	27,80	7,84	8,32	104,9 3	83,88	Total = 37	16,7 mm

Table III. Descriptive Statistic of biometrics parameters: length (Lt) and height (h), width (wi) and weight (Wt) of the *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774) and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844)

<b><i>Corbicula fluminea</i></b>	Lt (mm)	h (mm)	wi (mm)	Wt (g)
Nr. of cases	40	40	21	21
Minimum	14.740	12.240	11.400	2.050
Maximum	27.330	24.340	14.930	4.300
Median	20.165	18.455	13.360	3.000
Mean	20.041	18.169	13.373	3.121
95% CI Upper	20.773	18.941	13.813	3.422
95% CI Lower	19.309	17.396	12.934	2.821
Standard Dev	2.289	2.416	0.965	0.661
Variance	5.240	5.837	0.931	0.436
C.V.	0.114	0.133	0.072	0.212
<b><i>Corbicula largillierti</i></b>	Lt (mm)	h (mm)	wi (mm)	Wt (g)
Nr. of cases	86	86	29	28
Minimum	5.420	4.400	4.050	0.100
Maximum	17.530	14.760	9.420	1.050
Mean	11.630	9.728	6.313	0.366
95% CI Upper	12.150	10.191	6.823	0.445
95% CI Lower	11.110	9.265	5.803	0.287
Standard Dev	2.424	2.161	1.340	0.203
Variance	5.876	4.669	1.796	0.041
C.V.	0.208	0.222	0.212	0.555

Table IV. Results of ANOVA comparing the main variables, shell length (Lt), height (h), width (wi) and total weight (Wt), of *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774) from Station III – Santo Antônio do Leverger and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844) from Station I - Rosário do Oeste.

Source	Dependent variable	MS	F	Sig.
Species	Lt	920.374	328.651	P>0.000
	h	954.173	367.334	P>0.000
	wi	575.737	378.129	P>0.000
	Wt	88.296	334.463	P>0.000

Table V. Values from of averages, standard deviation, regression and correlation indices (r<sup>2</sup>) of biometrics parameters: shell length (Lt) and height (h) of the shells of *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774) and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844).

Station & Specie	Date	n	Lt (mm)	h (mm)	Equation	r <sup>2</sup>
Rosário do Oeste <i>Corbicula largillierti</i>	VIII-1998	16	10,63±3,19	8,71± 2,51	$h=3,1665e^{0,091 Lt}$	0,9254
Rosário do Oeste <i>Corbicula largillierti</i>	VII-1999	17	13,57± 1,97	11,39±2,04	$h=3,4179e^{0,087 Lt}$	0,8934
Várzea Grande <i>Corbicula largillierti</i>	VIII-1998	24	11,21±1,97	9,42±1,82	$h=3,1332e^{0,096 Lt}$	0,9479
Santo Antônio <i>Corbicula fluminea</i>	VIII-1998	19	19,76±3,03	17,6 ±3,17	$h=5,6473e^{0,053 Lt}$	0,9014

Table VI. Values from averages, standard deviation, regression and correlation indices (r<sup>2</sup>) of biometric parameters: shell length (Lt) and weight (Wt) of *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774) from Station III – Santo Antônio do Leverger and *C. largillierti* (PHILIPPI, 1844) from Station I - Rosário do Oeste.

Station & Specie	n	Lt (mm)	Wt (g)	Equation	r <sup>2</sup>
Santo Antônio - Station III <b>Corbicula fluminea</b>	2	20,30 ± 1,34	3,12 ± 0,66	$Wt = 0,1349 e^{0,1537Lt}$	0,9
	1			$LnWt = ln0,1349+0,1537.Lt$	3
Rosário do Oeste - Station I <b>Corbicula largillierti</b>	29	11,38± 1,94	0,35±0,20	$Wt = 0,0101 e^{0,298Lt}$ $LlnWt=ln0,0101+0,298L$ t	0,79

## References

- BRITTON J.C. & B. MORTON (1982): *A Dissection guide, field and laboratory manual for the introduced bivalve Corbicula fluminea. Malacological Review, (Supplement 3), J.B. BURCH and J. WHITE-RUDOLPH (eds.) 82 p.*
- CALLIL, C.T. (1989): *Capacidade estomacal e aspectos da biometria de Leporinus fredericci, Leporinus sp. e Schizodon borelli (PISCES, ANOSTOMIDAE) provenientes do Pantanal de Mato Grosso. Cuiabá. (Monografia, UFMT, Especialização em Biologia de Ambientes Inundáveis – Pantanal de Mato Grosso). 96p. il. Cuiabá.*
- CARVALHO, N. de O. (1986): Hidrologia da Bacia do Alengtho Paraguai. In: Anais Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal **1**: 49-49.
- CATALDO, O. & D. BOLTOVSKOY (1999): *Population Dynamics of Corbicula fluminea (Bivalvia) in the Paraná River Delta, Argentina. Hydrobiologia 380: 153-163.*
- CHERRY, D.S., ROY, R.L., LECHLEITNERR, R.A., DUNHARDT, P.A., PETERS, G.T & J. CAIRNS Jr. (1986): *Corbicula Fouling and Control Measures at the control measures at the Celco plant, Virginia. In: International Corbicula Symposium. 2(2): 60-82.*
- CORREA N., PETRACHI, C. & P. BORDINO (1992): *Dados preliminares sobre abundancia y estructura de tallas de Corbicula fluminea (Molusca, Bivalvia) en el curso inferior del Rio Paraná. Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay 7: 290-303.*
- COUNTS III, C.L. (1985): *Corbicula fluminea (Bivalvia: Corbiculidae) in the State of Washington in 1937 and Utah in 1978. The Nautilus 99(1): 18-20.*
- DARRIGRAN, G.A. (1991): *Competencia entre dos especies de pelecipodos invasores, Corbicula fluminea (MULLER, 1774) y C. largillierti (PHILIPPI, 1844) en el litoral argentino del estuario del rio de la Plata. Notas Cientificas de la Segunda Reunion Argentina de Limnologia 498: 214-215.*
- DARRIGRAN, G.A. & M.E. MAROÑAS (1989): *Crecimiento de las poblaciones naturales de Corbicula fuminea (MÜLLER,1774) y C. largillierti (PHILIPPI, 1844)(Bivalvia, Sphaeriacea) en el litoral de Punta Blanca, estuario del Río de la Plata, República Argentina. Com. Soc. Malac. Uruguay 7(56/57): 139-157.*
- GARDNER, J.A., WOODALL, W.R., STAATS, A.A. & J.F. NAPOLI (1976): *The invasion of the asiatic clam (Corbicula manilensis PHILIPPI) in Alengthamaha River, Georgia. The Nautilus 90(3): 117-25.*
- ISOM, B.G. (1986): *Historical review of asiatic clam (Corbicula) invasion and biofouling of waters and industries in the Americas. In: International Corbicula Symposium 2(2): 1-15.*
- ITUARTE, C.F. (1981): *Primera noticia acerca de la introducción de pelecipodos asiaticos en la area rioplatense (Mollusca, Corbiculidae). Neotropica 27(7): 79-82.*

- ITUARTE, C.F. (1985): *Growth Dynamics in a Natural Population of Corbicula fluminea (Bivalvia, Sphaeriacea) at Punta Atalaya, Rio de La Plata, Argentina. Studies on Neotropical Fauna and Environment* **20**: 217-225.
- ITUARTE, C.F. (1994): *Corbicula and Neocorbicula (Bivalvia: Corbiculidae) in the Paraná, Uruguay, and Rio de La Plata Basins. The Nautilus* **107**(4): 129-136.
- JUNK, W.J. (2000): The Amazon and the Pantanal: A critical comparison and lessons for the future.- In: The Pantanal: Understanding and Preserving the Worlds largest Wetland .SWARTS, F.A. (ed.). Paragon House, Minnesota. 211-224
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & R. E. SPARKS (1989): *The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D. P. (ed.): - International Large River Simposium (LARS). - Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci.* **106**: 110-127.
- KRAEMER, L.R. & M. GALLOWAY (1986): *Larval Development of Corbicula fluminea (Müller) (Bivalvia: Corbiculacea): An appraisal of its heterochrony. American Malacogical Bulletin* **4**(1):61-79.
- LANZER R.M. (1983): *Interpretação da distribuição e ocorrência de moluscos dulciaquícolas nas lagoas costeiras da região Sul do Brasil. Dissertação, UFRGS, Porto Alegre: 65p.*
- LANZER, R.M. & A. SCHAEFER (1985): *Padrões de distribuição de moluscos dulciaquícolas nas lagoas costeiras do Sul do Brasil. Rev. Brasil. Biol.* **45**(4): 535-545.
- MANSUR, M.C.D. (2000): *Moluscos Bivalves Asiáticos Introduzidos no Sul do Brasil: Registros, Densidades Pulacionais e Conseqüências. Seminário Brasileiro sobre Água de Lastro.* **1**: 5
- MANSUR, M.C.D. & L.M.M.P. GARCES (1988): *Ocorrência e densidade de Corbicula fluminea (MÜLLER, 1774) e Neocorbicula limosa (Matton, 1811) na Estação ecológica do Taim e áreas adjacentes, RS. Brasil. (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). Iheringia Ser. Zool* (**68**): 99-115.
- MANSUR, M.C.D., C. SCHULZ & L.M.M.P. GARCES (1987): *Moluscos Bivalves de água doce: Identificação dos gêneros do Sul e Leste do Brasil. Acta Biologica Leopoldensia* **9**(2): 181-202.
- MANSUR, M.C.D., VEITENHEIMER-MENDES I.L. & J. ALMEIDA-CAON (1988): *Mollusca, Bivalvia de um trecho do curso inferior do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia. Ser. Zool.* (**67**): 87-108.
- MANSUR, M.C.D., VALER, R.M. & N. C. M. AIRES (1994): *Distribuição e preferências ambientais dos moluscos bivalves do açude do Parque de Proteção Ambiental COPESUL, município de Triunfo, RS - Brasil. Biociências* **2**(1): 27-45.
- McMAHON, R.F. & C.J. WILLIAMS (1986): *Growth , life cycle, uper thermal limit and downstream colonisation rates in a natural population of the freshwater bivalve mollusc, Corbicula fluminea (Müller) receiving thermal effluents. In: International Corbicula Symposium* **2**(2): 231-239.
- MORTON, B. (1982): *Some Aspects of the population structure and sexual satrategy of Corbicula cf fluminalis (Bivalvia: Corbiculiacea) from the Pearl River, People ´s Republic of China. The Journal of Molluscan Studies* **48**(1): 1-23.

- PEREIRA, P.A.C. (1997): Primeiro registro de *Corbicula fluminea* (MÜLLER, 1774) (Corbiculidae), um molusco asiático, no rio Tibagi (Primeiro de Maio - Pr) - Encontro Brasileiro de Malacologia, Florianópolis. **15**: 38.
- PESO-AGUIAR, M.C. & VERANI, J.R. (1998): Indicadores biométricos da agressão ambiental do petróleo e seus derivados em *Macoma constricta* (BIVALVIA - TELLINIDAE).- Seminário de Ecologia **8**(3): 1447 - 1492.
- SANTOS, E.P. (1978): Dinâmica de Populações aplicada à pesca e piscicultura. HUCITEC, (ed.) Universidade de São Paulo, São Paulo. 143 p.
- SERRANO, M.A. S., TIETBÖHL, R.S. & M. C. D. MANSUR. (1998): Sobre a ocorrência de moluscos bivalves no Pantanal de Mato Grosso, Brasil. Biociências **6**(1):131-144.
- SICKEL, J.B. (1986): *Corbicula population mortalities: factors influencing population control.* - *International Corbicula Symposium 2*.(2):89-94.
- TAKEDA, A.M., HIGUTI, J., FUJITA, D.S. & M. R. BUBENA. (2000): *Proliferação de uma espécie de Bivalve invasora, Corbicula fluminea, na área alagável do Alto rio Paraná (Brasil).*- *Seminário Brasileiro sobre Água de Lastro 1*:11.
- TARIFA, J.R. (1986): O Sistema climático do Pantanal. Da compreensão do sistema à definição dos primórdios da pesquisa climatológica. - Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal. **1**: 9-28.
- VAZZOLER, A.E. (1982): Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e Crescimento. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, São Paulo. 108 p.
- VEITENHEIMER-MENDES, I.L. (1981): *Corbicula manilensis*, (PHILIPPI, 1844) molusco asiático, na bacia do Jacuí e do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Corbiculidae). Iheringia. Ser. Zool. **(60)**:63-74.
- VEITENHEIMER-MENDES, I.L. & J. OLAZARI (1983): Primeros registros de *Corbicula* Megerle, 1811 (Bivalvia, Corbiculidae) para el rio Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay **1**:50-53.
- WILCOX, D.C., DOVE, S. B., McDAVID, W.D., & D. B. GREER (1997): Image Tool.- Image processing and analysis program for Microsoft Windows 95™ or Windows NT™ Department of Dental Diagnostic Scienc. University of Texas Health Science Center. <http://macorb.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>

*A experiência,  
nao é o que acontece com o homem,  
mas o que o homem faz com que acontece à ele.*

*(Aldous Huxley)*

---

## CONCLUSÕES FINAIS

Pela primeira vez utilizam-se diferentes abordagens para compor um conjunto de informações, que atuam como ponto de partida para a formação de uma base sólida de conhecimentos inter-relacionados, espécies freqüentes e, ainda relativamente abundantes, de bivalves de água doce sul-americanos.

A seqüência de capítulos abordados neste trabalho ofereceu uma visão ampla e aprofundada sobre características morfológicas, biológicas e ecológicas de duas espécies pertencentes ao gênero *Anodontites*. E, devido às características inerentes a este grupo, como possuírem um modo de vida semi-infaunal, serem exclusivamente filtradores, e portanto, funcionalmente importantes na ciclagem e deposição de materiais em suspensão, possuírem uma concha onde são registrados eventos ambientais ocorridos no presente e passado; este grupo de organismos pode ser utilizado como uma prática ferramenta para a compreensão e avaliação de alterações nos ecossistemas límnicos.

As duas espécies aqui abordadas, possuem características morfo-fisiológicas muito semelhantes. Ocupam o mesmo nicho, compartilham recursos, e estão sujeitas às mesmas influências e interferências ambientais (Figura 1). Entretanto, quando se aprofunda o conhecimento a respeito destas, em qualquer nível, começam a surgir diferenças que possivelmente permitam a cada uma , responder de maneira distinta às influências do meio.

Tais diferenças apresentam-se em níveis inter e intra-específicos, podendo ser exemplificadas pelas diferentes abordagens aqui utilizadas.

Uma diferença interespecífica a ser considerada, é a densidade de papilas presentes na superfície do perióstraco, camada orgânica que reveste externamente a concha. *A. elongatus*, possui uma concha robusta, que em condições adversas, consegue fechar hermeticamente suas valvas, quando jovem apresenta poucas e esparsas papilas distribuídas pelo perióstraco. Entretanto, *A. trapesialis*, espécie cuja concha é mais delgada, frágil e permanentemente entreaberta, quando jovem, possui a superfície periostracal densamente coberta por papilas que se diferenciam em número e forma, conforme a região da concha. Pelo fato desta espécie ser mais vulnerável às alterações ambientais, as diferenças existentes quando comparada as espécies, pode ser relacionada à uma estratégia de adaptação e sobrevivência em um ambiente dinâmico, sujeito à variações sazonais que determinam um regime hidrológico de seca e cheia, tal qual o Pantanal.

As características ultraestruturais, em especial do perióstraco, vem reforçar a diagnose das espécies e contribuir para a taxonomia do gênero. Os detalhes na forma, disposição e número de papilas, descritos no Capítulo 1, vem contribuir como um novo recurso a ser utilizado para a diferenciação de exemplares jovens.

Variabilidades intra-específicas na forma e peso dos organismos, quando comparadas populações diferentes, demonstradas no Capítulo 2, também podem ser relacionadas como respostas que os bivalves apresentam, decorrentes de diferenças no ambiente em habitam. A constatação e mensuração desta plasticidade fenotípica, além de servir como ferramenta para a compreensão de

**alterações ambientais, também vem contribuir para uma melhor definição e caracterização de cada uma das espécies.**

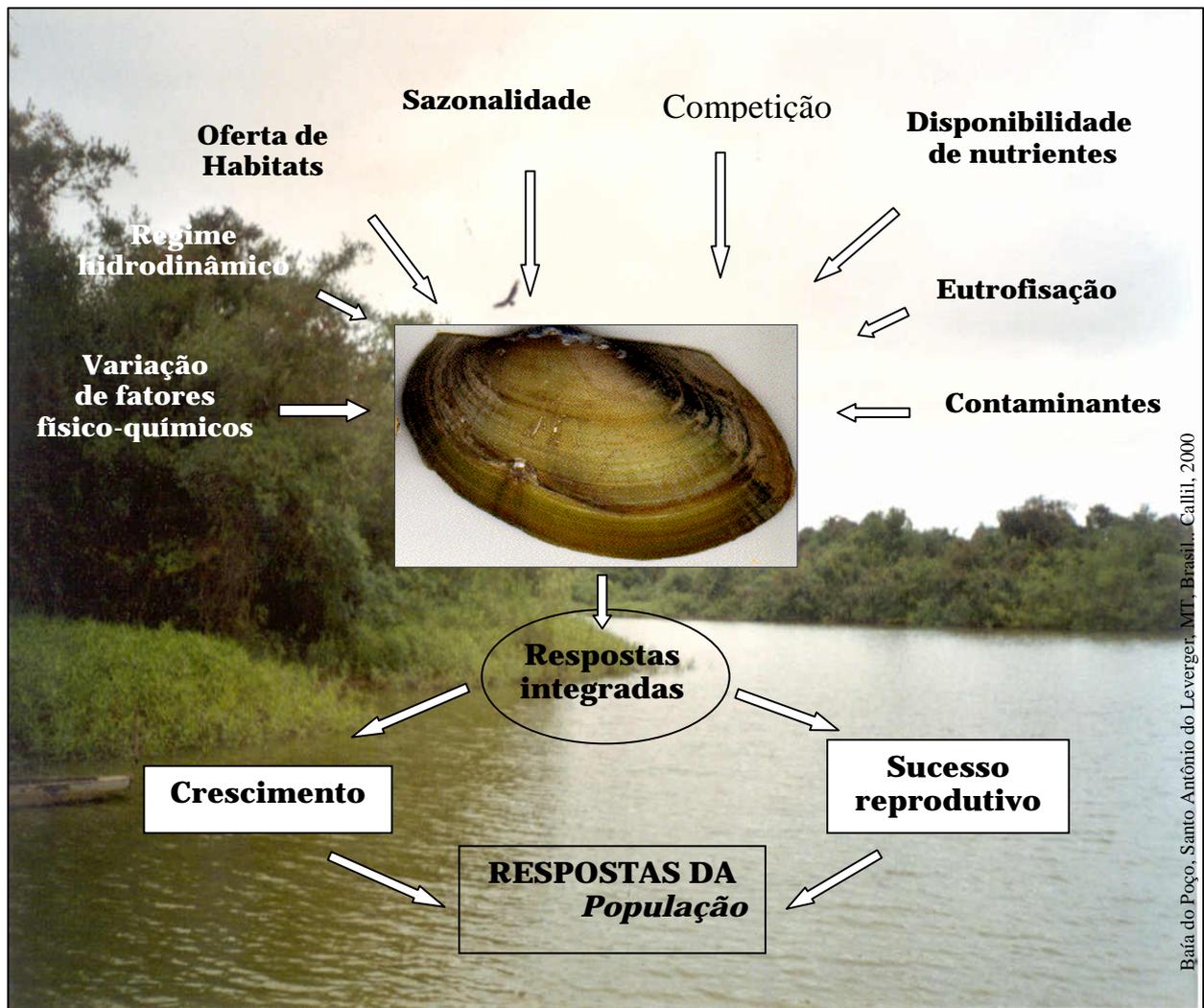
Pela primeira vez se estuda e descreve a gametogênese em espécies da família Mycetopodidae (Capítulo 3). A diversidade de padrões apresentados ao longo do período amostral, fez com que a caracterização dos estádios de maturação folicular, normalmente utilizada como uma abordagem qualitativa, não fosse suficiente para a definição do ciclo sexual. Somente a partir de técnicas biométricas e quantitativas, foi possível reconhecer as fases de produção, desenvolvimento e eliminação dos gametas. Estas informações constituem uma referência para o comportamento reprodutivo de bivalves em ambientes sujeitos a inundações periódicas, evento que parece determinar o ciclo reprodutivo.

*A forma com que os bivalves se relacionam com o ambiente, é através da filtração. Estudos que determinam a taxa de filtração e retenção de partículas em suspensão, como apresentados no Capítulo 4, oferecem a abertura de uma nova linha de pesquisas aplicadas. Os resultados aqui apresentados, podem compor modelos de produtividade a serem utilizados em ecologia de sistemas. Estudos específicos a partir destes, poderão ser desenvolvidos para compreender os processos de incorporação, quantificação e biomagnificação de contaminantes em ambientes aquáticos.*

A presença de espécies de bivalves invasores no limite Norte do Pantanal de Mato Grosso, é fato. A ameaça que estas exercem sobre a comunidade de bivalves nativos na região, está ainda por se conhecer. Como conteúdo complementar à tese, foi acrescentado um capítulo que registra a ocorrência de duas espécies de

*Corbicula, oriundas da Ásia, e traz a história da invasão deste gênero na América do Sul. Esta contribuição, ainda apresenta dados biométricos das populações de Corbicula fluminea e C. largillierti, que ajudaram definir e diferenciar as espécies presentes na região.*

*Este conjunto de dados aqui apresentados, visa subsidiar a elaboração de programas de manutenção da biodiversidade e monitoramento da qualidade de águas interiores, utilizando bivalves de água doce como organismos sentinelas e indicadores de alterações ambientais.*



Baía do Poço, Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil... Callil, 2000

Figura 1. Influências ambientais de origem natural ou antropogênica que determinam o comportamento populacional (ESD/ORNL, 2002 mod.). Ao fundo imagem da lagoa Baía do Poço, no município de Santo Antônio de Leverger, MT, Brasil

## BASE BIBLIOGRÁFICA

- ADAMOLI, J. A. 1981. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito "Complexo Pantanal" *In: Anais XXXII Congresso Nacional de Botânica, Sociedade Brasileira de Botânica*, Teresina. p. 109 – 119.
- ALVARENGA, S. M.; A. E. B. PINHEIRO; H. J. H. KUX. 1984. Estudo geomorfológico aplicada a Bacia do Alto Rio Paraguai e Pantanaís Matogrossenses – **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL** Série Geomorfologia **187**: 89 – 183. Salvador.
- AVELAR, W. E. P. 1993. Functional anatomy of *Fossula fossiculifera* (D'Orbigny, 1843) (Bivalvia: Mycetopodidae). **American Malacological Bulletin** **10**(2):129-138.
- AVELAR, W. E. P. ; A. da S. COSTA; A. J. COLUSSO & C. M. R. dal BÓ. 1991a. Sexual dimorphism in *Castalia undosa undosa* MARTENS, 1827 (Bivalvia: Hyriidae). **The Veliger** **34**(2): 229-231.
- AVELAR, W. E. P.; F. C. NATHER; M. C. G. FIGUEIREDO; CASANOVA, I. C. & J. L. C. LOPES. 1991b. Biological Monitoring of Organochlorides Using the Limnic Bivalves *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819). **An. Acad. Bras. Ci.** **63** (4): 337 – 343.
- AVELAR, W.E.P.; F. ROMA & L. de L. LONGO. 1997. Poluição por metais pesados na bacia do Rio Sapucaí-Mirim (Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil), pela indústria do couro. **Arq. Biol. Tecnol.** **40**(1):205-212,
- AVELAR, W. E. P. & S. C. D. SANTOS. 1991. Functional Anatomy of *Castalia undosa undosa* (Martens, 1827) (Bivalvia: Hyriidae). **The Veliger** **34** (1):21-31.
- AVELAR, W. E. P. & S. H. S. T. MENDONÇA. 1998. Aspects of gametogenesis of *Diplodon rotundus gratus* (Wagner, 1827) (Bivalvia: Hyriidae) in Brazil. **American Malacological Bulletin** **14**(2):157-163.
- BAILEY, R. C. & R. H. GREEN. 1989. Spatial and Temporal Variation in a Population of Freshwater Mussels in Shell Lake. **Fish. Aquat. Scr.** **46**: 1392 – 1395.
- BENINGER, P. G.; M. L. PENNEC & A. DONVAL. 1991. Mode of particle ingestion in five species of suspension-feeding bivalve molluscs. **Marine Biology** **108**: 55-261.
- BENINGER, P. G.; J. E. WARD; B. A. MacDONALD & R. J. THOMPSON. 1992. Gill function and particle transport in *Placopecten magellanicus* (Mollusca: Bivalvia) as revealed using video endoscopy. **Marine Biology** **114**: 281-288.
- BØGGILD, O. B. 1930. The shell structure of the mollusks. **Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Naturv. Og. Math. Afd.** **9r 2**(2):1-325. Copenhagen.
- BONETTO, A. A. 1967. El género *Anodontites* Bruguière (Mollusca, Pelecypoda) en el Sistema Hidrografico del Plata. **Physis** **26**(73): 459-467. Buenos Aires.
- BONETTO, A. A. & I. D. EZCURRA. 1962a. Nota preliminar sobre el desarrollo del "Lasidium" de un Mutelido americano. **Publ. Direcc. Geral. Rec. Nat. Min. Arg. y Ganad.** **4**(1):1-3. Santa Fé.
- BONETTO, A. A. & I. D. EZCURRA. 1962b. El desarrollo del Lasidium de *Anodontites trapesialis forbesianus* (LEA) (Moll. Lamell.) **Physis** **23**(65):195-203. Buenos Aires.

- BONETTO, A. A. & I. D. EZCURRA. 1965a. Notas Malacológicas III: 5. La escultura del periostraco en el *Anodontites*; 6. El lasidium de *Anodontites trapezeus* (Spix); 7. El lasidium de *Mycetopoda siliquosa* (Spix). **Physis** **25**(69): 197-202. Buenos Aires.
- BONETTO, A. A. & I. D. EZCURRA. 1965b. Estudio comparado de las formas larvales de Mutelidae Ortmann y su significacion sistematica y Zoogeografica (Moll. Pelecypoda). **Anais II Congr. Latino American. Zool.** **2**:55-71. São Paulo.
- BONETTO, A. A.; I. MACIEL & C. PIGNALBERI. 1962. Algunos factores ecologicos vinculados a la distribucion geografica de las nayades en el rio Parana y sus afluentes. **Publicación Técnica (12)**: 167-175. Santa Fé.
- BONETTO, A. A. & D. H. DI PERSIA. 1975. Las poblaciones de pelecypodos del arroyo Ayui Grande (prov. Entre Rios) y los factores que regulan su distribucion y estructura. **ECOSUR** **2**(3):123-151. Santa Fé.
- BRUNDTLAND, G. H. *In*: CARSON, W. H. 1993. **Manual Global de Ecologia**. Tradução de Alexandre Gomes Camaru. São Paulo. Ed. Augustus. 413p.
- BUSCH, D.; T. LUCKER; M. SCHIRMER & W. WOSNIOK. 1992. The application of the Bivalve *Dreissena polymorpha* for Biomonitoring Routine of Heavy Metals in Rivers. **Limnol. aktuell.** **4**:198-211. Stuttgart.
- CALLIL, C. T. 1996. **Concentração e incorporação de Mercúrio por moluscos aquáticos do Pantanal de Poconé - MT**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar - SP. il. 104p.
- CALLIL, C. T. & W. J. JUNK. 1999. Concentração e incorporação de mercúrio por moluscos bivalves *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) e *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819). do Pantanal de Poconé - MT, Brasil. **Biociencias** **7**(2): . Porto Alegre.
- CALLIL, C. T. & W. J. JUNK. 2001. Aquatic gastropods as mercury indicators in the Pantanal of Poconé region (Mato Grosso, Brasil). **J. Water Air and Soil Pollut.** **310**: 310-330.
- CARTER, J. G. 1990. **Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends**. Van Nostrand Reinhold, New York. Volume I e II. p.820.
- CARVALHO, J. O. 1986. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. *In*: Primeiro Simpósio sobre recursos Naturais e Sócio-Economicos do Pantanal. **Departamento de Difusão de Tecnologia EMBRAPA**, Brasília, **5**:43-48.
- CHUNG, Y. 1980. Reproductive cycle and breeding season of the freshwater clam, *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (LEA). **Bull. Korean. Fish. Soc.** **13**(4):135-144.
- COUGHLAN, J. 1969. The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. **Marine Biol.** **2**: 356-358.
- CRANFORD, P. J. & B. T. HARGRAVE. 1993. In situ time-series measurement of ingestion and absorption rates of suspension-feeding bivalves: *Placopecten magellanicus*. **Limnol. Oceanogr.** **39**(3): 730-738.
- CUNHA, C. N. 1990. **Estudos florísticos e fitofisionômicos das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé - MT**. Dissertação. Campinas, UNICAMP. 145p .

- CURIAL, O. & R. R. LANGE. 1974a. Observações sobre a proporção sexual em *Diplodon delodontus expansus*. **Arq. de Biol. e Tec.** **17** (2):111 – 112.
- CURIAL, O. & R. R. LANGE. 1974b. Hermafroditismo em *Diplodon delodontus expansus*. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **17**(2):109– 110.
- CURIAL, O. & R. R. LANGE. 1975. Variações histológicas das gônadas de *Diplodon delodontus expansus* (Küster) Mollusca, Unionidae. **Arquiv. Biol. Tecnol.** **18**(1):65-67. Curitiba.
- DA SILVA, C. J. & F. A. ESTEVES. 1995. Dinâmica das características limnológicas das baias Porto de Fora e Acurizal em função da variação do nível da água (Pantanal de Mato Grosso). *In*: Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros **Publ. Oecologia Brasiliensis** **1**:47-60.
- DAVIS, G. M. 1983. Relative roles of Molecular genetics, Anatomy, Morphometrics and Ecology in Assessing relationships among North American Unionidae (Bivalvia). *In*: G. S. OXFORD & D. ROLLINSON, **Protein Polymorphism: Adaptive and axonomic significance. Sistematic Association Special 24**: 193-222. Academic Press, London
- DOWNING, W. L.; J. SHOSTELL. & J. A. DOWNING. 1993. Non-annual external annuli in the freshwater mussels *Anodonta grandis grandis* and *Lampsilis radiata complanata*. **Journal of the North American Benthological Society** **12**:148-156.
- DUARTE, M. M. & C. O. DIEFENBACH. 1994 Microdistribution and abundance of freshwater Mussels (Mollusca: Unionacea and Corbiculacea) in Suzana Lake, Southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, **24** (3):1-19.
- ESTEVES, F. de A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência: FINEP. Rio de Janeiro, 575 p.
- GHOSH, C. & K. G. GHOSE. 1972. Reproductive System and Gonodal Activities in *Lamellidens marginalis* (Simpson, 1900). **The Velinger** **14** (3):283 – 288.
- GIESE, F. & KRUGER, A. 1992. Biomonitoring of Organochlorines in Surface Waters of Berlin and the Lake Stechlin. **Limnol. aktuell.** **4**: 245-254. Stuttgart.
- GREEN, R. H.; R. C. BAYLEI; S. G. HINCH; J. L. METCALFE & V. H. YONG. 1989. Use of freshwater Mussels (Bivalvia – Unionidae) to monitor the nearshore environment of lakes. **J. Great Lakes Res.** **15** (4): 635 - 644.
- HAAG, W. R. & M. L. WARREN, Jr. 1997. Host fishes and reproductive biology of 6 freshwater mussel species from the Mobile basin, USA. **J. N. Am. Benthol. Soc.** **16**(3):576-585.
- HAAS, F. 1930. Versuch einer kritischen Sichtung der südamerikanischen Najaden I. **Senckenbergiana** **12** (4/5): 175-195. Frankfurt a M.
- HAAS, F. 1931a. Versuch einer kritischen Sichtung der südamerikanischen Najaden III. **Senckenbergiana** **13** (1): 30-52. Frankfurt a M.
- HAAS, F. 1931b. Versuch einer kritischen Sichtung der südamerikanischen Najaden III. **Senckenbergiana** **13** (2): 87-110. Frankfurt a M.
- HAAS, F. 1932. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung südamerikanischer Najaden. - **Arch. Molluskenk.** **65**(4-5):167-170. Frankfurt a M.

- HAAS, F. 1969. Surperfamília Unionacea. - In: **Das Tierreich** **88**:1-663, Walter de Gruyter, Berlin.
- HEARD, W. H. 1975. Sexuality and other aspects of reproduction in *Anodonta* (Pelecypoda: Unionidae). **Malacologia** **15**(1):81-103.
- HEARD, W. H. 1992. Reproductive co-ordination and synchronization in Bivalvia: Unionoidea. In: **Proc. Ninth. Malac. Congress.** p.153-172
- HEBLING, N. J. 1971. **Anatomia funcional de bivalves limnicos do Estado de São Paulo.** Rio Claro. Tese. Doutorado em Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro. 86 p.
- HEBLING, N. J. 1976. The functional morphology of *Anodontites trapezeus* (Spix) and *Anodontites trapesimalis* (Lamarck). Bivalvia:Mycetopodidae). **Separata do Boletim de Zoologia**, USP. p. 265-298. São Paulo.
- HEBLING, N. J. & A. M. G. PENTEADO. 1974. Anatomia Funcional de *Diplodon rotundus gratus* WAGNER, 1827 (Mollusca, Bivalvia). **Rev. Brasil. Biol.** **34**(1): 67-80. Rio de Janeiro.
- HENRY, R. & C. A. SIMÃO. 1984. Evaluation of density and biomass of a bivalve population (*Diplodon delodontus expansus*) (KÜSTER, 1865) in a small tropical reservoir. **Rev. Hydrobiol. Trop.** **17**(4):309-318.
- HENRY, R. & C. A. SIMÃO. 1985. Spatial distribution of a bivalve population (*Diplodon delodontus expansus*) (KÜSTER, 1865) in a small tropical reservoir. **Rev. Brasil. Biol.** **45**(4):407-415. Rio de Janeiro.
- HENRY, R. & C. A. SIMÃO. 1986. Abundância, Diversidade e Biomassa de Molusca na Represa de Pirajú (Rio Paranapanema, SP). **Rev. Brasil. Biol.** **46**(3):507-516. Rio de Janeiro.
- HODGSON, A. N. & L. J. FIELDEN. 1984. The structure and distribution of peripheral ciliated receptors in the Bivalve Molluscs *Donax serra* and *D. sordidus*. **J. Moll. Stud.** **50**:104-112.
- HODGSON, A. N. & L. J. FIELDEN. 1986. The ultrastructure of ciliated cells from the siphon of *Solen capensis* (Mollusca, Bivalvia). **J. Moll. Stud.** **52**:161-168.
- HODGSON, A. N.; L. J. FIELDEN & R. H. M. CROSS. 1982. The structure and distribution of peripheral ciliated receptor cells in bivalve Molluscs. **Electron microscopy society of Southern Africa - Proceedings.** Vol. 12.
- HUPÉ, H. 1857. Mollusques p. 75 - 95, est. 1 - 20. In: CASTELNAU, F. **Animaux nouveaux ou rares recueillis pendant l'expédition dans le parties centrales de l'Amérique du Sud, de Rio de Janeiro a Lima; et de Lima au Pará; exécutée par ordre du gouvernement français pendant les années 1834 a 1847.** Paris, Chez. P. Bertrand. “
- IHERING, H. von. 1890. Revision der von Spix in Brasilien gesammelten Najaden. **Arch. Naturgesch.** ano 56, **1**(1-3):117-170. Berlim.
- IHERING, H. von. 1893. Najaden von S. Paulo und die geografische Verbreitung der Süßwasser-Faunem von Südamerika. **Arch. Naturgesch.** ano 59, **1**(1-3): 45-140. Berlim.
- IHERING, H. von. 1915. Molluscos. **Comissão Linhas Telegr. Estrateg. Matto Grosso - Amazonas, Anexo 5**, 14 p. 3 est. com 7 f.

- IMALAY, Marc J. 1982. Use of shells of freshwater mussels in monitoring heavy metals and environmental stresses: a review. **Malacological Review**. **15**:1-14.
- JANSSEN, H. H., MÖLLER, H., VON LANDWÜST, C. & HEEGER, T. 1992. Pollution effect monitoring at the histological level using *Dreissena polymorpha*. **Limnol. aktuell**. **4**: 155-170. Stuttgart.
- JEEFFREE, A. R.. 1985. The accumulation of radium-226 by populations of the freshwater mussel, *Velesunio angasi*, from the Alligator Rivers Uranium Province, Northern Territory, Australia. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** **22**:2486-2492. Stuttgart.
- JEEFFREE, A. R.. 1988. Patterns of accumulation of alkaline-earth metals in the tissue of the freshwater mussel *Velesunio angasi* (Sowerby). **Arch. Hydrobiology** **112**(1):67-90. Stuttgart.
- JEEFFREE, A. R. & R. D. SIMPSON. 1984. Radium - 226 is accumulated in calcium granules in the tissues of the freshwater mussel, *Velesunio angasi*: Support for a metabolic analogue hypothesis. **Comp. Biochem. Physiol.** **79**(1): 61-72.
- JEEFFREE, A. R. & R. D. SIMPSON. 1986. An experimental study of the uptake and loss of Ra-226 by the tissue of the tropical freshwater mussel *Velesunio angasi* (Sowerby) under varying Ca and Mg water concentrations. **Hydrobiology** **139**:59-80. Dordrecht, Netherlands.
- JØRGENSEN, C. B. 1955 Quantitative aspects of filter feeding in invertebrates. **Biol. Rev.** **30**:391-454.
- JØRGENSEN, C. B. 1982. Fluid mechanics of the mussel gill: the lateral cilia. **Marine Biology** **70**: 275-281.
- JØRGENSEN, C. B. A. 1992. Comment on "Mechanisms of suspension feeding in bivalves: Resolution of current controversies by means of endoscopy". **Limnol. Oceanography**. **38** (2):391-454.
- JUNK, W. J.; P. B. BAYLEY & R. E. SOARES. 1989. The flood pulse concept in river floodplain. **Can. Spere. Publ. Fish. Aquat. Sci.** **106**:110-127.
- JUNK, W. J. & K. FURCH, 1993. A GENERAL REVIEW OF TROPICAL SOUTH AMERICAN FLOODPLAINS. **WETLANDS ECOLOGY AND MANAGEMENT** **2**(4): 231 – 238.
- JUNK, W. J. & C. J. DA SILVA. 1999. O conceito do pulso de inundação e suas implicações no Pantanal de Mato Grosso. *In*: Anais II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal, Manejo e conservação. EMBRAPA, Corumbá. (no prelo)
- KENMUIR, D.H.S. 1981. Repetitive spawning behavior in two species of freshwater mussels (Lamellibranchiata: Unionacea) in Laje Kariba. **Trans. Zimbabwe. Scient. Ass.** **60**(8): 49-56.
- KING, D. G. & M. DAVIES. 1987. Laboratory and field studies of the accumulation of inorganic mercury in *Mytilus edulis* (L.). **Mar. Pollut. Bull.** **16**(1):40-45.
- KLEIN, R. & ALTMEYER, M. 1992. The Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) as a specimen in the environmental specimen banking programme of the federal republic of germany. **Limnol. aktuell**. **4**: 255-262. Stuttgart.
- KOBAYASHI, I. 1969. Internal microstructure of the shell of Bivalve Molluscs. **A. M. Zoologist** **9**:663-672..

- KOBAYASHI, I. 1971. Internal shell microstructure of the recent bivalvian molluscs. **Science Reports of Niigata University**, Series E No. 2. p. 27-50.
- KRYGER, J. & H. U. RIISGÅRD. 1988. Filtration rate capacities in 6 species of European Freshwater bivalves. **Oecologia**. **77**: 34 -34.
- LACERDA, L. D.; N. R. W. LIMA, W. C. PFEIFFER & M. FIZMAN. 1983 Size and metal concentration in the mangrove mussel *Mytella guyanensis* (Mollusca:Bivalva) from Baía de Septiba, Brazil. **Rev. Biol. Trop.** **31**(2): 333-335.
- LAGERSPETZ, K. Y. H.; A. TIISKA & K. E. O. SENIUS. 1993. Low sensitivity of ciliary activity in the gills of *Anodonta cygnea* to some ecotoxicals. **Comp. Biochem. Physiol.** **105**(3):393-395.
- LANZER, R. M. & A. SCHAEFER 1985. Padrões de distribuição de moluscos dulciaquícolas nas lagoas costeiras do Sul do Brasil. **Rev. Brasil. Biol.** **45**(4):535-545. Rio de Janeiro.
- LAMARCK, J. B. P. A. 1819. **Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, tome sixième** 1re, partie, Histoire des Mollusques. J. B. Baillièrre Libr. Paris. p.80-91.
- LEA, I. 1834. **Observations on the genus Unio**. Philadelphia, Janes Kay jun. v.1, p. 73 - 135.
- LEA, I. 1836. **Observations on the genus Unio**. Philadelphia, Janes Kay jun. v.10, p. 1 - 92. il.
- LOPES, J. L. C.; I. C. CASANOVA; M. C. G. de FIGUEIREDO; F. C. NATHER & W. E. P. AVELAR. 1992. *Anodontites trapesialis*: A biological monitor of organochlorine pesticides. **Arch. Environmental Contamination and Toxicology**. **23**:351-354. Springer - Verlag. New York Inc.
- LEWIS, J. B. 1985. Breeding cycle of the freshwater mussel *Anodonta grandis* SAY. **Can. J. Zool.** **63**:2477-2478.
- LIBOIS, R. M. & C. HALLET-LIBOIS. 1987. The Unionid Mussels (Mollusca, Bivalvia) of the Belgian upper river meuse: an assessment of the impact of hydraulic works on the river water self-purification. **Biological Conservation** **42**: 115-132.
- MALDONADO, M & GOITIA, E. 1996. Densidad y distribucion de 5 especies de bivalvos en el arroyo Aguas Negras, (Estacion Biológica Beni). **Ecologia en Bolivia**. **27**:23-29.
- MANLY, R. & W. O. GEORGE. 1977. The occurrence of same heavy metals in populations of freshwater mussel *Anodonta anatina* (L.) from the river Thames. **Environm. Pollut.** **14**:139-154.
- MANSUR, M. C. D. 1970. Lista dos Moluscos Bivalves das famílias Hyriidae e Mycetopodidae para o estado do Rio Grande do Sul. **Iheringia** **39**: 33-95. Porto Alegre.
- MANSUR, M. C. D. 1972. Morfologia do sistema digestivo de *Castalia undosa martensi* (IHERING, 1891) - (BIVALVIA, HYRIIDAE). **Iheringia** **41**: 21-34. Porto Alegre.
- MANSUR, M. C. D. 1973. Morfologia do sistema digestivo das espécies do gênero *Diplodon* SPIX, 1827 do Rio Guaíba, do Rio Grande do Sul. (Unionacea - Hyriidae). **Iheringia** **43**:75-90. Porto Alegre.

- MANSUR, M. C. D. 1974. *Monocondylaea minuana* ORBIGNY, 1835: Variabilidade da concha e morfologia do sistema digestivo (BIVALVIA, MYCETOPODIDAE). **Iheringia** **45**: 3-25. Porto Alegre.
- MANSUR, M. C. D. 1983. **Redescrição de duas espécies do gênero *Diplodon* (MOLLUSCA - BIVALVIA) da sub-bacia do Jacuí, Bacia Atlântica do Sudeste, Brasil.** Dissertação. 150 p. Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MANSUR, M. C. D. 1993. **Morphologische Untersuchungen an *Eupera* BOURGUIGNAT 1854, und *Byssanodonta* ORBIGNY, 1846. Zur phylogenetischen Systematik der Sphaeriidae und Corbiculidae (Bivalvia, Veneroidea).** Tese. 180 p. Fakultät für Biologie der Eberhard - Karls - Universität Tübingen. Tübingen.
- MANSUR, M. C. D. 1999. Gloquídeo de *Diplodon martensi* (IHERING, 1893) (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) e seu ciclo parasitário. **Rev. Brasil. Zool.** Em publicação. Curitiba.
- MANSUR, M. C. D. & L. M. ANFLOR. 1981. Diferenças morfológicas entre *Diplodon charruanus* Orbigny, 1835 e *D. pilsbryi* MARSHALL, 1928 (Bivalvia, Hyriidae) **Iheringia** **60**:101-116. Porto Alegre.
- MANSUR, M. C. D.; C. SCHULZ & L. M. M. P. GARCEZ. 1987. Moluscos Bivalves de água doce: Identificação dos gêneros do Sul e Leste do Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia** **9**(2): 181-202.
- MANSUR, M. C. D. & M. G. O. SILVA. da. 1990. Morfologia e microanatomia comparada de *Bartlettia stefanensis* (Moricand, 1856) e *Anodontites tenebricosus* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae, Muteolidea). **Amazoniana** **11**(2): 147 - 166. Kiel.
- MANSUR, M. C. D. & M da G. O. da SILVA. 1999. Description of Glochidia of five species of freshwater mussels (Hyriidae: Uninoidea) from South America. **Malacologia** **41**(2) em publicação.
- MANSUR, M. C. D. & R. M. VALER. 1992. Moluscos bivalves do Rio Uraricoera e Rio Branco, Roraima, Brasil. **Amazoniana** **12**(1):85-100. Kiel.
- MANSUR, M. C. D.; I. L. VEITENHEIMER-MENDES & J. ALMEIDA-CAON. 1988. Mollusca, Bivalvia de um trecho do curso inferior do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Ser. Zool.** **67**: 87-108. Porto Alegre.
- MERSCH, J., JEANJEAN, A., SPOR, H. & PIHAN, J.-C. 1992. The freshwater Mussel *Dreissena polymorpha* as a bioindicator for trace metals, organochlorines and radionulides. **Limnol. aktuell.** **4**:227-244. Stuttgart.
- MENDES, J. C. 1939. Uma nova naiade procedente de Goiás *Anodontites marcusii*. sp.n. **Bol. Biol. Cl. Zool. Brasil.** **4**(3):480-485.
- MØHLENBERG, F. & H. U. RIISGÅRD. 1979. Filtration rate, using a new indirect technique, in thirteen species of suspension-feeding bivalves. **Marine Biology** **54**:143-147.
- NAGABHUSHANAM, R. & A. L. LOGHAONKER. 1978. Seasonal reproductive cycle in the mussel, *Lamellidens corrianus*. **Hidrobiologia** **61**(1): 9-14.
- NEWELL, N. D. 1965. Classification of the Bivalvia. **Am. Mus. Novit.** (2206):1-25. New York.
- NIELSEN, M. V. & T. STROMGREN. 1991. Shell growth response of mussels (*Mytilus edulis*) exposed to toxic microalgae. **Marine Biology** **108**, 263-267.

- ORTMANN, A. E. 1921. South American naiades: A contribution to the knowledge of the freshwater mussels of South American naiades (Pelecypoda: Unionacea and Mutelacea). **Mem. Carnegie Mus.** **8**(3): 451-684. Pittsburgh.
- ORBIGNY, A. D'. 1835. Synopsis terrestrium et fluviatilium molluscorum, in suo per American meridionalem itinere, ab A. D'Orbigny, colcetorum. **Mag. Zool.** **6**(61/62): 1-44. Paris.
- ORBIGNY, A. D'. 1846. Mollusques. In: **Voyage dans l'Amerique Meridionale** **5**(3):489-711. Paris.
- PARODIZ, J.J. & A. A. BONETTO. 1963. Taxonomy and zoogeographic relationships of the South American Naiades (Pelecypoda: Unionacea and Mutelacea). **Malacologia** **1**(2): 179-213, 17 fig. Ann Arbor.
- PEREDO, S. & E. PARADA. 1986. Reproductive cycle in the freshwater mussel *Diplodon chilensis chilensis* (Mollusca: Bivalvia). **The Veliger**, **28**(4): 418-425.
- PESO-AGUIAR, M.C., 1996. **Macoma constricta (Bruguère, 1792) (Bivalvia - Tellinidae) como bioindicador da presença crônica do petróleo na Baía de Todos os Santos (BA)**. Tese. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. UFSCar, São Carlos. il. 161p.
- PESO-AGUIAR, M.C. & VERANI, J. R. 1998a. Indicadores biométricos da agressão ambiental do petróleo e seus derivados em *Macoma constricta* (BIVALVIA - TELLINIDAE). *In: Anais do VIII Seminário do Ecologia.* **3**:1447 - 1492. São Carlos.
- PESO-AGUIAR, M.C. & VERANI, J. R. 1998b. *Macoma constricta* (Bruguère 1792) (BIVALVIA - TELLINIDAE) as a biomonitor of chronic environmental contamination by petroleum in Todos os Santos Bay (Salvador - BA - Brazil). **Verh. Internat. Verein. Limnol.** **26**:2015-2018. Stuttgart.
- PHILLIPS, D. J. H. 1977. The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments - A review. **Environ. Pollut.** **13**:281-317.
- PHILLIPS, D. J. H. 1980. The use of biological indicator organisms to monitor trace environmental pollution in marine estuarine environments - A review. **Environ. Pollut.** **13**: 281-317.
- PILSBRY, H. A. 1933. Zoological results of the Mato Grosso expedition to Brazil in 1931. II- Mollusca. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia** **85**:67-76.
- PONCE, V. M. 1995. **Estudos hidrológicos e ambientais da Hidrovia Paraná-Paraguai no Pantanal Mato-Grossense**. Um estudo de referência. San Diego State University, San Diego. 124 p.
- PYNNÖNEM, K. 1990. Physiological responses of severe acid stress in four species of freshwater clams (Unionidae). **Arch. Environ. Contam. Toxicol.** **19**:471-478.
- RUSSELL-HUNTER, W.D. 1979. **A life of Invertebrates**. Macmillan Publishing Co. New York. 649 p.
- SCHALIE, H. van der. 1969. Two unusual Unionid hermaphrodites. **Science**, **163**:1333-1334.
- SCHALIE, H. van der 1970. Hermaphroditism among North American freshwater mussels. **Malacologia** **10**(1):93-112. An. Arbor.

- SERRANO, M. A.da S.; R. da S. TIETBÖHL & M. C. D. MANSUR. 1998. Sobre a ocorrência de moluscos bivalves no pantanal de Mato Grosso, Brasil. **Biociências** **6**(1):131-144.
- SMITH, D. C. 1978. Biannual gametogenesis in *Margaritifera margaritifera* (L.) in Northeastern North America. **The Bulletin of the American Malacological Union** p. 49-53.
- SMITH, D. C. 1979. Sexual characteristics of *Margaritifera margaritifera* (LINNAEUS) populations in Central New England. **The Veliger** **21**(3):381-383.
- SIMONE, L. R. L. 1994. Anatomical characters and systematics of *Anodontites trapesialis* (LAMARCK, 1819) from South America (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea, Muteoloidea). **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **29**(3): 169-185.
- SIMONE, L. R. L. 1997. Anatomy and Systematics of *Anodontites elongatus* (Swainson) from Amazon and Paraná Basins, Brasil (MOLLUSCA, BIVALVIA, UNIONOIDA, MYCETOPODIDAE). **Revta. bras. Zool.** **14**(4):877-888.
- SIMPSON, C. T. A. 1914. **Descriptive Catalogue of Naiades, or pearly Fresh-Water Mussels. Part I - Unionidae.** Bryant Walker ed. Detroit, Michigan . p.1195-1470.
- TARIFA, J. R. 1986. O Sistema climático do Pantanal. Da compreensão do sistema à definição dos primórdios da pesquisa climatológica. In: **Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal.** 1. Corumbá, 1984. Anais... Brasília, EMBRAPA. p. 9 – 27.
- VALVERDE, O. 1972. Fundamentos geográficos do planejamento rural no Município de Corumbá. **Revista Brasileira de Geografia**, 34(1):49-144.
- VAZZOLER, A. E. de M. 1996. **Biologia da reprodução de Peixes Teleosteos: Teoria e Prática.** Coedição com CNPq e NUPELIA São Paulo: SBI, Maringá: EDUEM.169 p. il.
- VEITENHEIMER, I. L. 1973. *Anodontites* BRUGUIÈRE, 1792 no Guaíba - RS (Bivalvia: Mycetopodidae) I - *Anodontites trapesialis forbesianus* (LEA, 1860). **Iheringia**. 44:32-49.
- VEITENHEIMER, I. L. & MANSUR, M. C. 1978. Morfologia, histologia e ecologia de *Mycetopoda legumen* (MARTENS, 1988) - (BIVALVIA, MYCETOPODIDAE). **Rev. Brasil. Biol.** **52**:33-71. Rio de Janeiro.
- VEITENHEIMER - MENDES, I. L. & M. C. D. MANSUR. 1978. *Mycetopoda legumen* (Martens, 1888): Lasídio e desenvolvimento parasitário (Bivalvia, Mycetopodidae). **Rev. Brasil. Biol.** **38**(3):531-536. Rio de Janeiro.
- VISMANN, B. 1990. Field measurements of filtration and respiration rates in *Mytilus edulis* L. an assessment of methods. **Sarsia**. p. 213-216.
- VOLKMER-RIBEIRO, C.; M. C. D. MANSUR; P. A. S. MERA & S. M. ROSS. Biological indicators in the Aquatic Habitats of the Ilha de Maracá. IN: **Maracá: The Biodiversity and environment of an Amazonian Rainforest.** Editado por W. MILLIKEN e J. A. RATTER. 1998.
- WARD, J. E., P. G. BENIGER, B.A. MacDONALD & R. J. THOMPSON. 1991. Direct observations of feeding structures and mechanisms in bivalve molluscs using endoscopic examination and video image analysis. **Marine Biology.** **111**: 287-291.

WARD, J. E.; B. A. MacDONALD & R. J. THOMPSON. 1993. Mechanisms of suspension feeding in bivalves: Resolution of current controversies by means of endoscopy. **Limnol. Oceanogr.** **38**(2): 265-272.

ZUMOFF, C. H. 1973. The reproductive Cycle of *Sphaerium smile*. **Biolog. Bull.** **144**:212-228.

---

## GLOSSÁRIO

**Ácino:** [Do gr. *ákinos*, pelo lat. *acinu*.] S. m. 1. Desus. Baga (1). 2. Anat. Designação genérica de pequenas dilatações saciformes, especialmente em glândulas.

**Alometria:** mudanças nas proporções entre as partes de um indivíduo, devido à taxas desiguais de crescimento nas diferentes partes

**Cnabólico:** (Anabolismo): Metabolismo construtivo que forma substâncias mais complexas, típicas do organismo, a partir de precursores mais simples derivados dos alimentos. V. catabolismo.

**Catabólico:** (Catabolismo): Metabolismo destrutivo, envolvendo processos de decomposição, degradação e excreção, que geralmente liberam energia e resultam em estados de maior oxidação.

**Cílios:** Biol. Filamentos finíssimos de animais e de algumas algas, sempre em movimento.

**Cirros:** Zool. Cerdas mais fortes de alguns invertebrados

**Comprimento assintótico:** comprimento máximo que o organismo pode atingir. Assíntota: Reta tangente de uma curva no infinito.

**Crescimento alométrico:** aquele diferencial em partes do corpo que resulta em mudanças de formas ou de proporções com o aumento em tamanho.

**Crescimento isométrico:** Aquele igual em todas as dimensões lineares do corpo ou organismo, mantendo portanto as mesmas proporções em todos os segmentos ou partes

**Ctenídeos:** Ctenos [do gr. Ktéis, enós] El. Comp.. = 'pente', 'objeto dentado': ctenóforo.

**Dióico:** Adj. Biol. 1. Que tem órgãos reprodutores masculinos e femininos em indivíduos distintos, unissexuais. [Sin.: *dieco*, *diécio*.] [A melhor f. é *dieco*, mas o uso consagrou *dióico*.]

**Epitélio:** [De *ep(i)*- + *-tel(e)*- + *-iōs*.] S. m. 1. Histol. Tecido originado dos três folhetos germinativos, constituído por células justapostas e com pouca substância intercelular, e que reveste as superfícies externa e interna do corpo e toma parte nos processos de absorção, de secreção e sensoriais. Seus vários tipos são classificados segundo o número de camadas e segundo a forma das células da camada mais superficial. [Sin.: *tecido epitelial*.] 2. Bot. Espécie de epiderme ou revestimento, formado de células minutíssimas e delicadas, que se encontra em alguns órgãos vegetais especiais, como, p. ex., os canais de mucilagem.

**Espermatócito:** [De *espermat(o)*- + *-cito*.] S. m. Biol. 1. Célula precursora da espermátide e de que há dois tipos, o primário e o secundário. Espermatócito primário. Biol. 1. Célula diplóide, originária de espermatogônia, e que sofre divisão por meiose. Espermatócito secundário. Biol. 1. Célula haplóide originada de espermatócito primário, e que dará origem, por meiose, a duas espermátides.

**Espermatogênese:** [De *espermat(o)*- + *-gênese*.] S. f. Biol. 1. Origem e formação dos espermatozóides.

**Espermatogônia:** [De *espermat(o)*- + *-gon(o)*-<sup>2</sup> + *-ia*.] S. f. Biol. 1. Célula germinativa, diplóide, que, por ocasião da maturidade sexual de metazoário, sofre mitoses sucessivas, originando novas espermatogônias, ou então pára de se dividir e cresce, tornando-se espermatócito primário.

**Espermiogênese:** (êr). [De *espermio*- + *-gênese*.] S. f. Biol. 1. Processo de maturação que transforma espermatíde em espermatozóide maduro.

**Estádio:** [Do gr. *stádion*, pelo lat. *stadiu*.] S. m. 1. Campo de jogos esportivos. 2. Antiga unidade de medida itinerária, equivalente a 125 passos [v. *passo*<sup>2</sup> (4)], ou seja, 206,25m. 3. Fase, período, época, estação.

**Folículo :** [Do lat. *folliculu*.] S. m. 1. Folezinho. 2. Anat. Designação comum a várias pequenas estruturas em forma de saco. 3. Bot. Fruto seco, deiscente apenas por uma fenda, formado de uma folha carpelar, e que se abre pela sutura ventral e encerra muitas sementes. Folículo de De Graaf. Biol. 1. Cada folículo ovariano maduro, entre cujas células começa a acumular-se líquido, o que resulta na formação de uma cavidade única, deixando o óvulo em posição excêntrica em um montículo de células foliculares; folículo maduro, vesícula de De Graaf, folículo secundário. Folículo linfático. Histol. 1. V. *nódulo linfático*. Folículo maduro. Biol. 1. V. *folículo de De Graaf*. Folículo ovariano. Biol. 1. Cada conjunto de células que envolve um ovócito. Folículo piloso. Histol. 1. Cada invaginação epidérmica que origina pêlo. Folículo primário. Biol. 1. Folículo primordial. Folículo primordial. Biol. 1. Cada conjunto formado por um ovócito primário envolto em camada de células foliculares; folículo primário. Folículo secundário. Biol. 1. V. *folículo de De Graaf*.

**Gonócito:** [De *gon(o)*- + *-cito*.] S. m. Biol. 1. Célula produtora de gametas.

**Gonocorismo:** [De *gon(o)*- + gr. *chorismós*, 'separação'.] S. m. Biol. 1. Diferenciação sexual.

**Isometria:** Sistema em que indivíduos pequenos de uma determinada espécie, tem as mesmas proporções que os grandes.

**Mesocosmos** Define-se por mesocosmos todo ambiente experimental elaborado para reproduzir as condições ambientais naturais as quais deseja-se considerar.

**Protandria:** Condição na qual estruturas ou órgãos masculinos desenvolvem-se antes dos femininos, independente do tempo, separando os dois eventos.

**Protogenia:** Condição na qual estruturas ou órgãos femininos desenvolvem-se antes dos masculinos, independente do tempo, separando os dois eventos. Sin. *proteroginia*

**Pseudofezes:** São partículas filtradas, aglomeradas com muco que são periodicamente ejetadas para fora da abertura inalante para a cavidade do manto do molusco.